ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН УНИВЕРСИТЕТ
ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР

АРХИТЕКТУРЕН ФАКУЛТЕТ

СБОРНИК С ДОКЛАДИ

на Международна научна конференция по

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО

ArCivE 2025

31 май 2025 г.
Варна, България

PROCEEDINGS

of International Scientific Conference on

ARCHITECTURE and CIVIL ENGINEERING

ArCivE 2025

31 May 2025
Varna, Bulgaria

ISSN 2535-0781 Vol. 5 - 2025

Варненски Свободен Университет „Черноризец Храбър”
Архитектурен факултет

СБОРНИК С ДОКЛАДИ
на Международна научна конференция по
АРХИТЕКТУРА и СТРОИТЕЛСТВО
ArCivE 2025

Бр. 5 - 2025

Varna Free University “Chernorizets Hrabar”
Faculty of Architecture

PROCEEDINGS
of International Scientific Conference on
ARCHITECTURE and CIVIL ENGINEERING
ArCivE 2025

Vol. 5 - 2025

Научен комитет
член-кор. проф. д.арх.н. арх. Атанас Ковачев, България – председател
акад. д.н. инж. Ячко Иванов, България
проф. д.н. инж. Константин Казаков, България
проф. д.н. арх. Александър Слаев, България
проф. д-р инж. Марина Трайкова, България
проф. д-р инж. Лена Михова, България
проф. д-р арх. Валери Иванов, България
проф. д-р арх. Георги Георгиев, България
проф. д-р арх. Калин Тихолов, България
проф. д-р арх. Иван Данов, България
проф. д-р инж. Николай Жечев, България
проф. д-р инж. Михаела Кутева-Генчева, България
доц. д-р инж. Лъчезар Хрисчев, България
доц. д-р инж. Росица Петкова-Слипец, България
доц. д-р инж. Дария Михалева, България
доц. д-р инж. Иван Павлов, България
доц. д-р арх. Жечка Илиева, България
доц. д-р арх. Пламен Петров, България
проф. д.н. инж. Йозеф Мелцер, Словакия
проф. д.н. Константин Мамонов, Украйна
проф. д-р инж. Мариан Друса, Словакия
доц. д-р арх. Нора Ломбардини, Италия

Scientific Committee
Corresponding Member Prof. D. Sc. Atanas Kovachev, Bulgaria – Chairperson
Academician Yachko Ivanov, Bulgaria
Prof. D. Sc. Eng. Konstantin Kazakov, Bulgaria
Prof. PhD Arch. Alexander Slaev, Bulgaria
Prof. PhD Eng. Marina Traykova, Bulgaria
Prof. PhD Eng. Lena Mihova, Bulgaria
Prof. PhD Arch. Vallery Ivanov, Bulgaria
Prof. PhD Arch. Georgi Georgiev, Bulgaria
Prof. PhD Arch. Kalin Tiholov, Bulgaria
Prof. PhD Arch. Ivan Danov, Bulgaria
Prof. PhD Eng. Nikolay Zhechev, Bulgaria
Prof. PhD Eng. Lachesar Hristchev, Bulgaria
Prof. PhD Eng. Michaela Kuteva-Gencheva, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Eng. Rositsa Petkova - Slipets, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Eng. Dariya Mihaleva, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Eng. Ivan Pavlov, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Arch. Zhechka Ilieva, Bulgaria
Assoc. Prof. PhD Arch. Plamen Petrov, Bulgaria
Prof. D. Sc. Jozef Melcer, Slovakia
Prof. D. Sc. Kostiantyn Mamonov, Ukraine
Prof. PhD Eng. Marian Drusa, Slovakia
Assoc. Prof. PhD Arch. Nora Lombardini, Italy

Организационен комитет
доц. д-р арх. Пламен Петров – председател
доц. д-р арх. Жечка Илиева
доц. д-р инж. Иван Павлов
гл. ас. д-р арх. Петър Николов
гл. ас. д-р арх. Боряна Ножарова
гл. ас. д-р инж. Николай Кузманов
ас. арх. Мина Къртова
ас. арх. Камен Добрев
ас. инж. Мария Матеева
ас. инж. Димитър Георгиев
ас. инж. Димитър Димитров
инж. Десислава Дерибеева
Ахавни Трендафилова
Радостина Стефанова

Organizing Committee
Assoc. Prof. PhD Arch. Plamen Petrov – Chairperson
Assoc. Prof. PhD Arch. Zhechka Ilieva
Assoc. Prof. PhD Eng. Ivan Pavlov
Sen. Assist. PhD Arch. Petar Nikolov
Sen. Assist. PhD Arch. Boryana Nozharova
Chief Assist. PhD Eng. Nikolay Kuzmanov
Assist. Arch. Mina Kartova
Assist. Arch. Kamen Dobrev
Assist. Eng. Maria Mateeva
Assist. Eng. Dimitar Georgiev
Assist. Eng. Dimitar Dimitrov
Eng. Desislava Deribeeva
Ahavni Trendafilova
Radostina Stefanova

© ВСУ „Черноризец Храбър", 2025
Предпечат и печат
ВСУ „Черноризец Храбър"
Vol 5, 2025
ISSN 2535-0781

СЪДЪРЖАНИЕ
CONTENTS

СТРОИТЕЛНО-ИНФОРМАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ (СИМ) В БЪЛГАРИЯ - ДА ИЛИ НЕ, ЗАЩО И КАК
Михаела Кутева-Генчева 10
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN BULGARIA – YES OR NO, WHY AND HOW
Mihaela Kouteva-Guentcheva 10

NEW LIFE FOR BALCHIK AIRPORT 20
INTERANTIONAL ACADEMIC COOPERATION FOR CREATIVE IDEAS
Sorina-Georgiana Rusu, Plamen Petrov 20

ИНФРАСТРУКТУРНА ИЗДЪРЖЛИВОСТ И МЕХАНИЧНА УСТОЙЧИВОСТ
Божидар Янев 31
INFRASTRUCTURE SUSTAINABILITY AND MECHANICAL STABILITY
Bojidar Yanev 31

CONCERT AND THEATRE HALLS IN PERMANENTLY ANCHORED VESSELS REPURPOSED AS ALTERNATIVE URBAN SPACES FOR CULTURE
Polina Kyosseva 52

АРХИТЕКТУРНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СГРАДНИ ИНСТАЛАЦИИ ПРИ КОНСЕРВАЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ НА ХРАМОВЕ В БЪЛГАРИЯ
Ангел Мазников 62
ARCHITECTURAL RESEARCH ON ELECTRICAL SYSTEMS IN PRESERVATION OF HISTORICAL BUILT HERITAGE IN CASES OF CHURCHES IN BULGARIA
Angel Maznikov 62

РАЗЛИКИТЕ МЕЖДУ BIM И HBIM
Надя Стаматова, Веселин Василев, Свилен Гавраилов 73
THE DIFFERENCES BETWEEN BIM AND HBIM
Nadya Stamatova, Veselin Vasilev, Svilen Gavrailov 73

ARCHITECTURAL INTERVENTION IN HISTORIC URBAN CONTEXT: CASE STUDY OF “STAIR-STREET-HOUSE” IN SOLOLAKI, TBILISI
Giorgi Gabunia, Giorgi Tsutskiridze 84

THE ARCHITECTURE OF RAILWAY STATIONS IN ROMANIA - EVOLUTIONARY HYPOSTASES
Baicu Liviu Gabriel ,Tofan Bogdan , Manolea Aliodor 94

ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В АРХИТЕКТУРНАТА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ: ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО ЧРЕЗ STABLE DIFFUSION
Мартин Евлогиев 104
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ARCHITECTURAL VISUALIZATION: ENHANCING QUALITY THROUGH STABLE DIFFUSION
Martin Evlogiev 104

ТИПОГРАФИЯТА В КОНТЕКСТА НА ГРАДСКАТА НАВИГАЦИЯ: ЕСТЕТИКА, ЧЕТЛИВОСТ И КОМУНИКАЦИЯ.
Ани Димитрова 114
TYPOGRAPHY IN THE CONTEXT OF URBAN NAVIGATION: AESTHETICS, LEGIBILITY, AND COMMUNICATION.
Ani Dimitrova 114

ВЪЗРАЖДАНЕ НА НАСЛЕДСТВОТО – ДОМЪТ НА ИВАН ДРАСОВ ВЪВ ВАРНА
Десислава Георгиева 122
REVIVAL OF HERITAGE – THE HOUSE OF IVAN DRASOV IN VARNA
Desislava Georgieva 122

СКРИТОТО КУЛТУРНО НАСЛЕДСТВО НА ВАРНА - БИВШИТЕ КАЗАРМИ НА ОСМИ ПРИМОРСКИ ПЕШИ ПОЛК
Ралица Чобанова 131
THE HIDDEN CULTURAL HERITAGE OF VARNA – THE FORMER BARRACKS OF THE EIGHTH COASTAL INFANTRY REGIMENT
Ralitsa Chobanova 131

ОПАЗВАНЕ НА АВТЕНТИЧНОТО АРХИТЕКТУРНО НАСЛЕДСТВО – РОЛЯТА НА ЧОВЕКА ПРИ СЪХРАНЯВАНЕ ИСТОРИЯТА НА СГРАДИТЕ ВЪВ ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
Деляна Пенкова 140
THE AUTHENTIC ARCHITECTURAL HERITAGE – THE ROLE OF HUMAN IN PROTECTING THE HISTORY OF BUILDINGS IN VARNA, BULGARIA
Delyana Penkova 140

МАЩАБНОТО СТРОИТЕЛСТВО ПРИ РАЗРАСТВАНЕ НА ВАРНА ПРЕЗ ПЪРВАТА ПОЛОВИНА НА XX ВЕК
Иван Попов 149
SCALE BUILDING IN CROWING IN VARNA IN THE FIRST HALF OF THE XX CENTURY
Ivan Popov 149

ГЕНЧО НОВАКОВ – СТРОИТЕЛ И РЕЗБАР
Милен Маринов 158
GENCHO NOVAKOV – BUILDER AND CARVER
Milen Marinov 158

АНАЛИЗ НА ГОРСКИТЕ ПОЖАРИ В БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ 2024 Г.: ПРИЧИНИ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПОУКИ ЗА БЪДЕЩЕТО
Иво Кожухаров, Борис Прешелков 166
ANALYSIS OF FOREST FIRES IN BULGARIA IN 2024: CAUSES, CONSEQUENCES, AND LESSONS FOR THE FUTURE
Ivo Kozhuharov, Boris Preshelkov 166

ПРЕВЕНЦИЯ НА ОПАСНОСТ И УЯЗВИМОСТ НА ИНФРАСТУКТУРНИ ОБЕКТИ ПРИ ГОРСКИ ПОЖАРИ
Борис Прешелков, Иво Кожухаров 175
PREVENTION OF HAZARD AND VULNERABILITY OF INFRASTRUCTURE OBJECTS TO WILDFIRES
Boris Preshelkov, Ivo Kozhuharov 175

РОЛЯТА НА СИМ В УСТОЙЧИВОТО УПРАВЛЕНИЕ НА ОБЩЕСТВЕНИ СГРАДИ
Димитър Георгиев, Дария Михалева 185
THE ROLE OF BIM IN THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PUBLIC BUILDINGS
Dimitar Georgiev, Dariya Mihaleva 185

ЛЬОСОВИ ПОЧВИ В БЪЛГАРИЯ И МЕТОДИ ЗА ТЯХНОТО ЗАЗДРАВЯВАНЕ
Атанас Златаров 191
LOESS SOILS IN BULGARIA AND METHODS FOR THEIR IMPROVEMENTS
Atanas Zlatarov 191

НОВ МЕТОД ЗА ПРЕДСТАВЯНЕ НОСИМОСПОСОБНОСТТА НА ЛЕТИЩНИ НАСТИЛКИ
Весела Филипова 198
A NEW METHOD FOR REPORTING THE STRENGHT OF AIRPORT PAVEMENTS
Vesela Filipova 198

УСИЛВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩО СЪОРЪЖЕНИЕ СЪС СЕИЗМИЧНА ИЗОЛАЦИЯ
Димитър Димитров 205
RETROFIT OF AN EXISTING STRUCTURE BY MEANS OF SEISMIC INSULATION
Dimitar Dimitrov 205

УСИЛВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩ ПРЕДВАРИТЕЛНО НАПРЕГНАТ СТОМАНОБЕТОНЕН МОСТ СЪС СИСТЕМА ЗА ВЪНШНО НАПРЯГАНЕ
Димитър Димитров 213
RETROFIT OF AN EXISTING PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE BRIDGE BY MEANS OF AN UNBOUNDED POST-TENSIONING SYSTEM
Dimitar Dimitrov 213

НОВ ПОДХОД И РАЗРАБОТВАНЕ НА ПРИЛОЖЕН НОРМАТИВЕН МЕТОД ОТЧИТАЩ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНСТРУКЦИЯ-ЗЕМНА ОСНОВА
Станислав Бакърджиев, Константин Казаков 221
NEW APROACH AND DEVELOPMENT OF A CODE APPLICABLE SOIL-STRUCTURE INTERACTION METHOD FOR ELASTIC RESPONSE MODELS
Stanislav Bakardzhiev, Konstantin Kazakov 221

ВЪЗМОЖНОСТИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА НАНОМАТЕРИАЛИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛСТВОТО
Татяна Стоянова 227
OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE USE OF NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION
Tatyana Stoyanova 227

ВЛИЯНИЕ НА ВЯТЪРНИТЕ ТУРБИНИ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА
Нели Тризлова, Мариана Цекова, Али Чакър 237
IMPACT OF WIND TURBINES ON THE ENVIRONMENT
Neli Trizlova, Mariana Tsekova, Ali Chakar 237

ПРОБЛЕМИ НА СИГУРНОСТТА ПРИ ВИСОКИ СГРАДИ
Николай Жечев, Хрисимир Дочев , Рафаил Рафаилов 244
SAFETY ISSUES IN HIGH-RISE BUILDINGS
Nikolay Zhechev, Khrisimir Dochev, Rafail Rafailov 244

INFLUENCE OF FLY ASH ON SHRINKAGE OF SELF-COMPACTING CONCRETE
Iva Despotović, Adrijana Savić 253

A DISCUSSION ABOUT POST-MILITARY HERITAGE AND DISSONANCE
Adelina Gabriela Lupu 259

FLEXURAL STRENGTH CAPACITY OF THE CONCRETE BEAMS FABRICATED WITH STEEL FIBER REINFORCEMENT
Adrijana Savic, Iva Despotovic, James Story, Servando Pastor Izara 267

ABANDONED INDUSTRIAL SPACES - A MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR THEIR USE IN EMERGENCY SITUATIONS
Ruxandra Vaşcovici 274

RESEARCH RESULTS OF METAL SPIRAL-FOLD SILOS
S. F. Pichugin, K. O. Oksenenko 282

DISTRIBUTION OF SKIN FRICTION ALONG THE LENGTH OF A PILE UNDER AXIAL TENSION LOAD.
Iliyan Markov 292

ЗВУКОИЗОЛАЦИЯ НА СЪВРЕМЕННИТЕ ЖИЛИЩА В БЪЛГАРИЯ. АНАЛИЗ НА КОНКРЕТЕН ПРИМЕР ОТ ПРАКТИКАТА И ПРЕПОРЪКИ ЗА ПОДОБРЕНИЕ Наталия Б. Иванова, Даниела Иванова-Узунова 302
SOUND INSULATION OF CONTEMPORARY RESIDENCES IN BULGARIA. ANALYSIS OF A CASE STUDY AND RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT
Natalia B.Ivanova, Daniella Ivanova-Uzunova 302

GEODESY 4.0: GEODESY TRANSFORMATION VIA NEW TECHNOLOGIES
Ani Stefanova 311

ОРГАНИЗАЦИОННИ МОДЕЛИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА СГРАДИ В БЪЛГАРИЯ
Стоян Тодоров 318
ORGANISATIONAL MODELS FOR BUILDING DEVELOPMENT IN BULGARIA
Stoyan Todorov 318

НУЖДА ЗА АКТУАЛИЗИРАНЕ НА БЪЛГАРСКИТЕ ТЕХНИЧЕСКИ СТАНДАРТИ ЗА РЕЦИКЛИРАН АСФАЛТ ВЪЗ ОСНОВА НА МЕЖДУНАРОДНИТЕ ПРАКТИКИ
Методий Стелиянов 328
NEED FOR REVISION OF THE BULGARIAN TECHNICAL STANDARDS FOR RECLAIMED ASPHALT IN ACCORDANCE WITH INTERNATIONAL PRACTICES
Metodiy Steliyanov 328

TAXATION BY CITATION, ONE OPTION TO ABUSE THE ROAD SAFETY IN BULGARIA
Metodiy Steliyanov, Martina Georgieva 338

ПОСТИГАНЕ НА РЕСУРСНА ЕФЕКТИВНОСТ В ПЪТНОТО СТРОИТЕЛСТВО ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА РЕЦИКЛИРАНИ АСФАЛТОВИ НАСТИЛКИ (RAP)
Методий Стелиянов 348
ACHIEVING RESOURCE EFFICIENCY IN ROAD CONSTRUCTION THROUGH THE USE OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP)
Metodiy Steliyanov 348

РОЛЯТА НА СЪВРЕМЕННАТА ТЕХНИЧЕСКА ДЪРВЕСИНА В ПРИЛАГАНЕТО НА ПРИНЦИПИТЕ НА БИОФИЛНИЯ ДИЗАЙН В ИНДУСТРИАЛНАТА АРХИТЕКТУРА
Георги Николов 357
THE ROLE OF MODERN ENGINEERED WOOD IN THE APPLICATION OF BIOPHILIC DESIGN PRINCIPLES IN INDUSTRIAL ARCHITECTURE
Georgi Nikolov 357

СРЯЗВАНЕ МЕЖДУ ПЛОЧА И СТЕБЛО ПРИ СТОМАНОБЕТОННИ ГРЕДИ
Никола Ангелов 367
SHEAR BETWEEN WEB AND FLANGES OF CONCRETE BEAM
Nikola Angelov 367

ПРЕДЗАВОДСКАТА ПЛОЩАДКА НА ИНДУСТРИАЛНИТЕ СГРАДИ КАТО ВЪНШНО МЕЖДИННО ПРОСТРАНСТВО. АРХИТЕКТУРНИ ТРАНСФОРМАЦИИ.
Радина Писарска 375
PRE-FACTORY SQUARE OF INDUSTRIAL BUILDINGS AS AN EXTERIEUR TRANSITION SPACE. ARCHITECTURAL TRANSFORMATIONS
Radina Pisarska 375

КОНОПЕНИЯТ БЕТОН И ПРИЛОЖЕНИЕТО МУ В СЪВРЕМЕННИ ЕДНОФАМИЛНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ
Тереза Жекова 385
HEMPCRETE AND ITS APPLICATION IN CONTEMPORARY SINGLE-FAMILY RESIDENTIAL BUILDINGS
Tereza Zhekova 385

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЯТ КОМФОРТ КАТО ОСНОВЕН ЕЛЕМЕНТ НА АРХИТЕКТУРАТА НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА
Тереза Жекова 395
PSYCHOLOGICAL COMFORT AS A KEY ASPECT FOR THE ARCHITECTURE OF LIVING ENVIRONMENT
Tereza Zhekova 395

БИОФИЛЕН ДИЗАЙН В СЪВРЕМЕННИТЕ ИНТЕРИОРНИ ПРОСТРАНСТВА НА ЛЕТИЩНИТЕ ТЕРМИНАЛИ
Лора Панайотова 405
BIOPHILIC DESIGN AS PART OF THE CONTEMPORARY INTERIOR OF AIRPORT TERMINALS
Lora Panayotova 405

ПУБЛИЧНО ИЗКУСТВО, ГРАДСКО ПРОСТРАНСТВО, АРХИТЕКТУРНА ИДЕНТИЧНОСТ В НАШИ ДНИ.
Ирена Спиридонова 414
PUBLIC ART, URBAN SPACE, ARCHITECTURAL IDENTITY IN OUR DAYS.
Irena Spiridonova 414

ЗОНИ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И СОЦИАЛНИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОБЩЕСТВЕНИТЕ СГРАДИ В ТРИ ЖИЛИЩНИ ЗОНИ НА ВАРНА
Боряна Ножарова, Петър Николов 420
SPACES OF INTERACTION AND SOCIAL DIMENSIONS OF PUBLIC BUILDINGS IN THREE RESIDENTIAL AREAS OF VARNA
Boriana Nozharova, Peter Nikolov 420

ПЛАСТИЧНАТА ДЕКОРАЦИЯ НА ОСМАНСКИТЕ ЧЕШМИ В БЪЛГАРИЯ (XV - XIX век)
Мария Матеева 430
PLASTIC DECORATION OF THE OTTOMAN FOUNTAINS IN BULGARIA (15th–19th centuries)
Maria Mateeva 430

БЪДЕЩЕТО НА ЗАТВОРЕНИТЕ ЖИЛИЩНИ КОМПЛЕКСИ. АВТОРОВА ВИЗИЯ
Камен Добрев 440
THE FUTURE OF GATED COMMUNITIES. AUTHOR'S VISION
Kamen Dobrev 440

КОМПОЗИЦИЯ НА АРХИТЕКТУРНАТА ФОТОГРАФИЯ
Стела Ташева 446
COMPOSITION OF ARCHITECTURAL PHOTOGRAPHY
Stela Tasheva 446

ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ НА СИМ (СТРОИТЕЛНО-ИНФОРМАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ) В СТРОИТЕЛСТВОТО
Мартина Стоянова, Орлин Давчев 452
HISTORY AND DEVELOPMENT OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)
Martina Stoyanova, Orlin Davchev 452

ДОМЪТ КАТО ПРОЕКЦИЯ НА ИЗКУСТВОТО (ДИАНА ГРИГОРОВА И НЕЙНАТА АРТИСТИЧНА ОБИТЕЛ)
Доника Кирова 459
THE HOME AS A PROJECTION OF ART (DIANA GRIGOROVA AND HER ARTISTIC HABITAT)
Donika Kirova 459

СПЕЦИАЛИЗИРАНИ ТЕРИТОРИАЛНОУСТРОЙСТВЕНИ РАЗРАБОТКИ – УРБАНИСТИЧНИ ПОТЕНЦИАЛИ
Диана Иванова 470
SPECIALIZED SPATIAL PLANNING DEVELOPMENTS – URBAN POTENTIALS
Diana Ivanova 470

ПРОБЛЕМИ И УСПЕХИ В РАЗВИТИЕТО НА ЗЕЛЕНИТЕ ПРОСТРАНСТВА В БЪЛГАРСКИТЕ КУРОРТИ И ЗОНИ ЗА РЕКРЕАЦИЯ И ОТДИХ

Александър Д. Слаев 478
ISSUES AND ADVANCEMENTS IN THE DEVELOPMENT OF GREEN SPACES IN BULGARIAN RESORTS AND RECREATION AREAS
Aleksandar D. Slaev 478

ОТ СИГУРНОСТТА НА ТРЕЗОРА ДО НЕСИГУРНОСТТА НА ЗАГАДКАТА: ФУНКЦИОНАЛНАТА МЕТАМОРФОЗА НА ЕДНА КУЛТУРНА ЦЕННОСТ
Доротея Димитрова 488
FROM VAULT SECURITY TO ENIGMATIC UNCERTAINTY: THE FUNCTIONAL METAMORPHOSIS OF AN ARCHITECTURAL HERITAGE
Doroteya Dimitrova 488

КЪЩА-МУЗЕЙ АНТОН НОВАК: КОНСЕРВАЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ, АДАПТАЦИЯ
Теа Цветанова 498
ANTON NOVAK HOUSE-MUSEUM: CONSERVATION, RESTORATION, ADAPTATION
Tea Tsvetanova 498

ЗВУКЪТ НА СЕЦЕСИОНА: КЪЩАТА НА АТАНАС БУЙНОВ КАТО АРХИТЕКТУРЕН РЕЗОНАНС В РИТЪМА НА ВРЕМЕТО
Димана Йотовска 507
THE SOUND OF SECESSION: THE ATANAS BUYNOV HOUSE AS AN ARCHITECTURAL RESONANCE IN THE RHYTHM OF TIME
Dimana Yotovska 507

СПОМЕН ЗА АРХИТЕКТУРАТА: АДАПТАЦИЯ НА НЕДВИЖИМОТО КУЛТУРНО НАСЛЕДСТВО В ГРАДСКАТА СРЕДА
Милена Георгиева 517
MEMORY OF ARCHITECTURE: ADAPTIVE TRANSFORMATION OF CULTURAL HERITAGE IN THE URBAN ENVIRONMENT
Milena Georgieva 517

СВЛАЧИЩЕ „СМОЛЯНСКИ ЕЗЕРА“ - ПРЕПОРЪКИ ЗА УКРЕПВАНЕ УСТОЙЧИВОСТТА НА ТЕРЕНА
Мариана Цекова, Нели Тризлова 527
„SMOLIAN LAKES“ LANDSLIDE - RECOMMENDATIONS FOR STRENGTHENING THE TERRAIN STABILITY
Mariana Tsekova, Neli Trizlova 527

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

СТРОИТЕЛНО-ИНФОРМАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ (СИМ) В БЪЛГАРИЯ - ДА ИЛИ НЕ, ЗАЩО И КАК

Михаела Кутева-Генчева[1]

РЕЗЮМЕ:

Внедряването на строително-информационно моделиране (СИМ/BIM) като интегриран подход в строително-инвестиционния процес предлага значителни предимства за строителната индустрия, но същевременно поражда редица организационни, технологични и културни предизвикателства за всички участници в процеса на проектиране, изпълнение и експлоатация. Многослойният строително-информационен цифров модел съчетава геометрични характеристики, материални спецификации, количествено-стойностна информация, графици и етапи на реализация и подпомага цялостната координация между проектанти, строители и възложители и ефективното управление на целия работен процес и различните информационни потоци. Приложението на СИМ налага сериозни предизвикателства, свързани с трансформацията на традиционните работни процеси, необходимостта от значителни инвестиции в цифрова инфраструктура и обучение и подготовка на подходящо квалифицирани кадри, както и от въвеждане на единни стандарти и нормативна рамка. Успешната интеграция на СИМ изисква стратегическо планиране, ефективна междуинституционална комуникация и създаването и приемането на нова, иновационна, организационна култура.

Ключови думи: строително-информационно моделиране, строително-инфорационен модел

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN BULGARIA – YES OR NO, WHY AND HOW

Mihaela Kouteva-Guentcheva[1]

ABSTRACT:

The implementation of Building Information Modeling (BIM) as an integrated approach in the construction investment process offers significant advantages for the construction industry, while simultaneously presenting a number of organizational, technological, and cultural challenges for all stakeholders involved in the design, execution, and operation phases. The multilayered digital BIM model combines geometric features, material specifications, quantity and cost information, schedules, and implementation stages, supporting overall coordination among designers, builders, and clients, as well as the effective management of the entire workflow and various information streams. The application of BIM brings forth serious challenges related to the transformation of traditional work processes, the need for substantial investment in digital infrastructure, and the training and development of adequately qualified personnel. Additionally, it requires the establishment of unified standards and a comprehensive regulatory framework. The successful integration of BIM demands strategic planning, effective inter-institutional communication, and the creation and adoption of a new, innovation-oriented organizational culture.

Keywords: Building **Information** Modeling, Building Information Model

[1] Михаела Петрова Кутева-Генчева, инж. д-р проф., УАСГ
Mihaela Petrova Kouteva-Guentcheva, Eng. PhD Prof., UACEG, kouteva_fce@uacg.bg

1. Накратко за необходимостта от цифрова трансформация

Опитът от последните няколко години показва, че всички организации в различните индустрии са изправени пред предизвикателства от прекъсвания на ефективната комуникация и качествения обмен на данни и информация. Мнозина намират начини да съгласуват или да преоткрият своите дейности, за да отговорят на неочакваните промени достатъчно бързо и качествено с помощта на съвременните средства за автоматизацията на рутинните и специализираните дейности. Ефективното използване на инструментариума за автоматизация на инженерния труд в строителството поставя две ключови задачи: (а) осигуряване на качествени целеви данни в съответен цифров формат, четим от компютърните системи и (б) създаване и поддържане на надеждна устойчива електронна среда за ефективен и сигурен обмен на данни и информация. Така логично се формират и двете основни задачи на процеса на цифрова трансформация в глобален аспект: цифрова обработка и цифровизация. Цифровизацията има за цел да улесни и повиши ефективността на основните информационни дейности и процеси, свързани със събиране, съхранение, обработка и споделяне (разпространение) на данните и информацията. Този процес включва цифрово описание на основните информационни потоци и процеси в рамките на всяка различна задача независимо от мащаба на задачата по отношение на създаваната, управлявана и обменяна информация. Процесите на обмен на данни засягат възможностите за разпространение и обратната връзка от страна на потребителите на данни, също и организацията на координиран достъп до данните.

2. Процесът на цифровизация в строителния бранш.

Преобразуването на физическата информация в цифрова и автоматизирането на ежедневни инженерни дейности е важно условие за повишаване на ефективността на строителния бизнес. Първата стъпка в този процес е свързана с осигуряването на наличната и бъдещата документация в цифров формат. В етапа на строителство в съответствие със законовите изисквания, но и в известна степен поради рутина и инерция, все още се борави с хартията като информационен носител – актове, ръкописни заповедни книги и дневници. Така ефективността на работа все още е ограничена и използването на компютри не води до реализиране на печалба от повишена ефективност. В съвременната практика всички конструктивни чертежи са цифрови, но при модификации на моделите и актуализация на данните не всеки участник в съответния процес има достъп до последно актуализирана най-нова версия. В тази фаза специалистите разполагат с всякакъв вид цифрова информация, но трябва да отделят много време, за да проверяват сами данните и да извличат съответната информация.

Днес информацията и времето са едни от най-ценните ресурси. Прекомерната информираност и хаотичният поток от информация могат да затруднят процесите на взимане на решения. Ето защо използването на съвременни средства за автоматизация и управление на данни вече се превръща в критичен инструмент за осигуряване на необходимата ефективност на операциите, свързани със събиране и обработка на данни и информация. Разрастването на информационните технологии измества баланса в техническата документация към по-голям обем цифрови данни и информация, като файлове с документи, pdf файлове, електронни формуляри, имейли, видеоклипове и др. Строителната индустрия възприема доста бавно новите цифрови технологии, които се нуждаят от предварителна инвестиция, дори при очаквани значителни дългосрочни ползи. По данни, актуални към 2016 г., разходите за научноизследователска и развойна дейност в строителството са по-малко от 1% от приходите срещу 3,5 до 4,5% за автомобилния и аерокосмическия сектор. Това важи и за разходите за информационни технологии, които представляват по-малко от 1% от приходите за строителство, въпреки наличието на редица разработени нови софтуерни решения за индустрията (Agar, Chandrasekaran, & Sridhar, 2016). По-бавният темп на цифровизация и цифрова трансформация в строителния сектор е свързан със специфични за бранша технически предизвикателства като разнородност на обектите, вид проект, местоположение

на строителната площадка. Проектите стават все по-сложни и по-мащабни. Това са сериозни предизвикателства по отношение на типизацията и стандартизираното описание на процесите – да сравним петролопровод с летище, не е лесна задача.

3. Строително-информационно моделиране.

Строително-информационното моделиране (СИМ) е процес, който се основава на идеята за генериране и използване на цифрови модели на строежите, достъпни от заинтересованите страни през целия жизнен цикъл − от фазите на ранния идеен проект през технически и работен проект към етапите на строителство и експлоатация до етапа на реконструкция или разрушаване и премахване на строежа. Дефиницията за СИМ постепенно еволюира (Succar, 2009, NIBS, 2012, ISO19650, БДС ISO12006). Съвременното разбиране за СИМ обхваща цялостния процес на колективно създаване, използване и управление на цифрова информация за даден строеж като надеждна основа за вземане на информирани решения от всички заинтересовани страни през целия жизнен цикъл на строежа с помощта на съвременните информационни технологии. Важна част от процеса СИМ е разработването на структурирано цифрово описание на всеки аспект на изградения актив с помощта на набор от подходящи технологии. Това цифрово описание включва комбинация от детайлни триизмерни геометрични модели, свързани със съответните цифрови данни и информация за продукта във всички фази на жизнения цикъл – проучване, проектиране, изпълнение, предаване, експлоатация, разрушаване, премахване. Ключов резултат от този процес е строително-информационният модел − информационен модел на строежа, който интегрира в обща база данни цифровите описания на всеки аспект на моделирания и в последствие построен актив.

3.1. Еволюция от геометричен обект към многоизмерен строително - информационен модел

СИМ позволява интегрирането на цифровата информация за триизмерния геометричен модел с данни и информация относно материали, време, разходи и др. Възможността за включването на допълнителни аспекти към триизмерния геометричен модел позволява на проектните екипи да изяснят необходимите данни и информационни процеси, които подлежат на моделиране в рамките на жизнения цикъл на изследвания обект, и да ги присъединят към съответната геометрична информация. При всяко надграждане на модела със специфичен тип информация се въвежда и ново измерение на строително-информационния модел (СИМодел) (фиг. 1). Развитието на многоизмерността на строително-информационните модели започва с пет основни измерения (Sacks, Eastman, Lee, & Teich, 2018), като размерността продължава постепенно да се разширява (ACCASftr, 2022).

Фиг. 1. Измерения на строително-информационния модел (Кутева, 2022)

4. Преимущества при работа с многоизмерен строително-информационен модел.

Надграждането на 3D СИМодел със следващи измерения (4D − 10D) прави възможно интегрирането на различни процеси, анализи и оценки в рамките на жизнения цикъл на строежите. В международните стандарти тези измерения обикновено не се споменават. В процеса на работа, когато се изисква моделиране на конкретна информация, предварително се изясняват естеството на тази информация и съответните правила за нейното описание. Характерни приложения на различните измерения на строително информационния модел, основаващи се на информационния поток в строително информационното моделиране между участниците в жизнения цикъл на строежите са илюстрирани на фиг. 2.

Фиг. 2. Информационен поток в строително-информационното моделиране (Borrmann, König, Koch, & Beetz, 2018)

Едно от най-значимите предимства на СИМ в етапа на проектиране е възможността за автоматизирано генериране на графична документация под формата на технически чертежи (хоризонтални и вертикални изгледи и разрези) чрез извличане и автоматично съгласуване на необходимата информация директно от триизмерния информационен модел. Създаването на триизмерен модел е доста трудоемък процес, но предоставя редица улеснения и удобства в сравнение с работата с традиционните 2D чертежи. Това е съществена качествена разлика в сравнение с традиционната строително-нженерна практика, в която всеки двуизмерен технически чертеж (хартиен или цифров) изисква значителни времеви ресурси за отделното му създаване и последващо актуализиране. Ето защо 3D СИМ вече навлиза широко в архитектурно-строителното проектиране.

Концепцията и реализацията на СИМ като начин на работа и комуникация предоставя една изключително ценна функционалност - „проверка на модела“. Тази проверка включва две отделни операции: (а) проверка на съответствието на модела с изискванията на съответната нормативна база и СИМ стандарти за доставка на информация; (б) откриване на „сблъсъци“ – несъответстия в геометричните модели, разработени за целите на отделните специалности. Автоматизираното откриване на конфликти и несъотвествия в процеса на геометрично и графично моделиране правят възможни идентифицирането и разрешаването на потенциалните неясноти и въпроси между различните проектни дисциплини на достатъчно ранен етап. Това осигурява плавно протичане на процесите на същинско строителство без „аварийни“ прекъсвания и скъпоструващ престой.

СИМ позволява автоматизирано извличане на изчислителни схеми и модели директно от триизмерния информационен модел, в който са въведени данни за геометрията и за материалните характеристики на моделирания обект. Тази функционалност позволява бърз и лесен оперативен обмен на данни между софтуерите за геометрично моделиране с широката гама от програмни продукти за анализи и симулации, с които се работи в етапа на проектиране – анализ и оценка на поведението и реагирането на конструкциите при различни въздействия, анализ на енергийна ефективност, симулации на евакуации при съответни сценарии.

Друга много полезна възможност, която предлага СИМ е интеграцията на триизмерните модели с времеви графици и линии и управление на разходи. Тази 3D-4D-5D интеграция дава възможност за свързване на цифровия геометричен модел с различни анализи за проверка във фазата на проектиране, които при традиционните методи се извършват само в етапа на изпълнение, т.е. по време на същинското строителство.

Функционалността за автоматизирано извличане на количества позволява надеждна предварителна оценка на разходите, изключително полезна както във фазите на офериране и/или участие в търгове, така и в работните фази на изпълнение. Основната концептуална разлика между традиционния метод на работа и прилагането на СИМ в процеса на планиране е свързана с разределението на интелектуалния ресурс и планираните усилия във времето (фиг. 3).

Фиг. 3. СИМ и съкращаване на сроковете в строително-инвестиционното проектиране (по идея от United BIM, 2022)

Предоставянето на СИМодел като част от тръжния процес дава възможност за дефиниране и описание на необходимите услуги и съответните разходи от страна на изпълнителите при подготовката на офертата и улеснява точността на фактуриране на по-късен етап. С помощта на четириизмерния 4D информационен модел, който свързва отделните процеси и компоненти с планираното време за изпълнение, последователността на строителството може да бъде ефективно валидирана. Моделирането на четвъртото измерение позволява предварително разработване на сценарии за реагиране при потенциални нарушения във времевия график, породени от различни причини – климатични условия, промени на време на доставки, други. Разработването на 5D СИМодел допринася за допълнителното интегриране на информация за разходите и може да бъде използвано за: (а) симулиране и анализ на процеса на усвояване на разходите във времето и оценка на влиянието на текущи промени върху целевия бюджет; (б) фактурирането на строителни работи, както и управлението на потенциални предизвикателства в процеса на изпълнение.

СИМ като начин на работа предоставя допълнителни предимства по отношение на дългата фаза на експлоатация на изградения строеж. Добре организираното предаване на висококачествена цифрова строително-техническа информация от проектантския екип към собственика, включително цялата необходима информация от фазата на строителство, позволява свързване на тази информация със системите за управление на придобития актив. При сградите това означава свързване на геометричната информация с данните за всички инсталации (ОВК, електро, ВиК), телекомуникации, специализирано оборудване. За експлоатацията на съвременните интелигентни сгради данните, получавани от инсталираните устройства за наблюдение, както и информацията за тези устройства, включително циклите на поддръжка и гаранционните им условия, са особено ценни. Много важен аспект на СИМодела е възможността за постоянно обновяване на цифровите данни. Редовно актуализираният цифров модел предоставя отлично информационно осигуряване на съответните проектни

дейности при необходимост от ремонт, усилване на строителната конструкция или промяна на функциите на актива. При строителните съоръжения цифровият геометричен модел се свързва с всички данни от съответните наблюдателни системи, включително дати за профилактика и преглед на състоянието на съоръжението (визуална инспекция и/или инженерен анализ). Строително-информационният модел е ценен източник на полезна информация и във фазата на разрушаване и премахване на строежите – подробните данни за вложените компоненти и материали позволяват планирането на екологичното им рециклиране и/или изхвърляне.

Устойчивото строителство има за цел установяване на оптималния баланс между човека, застроената околна среда и природата − от използването на природните ресурси през разработването на технологии и продукти до развитието на градовете и използването на земята. СИМ има за цел да осигури рамката за обединяване на всички тези аспекти в комплексна информационна система и предлага възможност за управлението на тази система. Интегрирането на оценките на жизнения цикъл и СИМодел е насочено към оценка на въздействието на строителните работи върху околната среда през целия жизнен цикъл − от производството на отделни материали през строителство и монтаж до извеждането от експлоатация. Съхранението на многоизмерния цифров СИМодел и координираният достъп на заинтересованите страни до този модел през целия жизнен цикъл на строежа позволяват надеждна оценка на въздействието на всяка потенциална промяна в строежа върху устойчивостта на актива в смисъла на системите за сертифициране.

5. Подходи за въвеждане на СИМ като начин на работа.

Строително-информационното моделиране е част от общия процес на цифрова трансформация на строителния бизнес. Интуитивно най-простото разграничаване се описва чрез термините „голям“, „малък“, „отворен“ и „затворен“ СИМодел. С тези определения се дефинират два аспекта на начина на работа в зависимост от използването на: а) тип програмни продукти; б) файлови формати за оперативен обмен на данни и информация. При работата с малък СИМодел всяка заинтересована страна използва различен (собствен) софтуер при изпълнението на специфична задача за проектиране (Jernigan, 2008). Софтуерът се използва за създаване на „собствен“ триизмерен модел и извличане на чертежи, които служат за обмен на информация в конвенционалния информационен поток. Това е изолирано решение в рамките на една специалност, при което моделът не се прилага в други програмни пакети и не се предава на други заинтересовани страни. Такъв начин на работа води до реализиране на печалба от повишаване на ефективността, но големият съществен потенциал за пълноценно оползотворяване на цифровата информация за строежа остава неизползван. Специалистите често сравняват идеята за малък СИМодел със сценария на провеждане на сложни изчисления без възможност за използване на интернет и компютърните мрежи. Внедряването на компютърни системи за работа с голям СИМодел дава възможност за работа на всички специалности върху единен интегриран модел и съответна комуникация между всички заинтересовани страни в обща работна платформа през целия жизнен цикъл на строежа. Тук се ползват всички предимства, които предлагат мрежовите връзки. Затвореният модел на СИМ предполага оперативен обмен на информация чрез специфични файлови формати, характерни за една платформа (един доставчик), докато отвореният модел на СИМ позволява работа с програмни продукти от различни платформи и оперативен обмен на данни и информация чрез неутрални отворени файлови формати (напр. IFC). В практиката много често се използват и комбинирани модели.

С въвеждането на системата от международни ISO стандарти за СИМ поетапното внедряване на СИМ се свежда до три последователни етапа, описани накратко в табл. 1 (ISO19650, 2018).

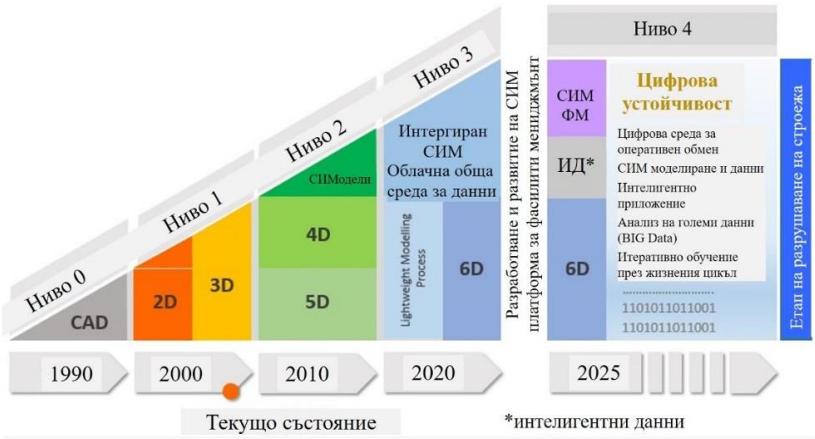
5.1. Нива на зрялост при СИМ: Структуриран модел за цифрова трансформация в строителството

Нивата на зрялост при СИМ (BIM), фиг. 4, представляват структуриран модел за оценка на степента, до която СИМ методологиите и технологиите са внедрени в рамките на строителни проекти и организации. Тези нива осигуряват стандартизирана основа за прогресивно въвеждане на дигитални практики, позволявайки на заинтересованите страни да оценят текущите си възможности, да определят цели за развитие и да хармонизират процесите си с добрите индустриални практики.

Табл. 1. Етапи на внедряване на СИМ (ISO19650, 2018)

Етап	Описание
Етап 1	комбиниране на 2D CAD чертежи и информационни модели, отговарящи на изискванията на съответния национален стандарт за управление на проекти
Етап 2	интегрирано управление на проектите въз основа на работа със специализирани обединени информационни модели, отговарящи на международен стандарт ISO 19650
Етап 3	структурирани бази данни от информационни модели, които могат да бъдат достъпвани в реално време и позволяват налагането на отворената СИМ концепция (openBIM) като система за управление на проекта и последващото въвеждане на строежа в експлоатация

Концепцията за СИМ зрялост е формализирана първоначално от Съвета по строителство на Обединеното кралство чрез т.нар. „клин на зрялост“ (BIM maturity wedge), а по-късно е доразвита в редица международни стандарти, като ISO 19650. Най-често използваната класификация дефинира четири основни нива на зрялост: Ниво 0, Ниво 1, Ниво 2 и Ниво 3, всяко от които отразява постепенна еволюция в интеграцията на данни, сътрудничеството и управлението на информацията.



Фиг. 4. Нива на зрялост при СИМ (HarmonyAT, 2022)

Ниво 0 описва среда без сътрудничество, където се използват CAD инструменти за 2D чертане без обмен на структурирана информация. Ниво 1 въвежда комбинирана употреба на 2D и 3D информация с управлявани CAD процеси в ограничена колаборативна среда. Данните се структурират по съответни стандарти, но обменът между участниците остава фрагментиран. Ниво 2 бележи съществен преход към съвместна работа. Всички участници използват 3D СИМодели и споделят информация чрез обща среда за данни (Common Data Environment, CDE). Моделите се създават отделно, но се обединяват чрез стандартизирани формати като IFC (Industry Foundation Classes). Ниво 2 често се асоциира с изисквания на публични възложители и е основа за координирано цифрово изпълнение на проекти. Ниво 3 цели пълна интеграция през целия жизнен цикъл на проекта чрез единен споделен модел. Това ниво насърчава работа в реално време, използване на облачни платформи и пълна оперативна съвместимост. Моделът се превръща в жива база данни, обхващаща проектиране, строителство и експлоатация, като подпомага управление на активи и поддръжка. Ниво 3 е свързано с концепции като „Отворен СИМ“, с възможности за мониторинг на представянето и прогнозен анализ. Над тези нива съвременни рамки предвиждат Ниво 4 – фокусирано върху

интеграцията на жизнения цикъл с времеви и ценови измерения (5D/6D BIM), и Ниво 5 – пълна дигитализация с автоматизация, включително използване на изкуствен интелект и интелигентно управление на активи. Нивата на зрялост на СИМ служат като пътна карта за цифровата трансформация в строителството, като подпомагат преминаването от базова дигитализация към напълно интегрирани и интелигентни системи. Тяхното прилагане улеснява прозрачността, ефективността и сътрудничеството през целия жизнен цикъл на строителните обекти.

5.2. Ниво на цифровизация и СИМ в България

В България има създаден цифров кадастър. Министерството на регионалното развитие и благоустройството разработи ГИС портал с възможност за различни нива на достъп до полезен набор от карти и други данни. Цифровата информация се споделя и обменя по различни канали за комуникация чрез мрежата. В резултат на последователните действия на българското правителство, с подкрепата на ЕК е разработена и приета Стратегията за цифрова реформа на българския строителен сектор, която е свързана с основни стратегически документи на Република България: Цифрова трансформация на България за периода 2020-2030 г., Интегриран план в областта на енергетиката и климата на Република България 2021-2030 г., Националната програма за развитие БЪЛГАРИЯ 2030, Националния план за възстановяване и устойчивост 2022-2026 г.

Националната стратегия за цифрова трансформация на строителния сектор 2020- 2030 г. поставя рамка за ускорено въвеждане на дигитални технологии с цел повишаване на ефективността, прозрачността и устойчивостта в проектирането, строителството и управлението на сграден фонд. В основата ѝ стои прогресивното прилагане на строително – информационното моделиране СИМ (Building Information Modeling, BIM) – първоначално на ниво 2, с перспектива за преминаване към по-високи нива на зрялост. Стратегията предвижда нормативни промени, въвеждане на задължителна СИМ документация при обществени поръчки, както и създаване на обща цифрова платформа за сътрудничество между публичния и частния сектор. Тя акцентира върху необходимостта от обучение на кадри, разработване на национални стандарти, интеграция с кадастрални и геопространствени данни и подкрепа за иновации чрез Европейския дигитален иновационен хъб (Eropean Digital Innovation Hub). Националната стратегия за дигитална трансформация 2020–2030 предвижда поетапно въвеждане на СИМ (BIM) Ниво 2 в публичния и частния сектор, както и реформиране на правната и регулаторната рамка с цел подкрепа на този преход.

Табл. 2. Предизвикателства в процеса на внедряване на СИМ в България (Благоева, 2023)

Предизвикателство	1	2	3	4	5
Разходи за внедряване на подходящ СИМ (специализиран софтуер, обучение на кадри)	3%	7%	15%	14%	60%
Необходимост от инвестиции за обучение и подготовка на кадри	5%	7%	18%	17%	54%
Несигурност по отношение на собствеността на данните (в това число авторски права) при одобряване на проект в 3D	15%	16%	34%	11%	25%
Липса на орган организационна култура при работа в мултидисциплинарен екип	7%	12%	29%	14%	38%
Слабо сътрудничество между страните в строително-инвеситиционния процес	8%	18%	28%	29%	33%
Законодателни бариери (липса на насоки за стандарти и насоки за управление на информацията)	12%	17%	25%	12%	34%
Липса на приложимо законодателство по отношение на концепцията за зелено устойчиво строителство във всички проекти	20%	12%	25%	15%	28%
Психологически бариери	16%	15%	25%	16%	26%
1 – клиент / възложител; 2 – проектант; 3 – строител; 4 – консултант; 5 – държавна/общинска администрация					

През април 2023 г. беше приета Национална пътна карта и стратегия, в която EDIH е определен за водеща структура при обучението на кадри (например в области като СИМ, ГИС

и машинно обучение), предоставяне на услуги за малко и средни предприятия (МСП), ускоряване на иновациите и насоки за достъп до финансиране.Реалистична оценка на текущото ниво на приложение на СИМ в България е доста трудна задача поради липса на достатъчно на брой анкетни проучвания, както и на достатъчно представителни данни за обработка (Кутева и др., 2017; Бешкова, 2023). Резюме на резултатите от анкетно проучване през 2023г. със 190 респондента (Бешкова, 2023) е показано в таблица 2.

6. Заключителен коментар

Цифровите технологии променят начина, по който работим. Процесът на цифрова трансформация на бизнеса е многоаспектен в дългосрочен план – свързан е с редица социални, психологически, поколенчески, дори политически и национални особености и чак след това с различните технически предизвикателства в различните сектори. Строителството е областта, в която се срещат и си взаимодействат почти всички икономически дейности. България активно преминава от начален етап на прилагане на BIM към стратегическа, стандартизирана и устойчива дигитализация. Основните двигатели на този процес включват: ясна национална стратегия с цели, съобразени с политиките на ЕС; устойчиво развитие на капацитет чрез Европейския дигитален иновационен хъб (EDIH) и академичните среди; пилотни програми и сътрудничество в рамките на целия сектор; прилагане на международни стандарти като ISO 19650. За да се постигне по-нататъшен напредък, е необходимо да се положат допълнителни усилия за: (а) въвеждане на задължително използване на СИМ при обществени поръчки; (б) разширяване на прилагането на Ниво 2; (в) засилване на участието на малки и средни предприятия (МСП) и (г) улесняване на прехода към Нива 3–5 (интелигентен BIM и дигитални двойници).

С развитието на процесите на цифровата обработка и цифровизация възниква необходимостта от специализирани кадри както за пряко участие в процесите, така и за тяхното специфично управление и координиране. Това предполага откриването на нови служебни позиции за изпълнителни и управленски дейности в компаниите, които имат различни отговорности, като: прилагане на съществуващи планове и политики за цифровизация; подпомагане на текущата цифрова бизнес трансформация; определяне на бъдеща стратегия и изготвяне на съответна пътна карта. Към тази група служители и ръководители има изискване за лична и професионална отвореност/стремеж към култивиране на уникална и широка гама познания и умения. Отговорностите им обхващат и работата като стратегически партньори на специалистите по информационни технологии, които играят ключова роля в оценката на потенциалните доставчици на услуги и уточняване на изискванията към необходимата техническа инфраструктура за изпълнение на избраната стратегия за цифровизация.

ЛИТЕРАТУРА

[1] E. F. Jernigan. “BIG BIM – little BIM: the practical approach to building information modeling: integrated practice done the right way!”, 2nd edition, Salisbury, MD; USA.: 4 Site Press, 2008

[2] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, P. Teich. “BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers”, John Wiley & Sons, Inc. 2018.

[3] В. Благоева-Бешкова, „Готовност за внедряване на СИМ в България“, Магистърска теза, УАСГ, България, 2023.

[4] М. Кутева, „Анализ и оценка на възможностите на технологиите на строително-информационното моделиране за внедряване в строителния бранш в България“, УАСГ, отчет проект БН 195-16, 2017.

[5] М. Кутева, “Строително-информационно моделиране. Концептуална рамка и съвременни предизвикателства”, София, 2022.

[6] A. Borrmann, M. König, C. Koch, J. Beetz, “Building Information Modeling: Why? What? How?: Technology Foundations and Industry Practice”, Springer, 2018.
[7] B. Succar, “Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders”, Automation in Construction, vol. 18 no. 3, pp. 357-375, 2009.
[8] ACCASftr. „The dimensions of BIM” 2022. Accessed: 25.05.2025. [Online.] Available: https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/
[9] HarmonyAT. “BIM Maturity Level: which level is your business at?” 2022. Accessed: 30.08.2022. [Online.] Available: https://www.harmony-at.com/blog-technology-in-construction/bim-maturity-level/
[10] R. Agar, S. Chandrasekaran, M. Sridhar. “Imagining construction’s digital future” 2016. Accessed: 25.05.2025. [Online.] Available: https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future
[11] UnitedBIM. “MEP Coordination. – Everything You Need to Know | Importance & Benefits” 2022. Accessed: 20.05.2025. [Online.] Available: https://www.united-bim.com/mep-coordination-bim-importance-benefits-outsourcing/
[12] Managing Information with Building Information Modelling (BIM), ISO 19650, 2018
[13] Строителство на сгради. Организация на информацията в строителството. Част 2: Рамка за класифициране, БДС EN ISO 12006-2:2020 (ISO 12006-2:2015)
[14] National BIM Standard – United States, NIBS, building SMART Alliance, 2012

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

NEW LIFE FOR BALCHIK AIRPORT INTERANTIONAL ACADEMIC COOPERATION FOR CREATIVE IDEAS

Sorina-Georgiana Rusu[1], Plamen Petrov[2]

ABSTRACT:

The history of Balchik Airport is a testimony to the dynamic interplay between military and civil aviation. By its history the facility has a notable connection to Queen Marie of Romania. The initial phase of airport development primarily handling civil flights, facilitating access for tourists and the royal court to the burgeoning resort area. Reflecting the traditional Balchik architectural style, the reception building of the airport represents a valuable asset of the area. Also, for decades, Balchik Airport served as a significant military airbase, hosting various aviation formations and playing an important role in the country's defense.

As the aviation industry strives to meet ambitious environmental goals, the integration of electric propulsion, advanced materials, and autonomous technologies, Balchik Airport will play a crucial role in supporting both the local economy and national defense.

Recent initiatives in 2024 have included conceptual projects by architecture and urban planning students in an international effort of cooperation between two prestigious universities in Romania and Bulgaria. The knowledge sharing and interdisciplinary approched in the New Life for Balchik Airport international competition led to imagining the future development of this valuable area in 5 concepts.

This article explores the significance of international collaboration in fostering creative ideas in architecture and urban planning, examining current trends, a successful case study, and the potential for future initiatives.

Keywords: urban planning, architecture, aviation, military, airport, cultural heritage, Balchik, future design, international cooperation, education, public-private partnership, innovation

1. Introduction.

Balchik Airfield, located near the Bulgarian town of Balchik on the Black Sea coast, has a rich and multifaceted history that reflects the broader socio-political changes in the region and the architecture primarily rooted in its early period as a civil airport under Romanian administration in the 1930s. The establishment of a civil airfield to serve routes like Bucharest-Constanța-Balchik, with a dedicated reception building was built in 1933. This building was designed by architect Constantin Dragu and it is a very interesting structure reflecting the traditional Balchik architectural style. The initial phase of development saw the airport primarily handling civil flights, facilitating access for tourists and the royal court to the burgeoning resort area. Balchik Airfield has a notable connection to Queen Marie of Romania, primarily due to its establishment during the period when the region of Southern Dobrudja, including Balchik, was under Romanian administration (1913-1940).

[1] Lecturer Habil.Urb.PhD.Urb.PhD.Mil.Sc. Sorina-Georgiana Rusu, Faculty of Urban Planning, "Ion Mincu" University of Architecture and Urban Planning, Bucharest, Romania, e-mail: rususorina2004@yahoo.com, https://www.uauim.ro/en/university/faculty/sorina-rusu/

[2] Assoc. Prof. PhD Arch. Plamen Petrov, Faculty of Architecture, Department of Architecture and Urbanism, Varna Free University Chernorizts Hrabar

The airfield transitioned to military use in 1941. For decades, it served as a significant military airbase, hosting various aviation formations and playing an important role in the country's defense. While this period undoubtedly involved the construction of hangars, barracks, and other functional military infrastructure the focus shifted from civil passenger facilitation to military operations and aircraft maintenance. Since 1998, Balchik Airfield has operated with a reduced military capacity and also holds a general aviation civil license for non-commercial flights. While the infrastructure has been maintained to support these functions, major new architectural developments appear limited.

Today, Balchik Airport operates as a dual-use facility, serving both military and civil aviation. With a high potential for future development, the architecture may see further evolution to accommodate civilian needs while respecting its historical significance and also military needs. This area has long been a subject of discussion regarding its potential for revitalization. Once a bustling hub for tourists visiting the Black Sea region, the airport has faced challenges that have led to its decline. However, recent developments and strategic initiatives suggest a promising future for Balchik Airport.

Recent initiatives in 2024 have included conceptual projects by architecture and urban planning students from both Romania and Bulgaria countries exploring the uses and designs for the airport, highlighting the potential for future evolution of the area. The "New Life for Balchik Airport" competition represents a significant collaborative effort between students from Romania and Bulgaria, aimed at reimagining the future of the Balchik facility as an airport. The competition, which took place in April 2024, involved students from the Varna Free University "Chernorizets Hrabar" in Bulgaria and the ”Ion Mincu” University of Architecture and Urban Planning in Romania. This initiative not only highlights the potential for architectural innovation but also emphasizes the importance of cross-border cooperation in addressing regional development challenges.

2. Current International and Local Context.

Civil-military airports serve a dual purpose, accommodating both civilian and military aviation activities. As global air traffic continues to rise and military operations evolve, the future of these airports is poised for significant transformation. Civil-military airports are strategically important for both national defense and civil aviation. According to the International Civil Aviation Organization (ICAO), there are over 1,000 civil-military airports worldwide, with many located in regions where military presence is crucial for national security. [1] These airports often share runways, air traffic control, and other facilities, which can lead to operational efficiencies but also create unique challenges. Civil-military airports can leverage this economic potential by attracting both commercial flights and military contracts, thus enhancing their financial sustainability.

In recent years, the Balchik Airfield has experienced a significant reduction in flight operations, leading to a decline in passenger numbers. The decline can be attributed to several factors, including increased competition from larger airports in Varna and Burgas, changes in travel patterns, and insufficient marketing efforts. Additionally, the airport's infrastructure has suffered from neglect, with outdated facilities and limited services that fail to meet modern traveler expectations. But recently Bulgaria and Romania Schengen accession [2] gives Balchik Airfield chance to develop.

2.1. Factors Contributing to Decline.

The emergence of Varna and Burgas airports as dominant players in the region has significantly impacted Balchik Airport's viability. Both airports offer a wider range of international flights, modern facilities, and better connectivity, making them more attractive to travelers. The competition has led to a decrease in the number of airlines willing to operate at Balchik, further exacerbating its decline

Balchik Airport's infrastructure has not kept pace with the demands of contemporary air travel. The terminal facilities are outdated, and there is a lack of essential amenities such as duty-free shops, restaurants, and comfortable waiting areas. This has resulted in a less appealing experience for passengers, discouraging them from choosing Balchik over its competitors.

Another critical factor contributing to the airport's decline is its lack of effective marketing. The airport has not capitalized on its strategic location near popular tourist destinations, such as the Balchik Botanical Garden and the historic Balchik Palace. Without a robust marketing strategy to promote its unique offerings, the airport has remained relatively unknown to potential travelers.

2.2. Trends Influencing the Future of Aviation.

Global air traffic is projected to double over the next two decades, driven by rising passenger demand and cargo transport needs. The Federal Aviation Administration anticipates that U.S. passenger numbers will reach 1.2 billion by 2039, necessitating expanded capacity at airports, including civil-military facilities [3]. This growth presents an opportunity for civil-military airports to enhance their infrastructure and services to accommodate increased traffic.

Technological innovations are reshaping airport operations. The integration of advanced air traffic management systems, drone technology, and automated processes can improve efficiency and safety at civil-military airports. For instance, the implementation of the NextGen air traffic management system in the U.S. aims to enhance the safety and efficiency of airspace, benefiting both military and civilian operations [4].

Sustainability is becoming a central focus for the aviation industry. Civil-military airports are increasingly adopting green technologies and practices to reduce their environmental footprint. Initiatives such as the use of sustainable aviation fuels (SAFs), energy-efficient ground operations, and carbon offset programs are gaining traction. The European Union has set ambitious targets for reducing carbon emissions, which will likely influence policies at civil-military airports [5]

The evolving security landscape needs robust security protocols at civil-military airports. The rise of cyber threats, terrorism, and geopolitical tensions has prompted airports to invest in advanced security technologies, including biometrics and artificial intelligence. The integration of military-grade security measures can enhance the safety of both civilian and military operations [6]

In this context, Bulgaria has a real opportunity to establish itself as a leader in Advanced Air Mobility (AAM) in the Balkans, according to a summary report of the Advanced Air Mobility Institute (AAMI), prepared after the global AAM forum GAAMF 2025, which took place in January 2025. [7]

2.3. Design of Future Airports and Small Aircrafts Inovation.

The aviation industry is at a pivotal point, where technological advancements and environmental considerations are reshaping the design of airports and small aircrafts. As global air travel continues to expand, the need for innovative solutions that enhance efficiency, safety, and sustainability becomes paramount. Modern airport design increasingly prioritizes sustainability. According to the International Air Transport Association (IATA), the aviation industry aims to achieve net-zero carbon emissions by 2050 [8]. Also, the push for sustainable aviation has led to significant innovations in small aircraft design, particularly in electrification. Electric aircraft are being developed to reduce reliance on fossil fuels and minimize emissions.

Also, the integration of advanced technologies is revolutionizing airport operations. The use of artificial intelligence (AI), biometrics, and automation is enhancing passenger experiences and operational efficiency. Additionally, the use of advanced materials and aerodynamic designs is enhancing the performance and efficiency of small aircrafts. For example the use of lightweight composite materials reduces aircraft weight, improving fuel efficiency and performance. The use of carbon-fiber-reinforced polymers in aircraft design can lead to weight reductions of up to 20% [9]. Innovations in wing design, such as blended wing bodies and morphing wings, are being explored to improve aerodynamic efficiency and reduce drag. These designs can potentially enhance fuel efficiency by up to 15%. Also, Concept of Operations for Uncrewed Urban Air Mobility [10], will led to future airports with the passenger centric design experience in mind, that includes flexible spaces and enhanced amenities. Top companies in aviation are pioneering urban air mobility solutions that leverage autonomous flight capabilities, that would include key benefits as increased safety and cost efficiency.

As the aviation industry strives to meet ambitious environmental goals, the integration of electric propulsion, advanced materials, and autonomous technologies will play a crucial role. In this context addressing regulatory, infrastructural, and public acceptance challenges will be essential to realize the full potential of these innovations. The aviation sector must work collaboratively with architects, urban planners and stakeholders to ensure a safe, efficient, and sustainable future.

3. International Academic Cooperation for Creative Ideas in Architecture and Urban Planning.

International academic cooperation has become increasingly vital in the fields of architecture and urban planning. As global challenges such as climate change, urbanization is intensify and aviation field is developing, the need for innovative solutions that draw on diverse perspectives and expertise is more pressing than ever. This article explores the significance of international collaboration in fostering creative ideas in architecture and urban planning, examining current trends, a successful case study, and the potential for future initiatives. One prominent trend in international academic cooperation is the establishment of collaborative education and research projects. These initiatives often involve partnerships between universities, research institutions, and industry stakeholders from various countries.

The collaboration of Varna Free University "Chernorizets Hrabar" with the Faculty of Urbanism - University of Architecture and Urban Planning "Ion Mincu" and the support of the Management Authority from Albena led to design a unique interational competition for creative ideas regarding New Life for Balchik Airport.

Fig. 1 Signing the protocol of cooperation between VFU and IMUAU; Fig. 2. Visit of Romanian delegation to Varna

4. New Life for Balchik Airport International Competition.

The international creative ideas competition offered to 10 students from Romania and 6 students from Bulgaria (fields of: architecture, landscape and urban planning) the possibility to reimagine the current **Balchik Airport** and the transformation of this space into a vital, functionally representative, efficiently organized place that will become a landmark for the community, preserving both the civilian and military characteristics of the site. Each team had to realize two 70x100 cm posters portrait orientation, respecting the layout and the mandatory pieces requested by the Contest Theme.

International teams of Bulgarian and Romanian students of architecture, urban planning and landscape design created five concepts for the reactivation of the joint-use airport in Balchik. The competition was held in four stages [11]. The first stage of the competition took place between 5th and 7th April when students visited Balchik Airport, where they learned more details about the history of the place and could study the configuration of the area. After the field trip, students met with Mr. Krassimir Stanev, the director of the Albena Management Authority and were able to attend the presentations of the specialists Arch. Vladimir Popov, Arch. Konstantin Zlatarov, Arch.landsc. PhD Ivelina Radilova and Lect.PhD.urb.PhD.mil.sc. Sorina Rusu with reference to the development stages

of the place, as well as the presentation of various project ideas. Also, the students asked questions regarding the relevant aspects for the implementation of the planning proposals. At the end of the first stage of the competition, the Romanian and Bulgarian students were grouped in teams of 3-4 and had the opportunity to discuss, together with the tutors, the outline of the first proposals for the airport in Balchik.

The New Life for Balchik Airport international ideas competition continued with online discussions and tutoring with the 5 teams of students - 12th and 19th April 2024, and online submission of posters - 22nd April 2024 [12].

Fig. 3 Students international teams working together; Fig. 4. Awarding ceremony - Albena

The final stage of the competition was judging and the project exhibition in Albena - 26th, 27th, 28th April 2024. Students' projects were evaluated by a jury of specialists in fields of architecture and aviation. The official presentation of the projects and announcement of the awarded projects took place at Ara Hall of Flamingo Grand Hotel. Also, the students participated in the Schengen Check event in Tuzla, jointly organized by the management of Balchik Airport and Regional Air Services – Tuzla International Airport “Alexandru Podgoreanu” in Romania. The initiative aimed to demonstrate the simplified procedure for admitting international flights, as well as to strengthen bilateral relations between representatives of the aviation community in Bulgaria and Romania.

Thus all the projects had interesting and valuable approached regarding New Life for Balchik Airport, the winner team focused their concept on presence and popularity of Queen Marie's summer palace, serving as a crucial link for visitors, including the royal family, to this significant coastal retreat. The concept, named quiet nest is imagined as a place of safety meant to bring communities together under the influence of history of Queen Maria. “The quiet palace stands as a symbol of my affection for Balcick, a testament to the bond between a queen and her beloved retreat. Here, amidst the beauty of the bulgarian coast, I find inspiration, serenity, and joy [13] .”

”In our vision, Balchik Airport represents an opportunity to create a safe and culturally rich space inspired by Queen Maria's history, who once referred to Balchik as "a quiet nest." This project aims to connect Balchik with Tuzla and Varna airports, attracting aviation enthusiasts and fostering closer ties between neighboring communities. It will feature a green resort inspired by Queen Maria’s botanical garden, with two parks serving as gateways for the neighboring districts to the airport. We prioritize preserving existing vegetation, incorporating urban memorials of aviation tragedies, repurposing the old airstrip's pattern for pedestrian paths, and rehabilitating the lounge with sustainable materials and Balchik stone. Our design highlights two key elements. First, an elevated path in the park offers panoramic views, ideal for observing planes, birds, and breathtaking sunrises and sunsets. Second, the old hangar is envisioned as the centerpiece, housing an immersive museum

featuring light shows and seasonal exhibitions. Thus, our project takes a holistic approach in order to meet users' needs and bring communities together, be it locals, tourists, or aviation lovers."[3]

5. Conclusion.

International academic cooperation is essential for fostering creative ideas in architecture and urban planning. By addressing global challenges, enhancing creativity, and leveraging technology, collaborative efforts can lead to innovative solutions that benefit communities worldwide. While challenges remain, the potential for impactful partnerships and knowledge exchange is immense. As the world continues to face pressing urban issues, the importance of international cooperation in architecture and urban planning will only grow. A succesful example was presented as a changing point for a New Life for Balchik Airport.

Public-private partnerships (PPPs) are increasingly viewed as a solution to funding challenges. By collaborating with private entities, civil-military airports can access additional resources for infrastructure development and modernization. Successful examples of PPPs in airport management can provide valuable insights for future initiatives. Enhanced collaboration between military and civilian aviation sectors can lead to improved operational efficiencies. Joint training programs, shared resources, and coordinated scheduling can optimize airport utilization. The growth of e-commerce has significantly increased demand for air cargo services. Civil-military airports can capitalize on this trend by expanding their cargo facilities and services. The future of civil-military airports is shaped by a confluence of trends, challenges, and opportunities. As air traffic continues to rise and technological advancements reshape the aviation landscape, these airports must adapt to meet the evolving needs of both civilian and military users.

Balchik Airport stands at a crossroads, with the potential for revitalization through strategic investments and initiatives. By addressing infrastructure challenges, forming strategic partnerships, implementing effective marketing campaigns, and engaging the local community, Balchik Airport can reclaim its position as a vital transportation hub in the Black Sea region. The economic implications of such revitalization are profound, promising job creation and increased tourism that would benefit the entire community. With a concerted effort and a clear vision for the future, Balchik Airport can indeed enjoy a new lease on life.

Annex No. 1 - New Life for Balchik Airport International Competition participants:

Coordinators:

Romania:

Lect.PhD.urb.landsc.PhD.mil.sc. Sorina-Georgiana Rusu

Bulgaria:

Associate Prof.PhD Arch. Plamen Petrov

Specialist consultants: Arch. Vladimir Popov, Arch. Konstantin Zlatarov, Arch.land.PhD. Ivelina Radilova

Tutoring professors UAUIM:

- Lect.PhD.urb.landsc.PhD.mil.sc. **Sorina-Georgiana Rusu**
- Assist.PhD.urb.landsc. **Raluca Duică**
- Assist.PhD.urb.landsc. **Alexandra Mara Nicolaescu-Oncică**

Tutoring professors VFU:

- Associate Prof..PhD Arch. **Plamen Petrov**
- Associate Prof..PhD. **Zhechka Ilieva**
- Assist.PhD Arch. **Peter Nikolov**

[3] The winning team – First place of International Competition New Life for Balchik Airport: Eliza Mîndescu (1st year, Master Landscape and Territory) Faculty of Urban Planning – UAUIM, Romania, Georgian Preda (4th year, Urban Design and Planning) Faculty of Urban Planning – UAUIM, Romania, Peneva Maria (4th year, Architecture) Faculty of Architecture - Free University of Varna "Chernorizets Hrabar", Bulgaria

Jury:

- **Chairman: Mr. Krasimir Stanev - General Director Albena JSCo**
- Mr. Krasimir Kostov - Chief of Balchik Airport
- Mr. Dorin Ivascu - CEO at Romanian Airport Services
- Lect.PhD.Urb.PhD.Mil.Sc. Sorina Rusu - “Ion Mincu” University of Architecture and Urban Planning
- Assoc. prof. PhD Plamen Petrov - Varna Free University “Chernorizets Hrabar”
- Arch. Anna Demireva - Chief architect of the Municipality of Balchik
- Arch. Vladimir Popov

Organizers:

Management Authority from Albena / Resort "Albena" Holding: https://albena.bg/albena-ad
Varna Free University "Chernorizets Hrabar", Varna, Bulgaria: https://vfu.bg/en/
Faculty of Urbanism - "Ion Mincu" University of Architecture and Urbanism, Bucharest, Romania: https://www.uauim.ro/en/faculties/urbanism/

Awarded teams:

First Place

• Eliza Mîndescu (1st year, Master Landscape and Territory) Faculty of Urban Planning - UAUIM
• Georgian Preda (4th year, Urban Design and Planning) Faculty of Urban Planning - UAUIM
• Peneva Maria (4th year, Architecture) Faculty of Architecture - Free University of Varna "Chernorizets Hrabar", Bulgaria

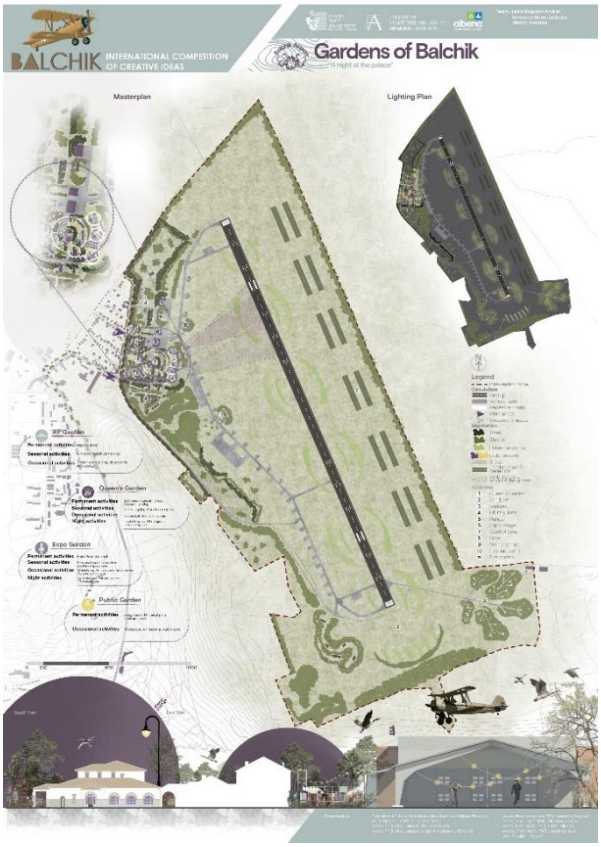
Second Place

• Leca Bogdan-Andrei (1st year, Master Landscape and Territory) Faculty of Urban Planning - UAUIM
• Tomescu Isabelle (1st year, Master Landscape and Territory) Faculty of Urban Planning - UAUIM
• Hristov Anastas (4th year, Architecture) Faculty of Architecture - Free University of Varna "Chernorizets Hrabar", Bulgaria

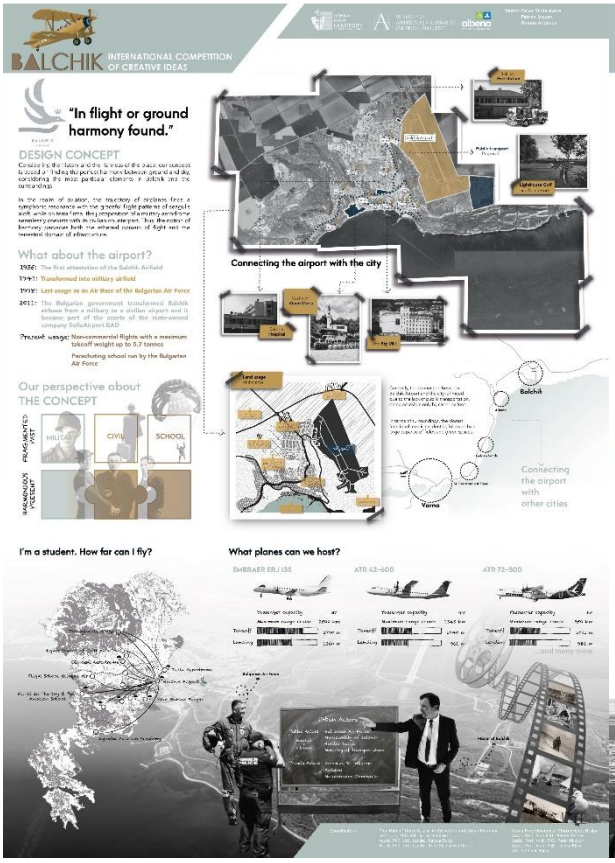
Third Place

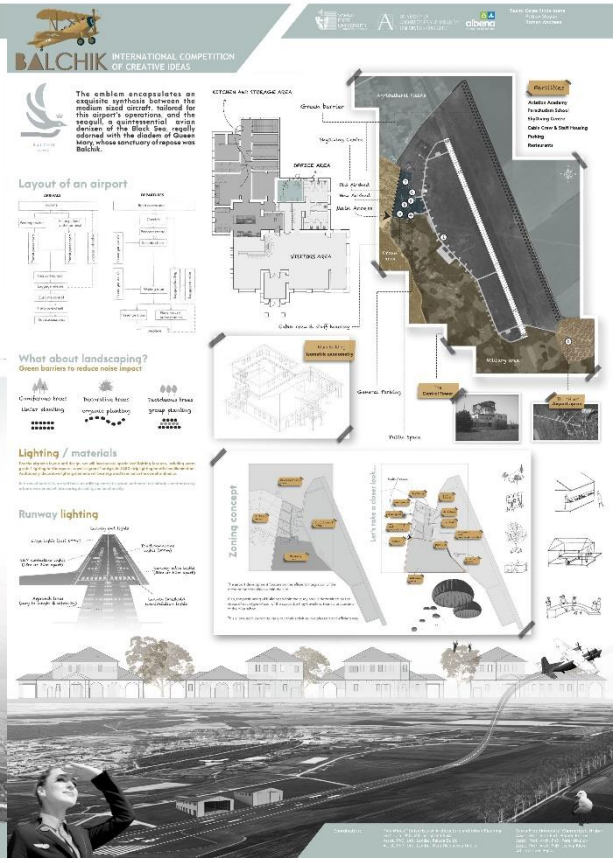
• Dănilă Corina-Nicoleta (4th year, Landscape Design and Planning) Faculty of Urban Planning - UAUIM
• Manu Diana-Ioana (4th year, Urban Design and Planning) Faculty of Urban Planning - UAUIM
• Chobanova Ralitsa (5th year, Architecture) Faculty of Architecture - Free University of Varna "Chernorizets Hrabar", Bulgaria

Annex No. 2 – Final posters of New Life for Balchik Airport International Competition


BALCHIK
INTERNATIONAL COMPETITION OF CREATIVE IDEAS
Gardens of Balchik
Masterplan
Lighting Plan

BALCHIK
INTERNATIONAL COMPETITION OF CREATIVE IDEAS
Gardens of Balchik
Where?
What?
Who?
When?
How?
Air Garden
Queen's Garden
Expo Garden
Public Garden


BALCHIK
INTERNATIONAL COMPETITION OF CREATIVE IDEAS
"In flight or ground harmony found."
DESIGN CONCEPT
What about the airport?
Our perspective about THE CONCEPT
Connecting the airport with the city
Connecting the airport with other cities
I'm a student. How far can I fly?
What planes can we host?


BALCHIK
INTERNATIONAL COMPETITION OF CREATIVE IDEAS
Layout of an airport
What about landscaping?
Lighting / materials
Runway lighting
Zoning concept

BALCHIK
INTERNATIONAL COMPETITION OF CREATIVE IDEAS
BALCHIK AIRPORT
GATE OF THE QUIETNESS OF BULGARIAN SEASIDE
Where?
Localisation and regional connections
How?
Main zoning of the airport
Who?
Our vision and main theme
Who?
Users and activities
Tourist profile
How?
Architecture elements
Suggested materials
Park concept
Park planning - "The Quiet Nest"
Main interest points - Urban pockets

BALCHIK
INTERNATIONAL COMPETITION OF CREATIVE IDEAS
BALCHIK AIRPORT
GATE OF THE QUIETNESS OF BULGARIAN SEASIDE
The Immersive Hangar
A nest for culture, all year round
The Lounge
A perfect nest for all tourists and visitors
The Water Tower
Is the highest nest for people

REFERENCIES

[1] “https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx,” [Online]. [Accessed 14 May 2025].

[2] “https://home-affairs.ec.europa.eu/,” 2024. [Online]. Available: https://home-affairs.ec.europa.eu/news/bulgaria-and-romania-join-schengen-area-2025-01-03_en. [Accessed 10 May 2025].

[3] Federal Aviation Administration, “FAA AEROSPACE FORECST,” https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/data_research/aviation/aerospace_forecasts/FY2019-39_FAA_Aerospace_Forecast.pdf, U.S:, 2018.

[4] U.S. Federal Aviation Administration, „https://www.faa.gov/,” Federal Aviation Administration, 2025. [Interactiv]. Available: https://www.faa.gov/nextgen. [Accesat 10 May 2025].

[5] European Commission, “https://climate.ec.europa.eu/,” 2021. [Online]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-decarbonisation/reducing-emissions-aviation_en. [Accessed 1 May 2025].

[6] Union Civil Protection Network, “https://civil-protection-knowledge-network.europa.eu/,” Union Civil Protection Network, 2022. [Online]. Available: https://civil-protection-knowledge-network.europa.eu/eu-overview-risks/risk-drivers/changing-security-landscape. [Accessed 5 May 2025].

[7] Advanced Air Mobility Institute, “GLOBAL ADVANCED AIR MOBILITY FORUM SUMMARY REPORT,” https://img1.wsimg.com/blobby/go/86acdb98-5183-4932-9afb-88c72599c6cd/GAAMF%20W25%20Summary%20Report.pdf, 2025.

[8] “https://www.iata.org/en,” 2021. [Online]. Available: https://www.iata.org/en/pressroom/2023-releases/2023-06-04-03/. [Accessed 10 May 2025].

[9] “https://ntrs.nasa.gov/api/citations/,” 2007. [Online]. Available: https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20070022363/downloads/20070022363.pdf. [Accessed 5 May 2025].

[10] Boeing, “https://www.boeing.com/,” Boeing, 2023. [Online]. Available: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/innovation/con-ops/docs/Concept-of-Operations-for-Uncrewed-Urban-Air-Mobility.pdf. [Accessed 12 May 2025].

[11] P. Petrov, “https://www.vfu.bg/news/students-from-romania-and-bulgaria-proposed-a-new-look-for-the-airport-in-balchik,” Varna Free University, 8 May 2024. [Online]. Available: https://www.vfu.bg/news/students-from-romania-and-bulgaria-proposed-a-new-look-for-the-airport-in-balchik. [Accessed 10 May 2025].

[12] S. Rusu, “https://www.uauim.ro/evenimente/concurs-studenti-aeroport-balcic/,” Ion Mincu University of Architecture and Urban Planning, 22 April 2024. [Online]. Available: https://www.uauim.ro/evenimente/concurs-studenti-aeroport-balcic/. [Accessed 10 May 2025].

[13] Q. o. R. Marie, The Story of My Life- Marie, Queen of Roumania, New York: Charles Scribner's Sons, 1934.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ИНФРАСТРУКТУРНА ИЗДЪРЖЛИВОСТ И МЕХАНИЧНА УСТОЙЧИВОСТ

Божидар Янев[1]

РЕЗЮМЕ:

Инженерството и икономиката търсят равновеси в разнородните измерения на енергия и пари. В първата част на това изследване [1] механичната устойчивост на консервативните системи, измервана в енергия беше сравнена с петте типични стадия на събития, третирани като кризи във всички области, включително тези, които икономиката монетизира. От тази гледна точка, икономическата и инженерна устойчивост на изградената инфраструктура може да се оцени качествено и в известна степен количествено с помощта на термините здравина, устойчивост и издържливост. Темата е илюстрирана с примери.

Ключови думи: Полза, цена, инфраструктура, управление, пари, издържливост, здравина, устойчивост

INFRASTRUCTURE SUSTAINABILITY AND MECHANICAL STABILITY

Bojidar Yanev[1]

ABSTRACT:

Engineering and economics seek equilibria in the disparate dimensions of money and energy. In the first part of the present research [1] the mechanical instability of conservative systems in the domain of energy was compared to the five typical stages of events, considered as crises in any field, including those monetized by economics. In that view, the economic and engineered stability of the built infrastructure can be qualified, and to an extent quantified in terms of robustness, resilience and sustainability. The subject is expanded herein with details and illustrated with examples.

Keywords: Benefit, cost, infrastructure, management, money, resilience, robustness, sustainability, stability

1. Comparing structural stability and economic sustainability

In [1] the author compared mechanical stability and economic sustainability based on two shared features:

A. Both structural instability and the loss of sustainability qualify as catastrophic events or crises. In the mechanical domain the instability is comprehensively qualified and quantified, for example in [2]. Examples of infrastructure management crises are discussed in [3] and many other publications. Sustainability was described in terms of 17 parameters in [4] and elsewhere. Thus, it is

[1] Д-р инж. Божидар Янев, Хоноруван Професор, Инженерно-строителен факултет, Колумбийски Университет, Ню Йорк, САЩ

[1] Bojidar Yanev, Sc. Dr, P.E., Adjunct Professor, Department of Civil Engineering& Engineering Mechanics, Columbia University, New York, NY 10027, USA, bojidaryanev1@gmail.com

easier to recognize a catastrophic loss of sustainability in retrospect than to quantify and anticipate it in advance.

B. It was noted [1] that the design of engineered structures is governed by the rigid constraint that supply of resistance exceed the demand of the anticipated loads by a codified amount, quantified in the domain of energy, as in Eq. 1 [5] and 2-a, whereas the sustainability of economic models is governed by a demand exceeding the supply quantified in money, as in Eq. 2-b.

$$\varphi R \geq \eta_{1,2,3} \sum \gamma_i Q_i \quad (1)$$

where φ, $\eta_{1,2,3}$ and γ_i are material, design and load factors, respectively.

Engineering products: $R > Q$ [*Energy*] (2 – a)

Economic processes: $R < Q$ [*$*] (2 – b)

As a result, quantified equilibria of supply (R) and demand (Q) in economic processes and engineering products diverge. In the meanwhile, sustainable infrastructure management must coordinate engineering and economic imperatives. *Figure 1* should remind that monetized demand (Q) exceeding supply (R) is common in politics and economics but, dimensioned in energy, it is catastrophic in infrastructure management.

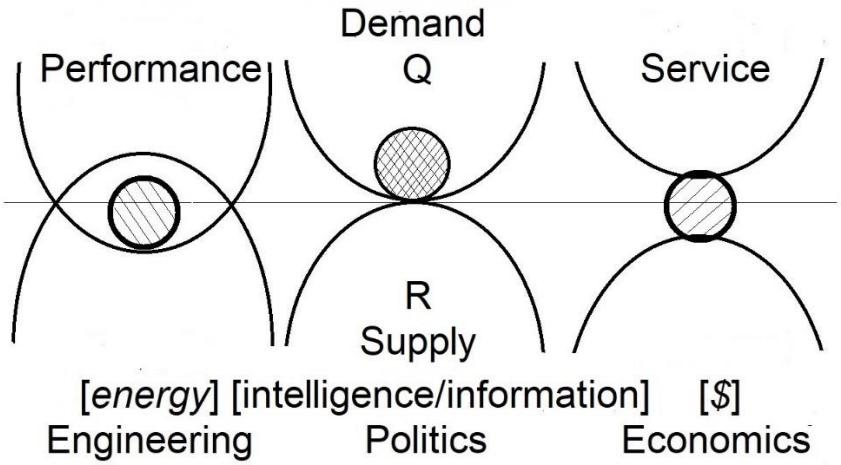


Fig. 1. The supply(R) and demand (Q) in engineering, economics and politics

Since the Industrial Revolution, engineering has improved the production of assets, whereas economics and politics are perfecting the process of transacting them. Social development depends on a reconciliation between the disparate politico-economic restraints on public monies and engineering constraints on physical energy. Herein is extended the argument proposed in [1] that this reconciliation requires new terminology, coherent in the domains of engineering, economics and politics in the 3-D space of energy, time and money. The structural strength, stability, durability, long governing engineering design, do not reach far enough into the economic aspects of bridge management. Hence, rather than attempt to reconcile quantitative arguments based on disparate resources of energy and money, it is proposed to seek qualitative criteria based on the losses of stability and sustainability, amounting to crises. If defined to the satisfaction of all concerned, robustness, resilience and sustainability can serve those management criteria, as they, more or less implicitly, have been serving engineering design.

2. Loss of stability and sustainability in terms of robustness and resilience

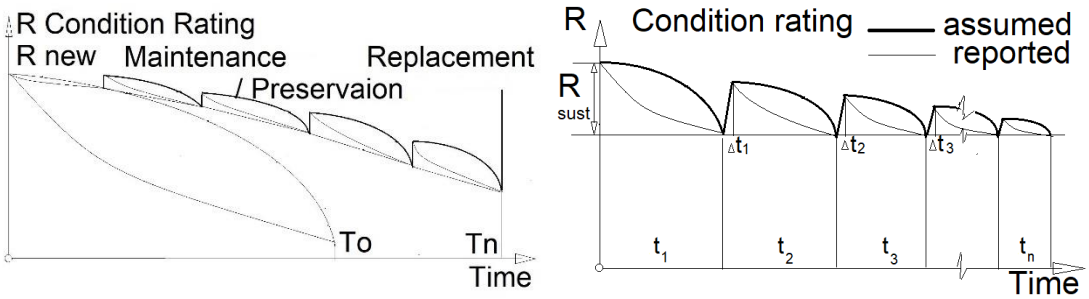
Assessing infrastructure sustainability requires a system of evaluating its condition in engineering terms. The US bridge condition database is such a system. Following the collapse of the Silver Bridge at Point Pleasant in 1967, the Federal-Aid Highway Act of 1968 mandated biennial inspections of highway bridges, thus initiating their nation-wide, and by extension worldwide management. The National Bridge Inventory (NBI) [6], established by the Federal Highway

Administration (FHWA) rapidly built a database of 230,000 highway bridges, eventually expanding it to nearly 650,000. A vehicular tunnel database was launched in 2015. Incorporating the more than 220,000 railroad bridges is pending. Milestones in that process were the introduction of the LRFD Bridge Design Specifications by the American Association of State Highway Transportation Officials [7] and the AASHTO Bridge Element Condition States [8].

The biennial inspections update the NBI with descriptive and prescriptive assessments. The original 10 – level condition ratings [6] were essentially descriptive. The 4 element level condition states [8] which superseded them combine the descriptive opinions of qualified engineers with quantitative measurements and, at the lowest level 4, prescribe corrective actions. Also prescriptive are the 'flag' reports of potential hazards according to New York State Department of Transportation (NYS DOT) defined in [9,10]. Based on its bridge inventory, NYS DOT also recognizes a number of vulnerabilities, such as steel details, concrete details, seismic, hydraulic, collision, overload, and acts of destruction. The vulnerability of overload was withdrawn. Advanced technologies are offering a rapidly expanding variety of non-destructive testing and evaluation (NDT & E) techniques [11], allowing for a quantification of previously purely qualitative assessments.

Prescriptive quantified assessments can inform estimates of immediate needs, and potentially, budgets. In contrast, the descriptive, qualitative assessments can identify trends, and hence, enable the long-term forecasting of, if not actual conditions, at least the condition ratings of individual bridges and networks. As the data accumulated, both deterministic and stochastic methods were used, yielding generally coherent results. Theoretical models tended to assume convex *condition* deterioration paths, whereas inspection records indicated concave *condition rating* histories. S – shapes (inverted either way) have been suggested as both more adaptable and realistic. Yanev [3] argued that in large networks where both bridge age and conditions are normally distributed, a linear model can be sufficiently accurate for rough estimates. Typical forecasts based on the condition ratings obtained by the biennial inspections conducted according to [6, 9] are illustrated in *Fig. 2*. They could not be generated directly based on the quantified element condition states of [8,10].

Stable bridge networks ought to demand a relatively constant level of annual preservation activities, consisting of reconstruction, component rehabilitation, and maintenance. Over a large network, the pattern in *Fig. 2 – b* should converge to a near – constant presumably sustainable level of annual expenditures, adjusted for inflation. (New construction is viewed herein as network expansion, to be planned on a comprehensive socio-economic level with all its long – term implications to economic sustainability.)



a *b*

Fig. 2. Hypothetical useful life of bridges and networks under periodic preservation interventions

Let T_o and T_n be the estimated life-cycle durations with and without preservation interventions, respectively. Let R be the bridge condition rating assessed by one or more methods of Table 1 and *Rsust* – the sustainable level maintained by periodic preservation actions at times t_i up to a declining t_n, when full rehabilitations and/or replacements become more sustainable. The durations of preservation actions are denoted by Δt_i. They are associated with costs C_i (direct and indirect) and, contrary to t_i, tend to grow longer and costlier. Yanev [3,12] argues that money expenditures cannot measure structural and social benefits with sufficient rigor. Moreover, the costs and benefits of capital reconstruction are more readily monetized than those of 'preservation' and its constituent 'routine

maintenance'. Thus, *Figs. 2 – a* and *– b* illustrate purely hypothetical models likelier to represent the average state of large networks, than the history of individual structures. In popular terms, they illustrate wishful thinking.

Engineering plans discrete condition upgrades at times t_i to prevent demands from becoming critical. Economics funds them as corrective actions responding to such demands. Economic processes are not only dynamic but subject to incongruous assessments and guided by divergent policies. Thus, engineering and economic views of risk and stability are contrasted. Economic expansion is expected. Engineers study product failures in controlled tests. The 'market adjustments' favored by economists imply localized process failures. In a market democracy economic restraint governs infrastructure management. Hence process 'adjustments' can destabilize product performance.

The reports of potential bridge-related hazards [8] in New York City (NYC), discussed in [1, 12] are an instructive example. In a bridge network managed according to the models of *Fig. 2*, potential hazards ought to be the exception. However, between 1988 and 1992 their number in NYC increased from 180 to 3071. The results in *Fig.3* [1] pertain to approximately 690 vehicular (including the 4 landmark East River and 25 movable) and 100 pedestrian bridges in NYC. The following five periods are discernible:

A – B : 1982 –1 987 Apparent equilibrium following initial adjustments;

B – C : 1987 – 1992 Increase reaching annual factor of 2;

C – D : 1992 – 1996 Peaking approximately 24 times above the initial level;

D – E : 1996 – 2001 Annual decrease by a factor of approximately 1.24;

E – : 2001 – 2006 Apparent equilibrium at approximately 10 times the initial level of demand.

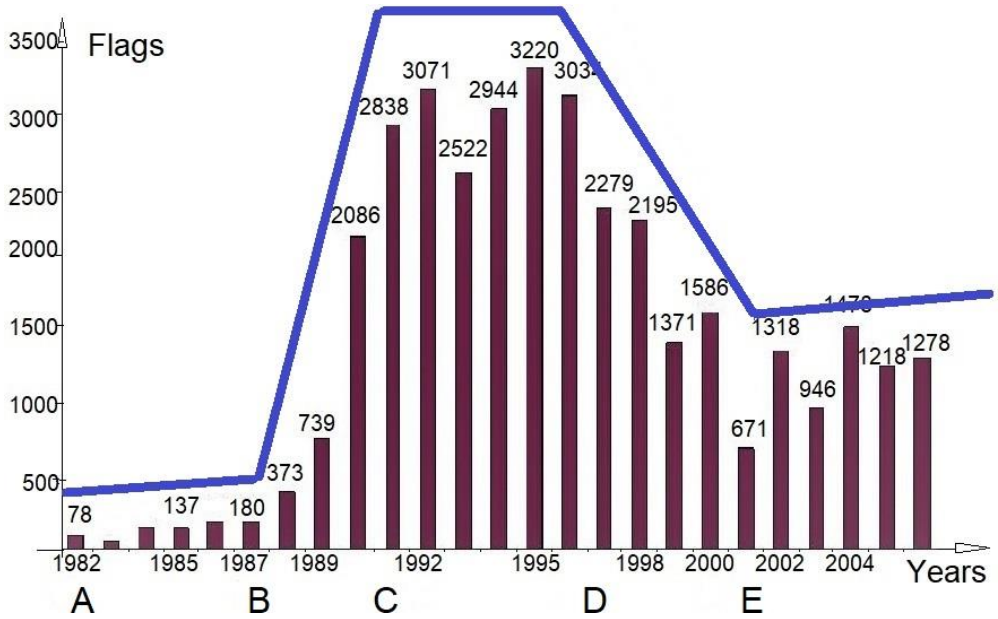


Fig. 3. Bridge – related potential hazards in NYC, 1982 – 2006

It was assumed and reported that by 2006 stable (hence, sustainable) equilibrium had been regained, largely due to the infusion of funding in capital reconstruction (approximately USD 600 million / year). The new higher numbers of reported potentially hazardous bridge-related conditions were attributed to the evolved methods of their identification and reporting. The developed and partially implemented Bridge Preventive Maintenance Program was expected to prevent above all a recurring "flag" escalation. Nevertheless, *Fig. 4* illustrates a similar "red flag" history peaking between 2007 and 2014 and ending in 2022. This time the same bookkeeping explanation is supplemented by the one related to the major floods in the region.

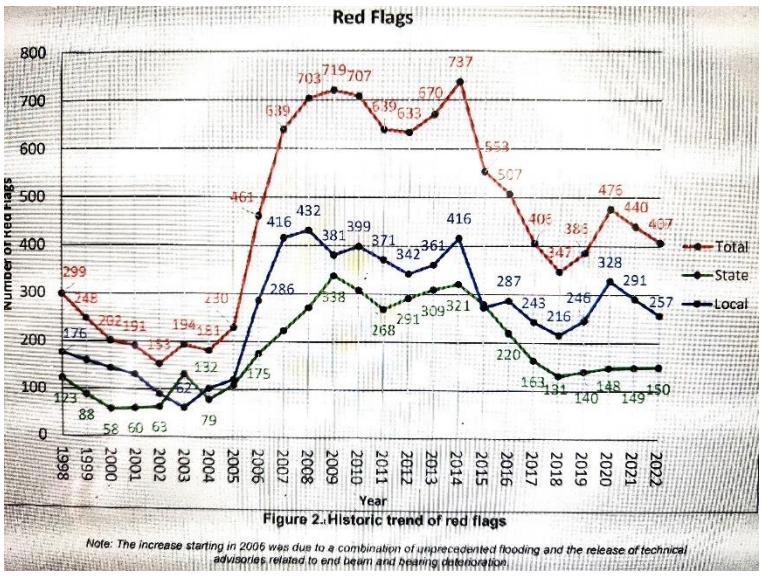


Fig. 4. Red flags for the New York bridges (1998 – 2022)

Similar 5 – stage patterns are discernible in most crisis histories, such as the developments of the Covid – 19 epidemic (*Fig. 5*) and the financial crisis of 2008 in the US. The stages of grief comprise

Bažant and Cedolin [2] regard catastrophe theory as "strictly qualitative". They illustrate the snap-though and snap-down instability modes of the von Mises truss as shown in *Fig. 7*. The authors state: "The question of stability may be most effectively answered on the basis of the energy criterion of stability, which follows from the dynamic definition if the system is conservative." The stability of conservative systems is analyzed by energy methods as follows: "[Catastrophe theory] seeks to identify properties that are common to various catastrophes known in the fields of structural mechanics, astrophysics, atomic lattice theory, hydrodynamics, phase transitions, biological reactions, psychology of aggression, spacecraft control, population dynamics, prey-predator ecology, neural activity of brain, economics, etc. Simply, the theory deals with the basic mathematical aspects common to all these problems." The epistemological viewpoint of Parrochia [13] is comparable. Both [2, 13] refer to René Thom's [14] demonstration that in a conservative system with one control parameter only one type of catastrophe is possible (the limit point or snap-through), with two independent control parameters, the fold and the cusp types of catastrophes are possible (asymmetric and symmetric bifurcation). For systems with three control parameters, five types of catastrophes become possible; and systems with up to four control parameters allow at most seven types of catastrophes. The 7 types of catastrophes are called 'elementary'.

equence of

The ultimately constructive 'Future Tech Hype Cycle' (*Fig. 6*) includes the analogous innovation, exaggerated expectations, trough of disillusionment, enlightenment, and plateau of productivity. All of these phenomena can be viewed as crises, followed by the overcoming the inherent instabilities. The typical stages A – F of *Figs. 3 – 6* can be constructed by combining at most two cyclic paths

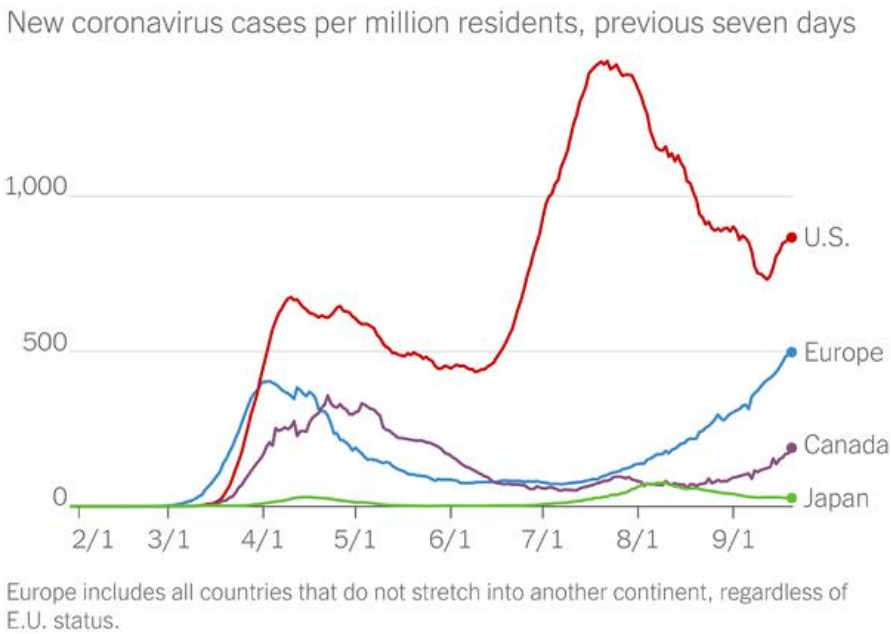


Fig. 5. History of Covid-19 incidence in 2020 in US and elsewhere

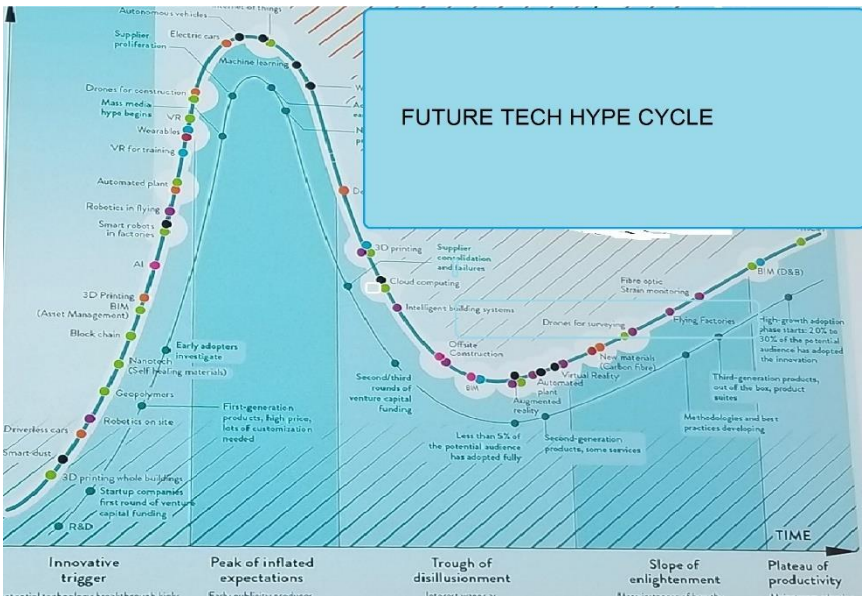


Fig. 6. Future tech hype cycle, including innovative trigger, peak of inflated expectations, trough of disillusionment, slope of enlightenment, and plateau of productivity

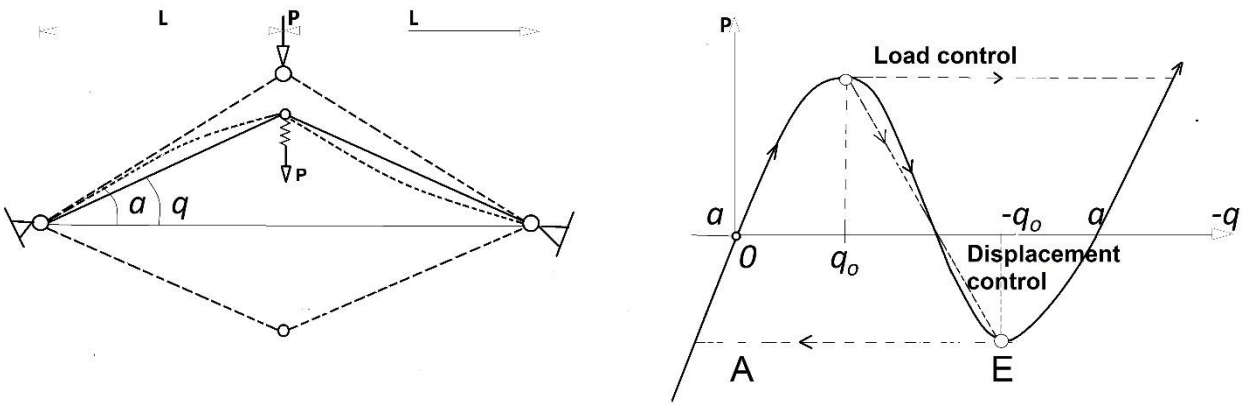


Fig. 7 – a. The Von Mises truss – *b*. Snap-through and snap-down equilibrium paths

The analogy of the von Mises truss (or flat arch) is particularly relevant, because, despite its non-redundancy, it can fail in the following three distinct modes:

- Loss of robustness: the material fails in compression or tension;
- Loss of resilience: the elements buckle;
- Loss of sustainability: the angle α proves unstable and the structure snaps through.

More than one mode can coincide. Damage-related material instabilities, including strain-softening and friction, discussed in [2, Ch. 13] supply another applicable analogy. Particularly relevant are the possibility of material rehardening (after strain-softening) and the drop of the static friction force F_s to a smaller dynamic one F_d as initial friction is overcome. Both phenomena correspond to the behavior of structures and networks losing their original resistance gradually, up to the point of instability.

The energy constraint governs in Peter Drucker's (1909 – 2005) view that "Everything degenerates into work.". The economic restraint drove Napoleon (1769 – 1821) to conclude that "All politics is money." If energy and money were viewed as the two active parameters controlling the bridge network, each could cause its own type of instability, expanding the near-unstable domain. For four control parameters, for example if intelligence and information were regarded as additional parameters (e.g., the inevitable political restraints), the possible types of catastrophes would increase to seven [2, Table 4.7.1., p. 300].

Infrastructure networks, with their broadly estimated multi-parameter dynamic equilibria of vaguely quantified and qualified supply and demand, do not qualify for rigorous stability analysis. Nevertheless, the patterns of *Figs. 3* through *7 – b* share important features. To those already enumerated in [1] can be added the following:

- An equilibrium of supply and demand, dimensioned in energy is essential to both conservative mechanical systems and infrastructure networks.
- The non-conservative parameter of money is occasionally viewed as the social equivalent of energy (including by Einstein). Treating the money supply as potentially unstable enables anticipating infrastructure management crises caused by budget shortages.

3. Robustness, resilience and sustainability of products and processes

Politics, economics, environmental protection, and so on, discuss the noun 'sustainability' in

$$SF = \Sigma \text{ benefits} / \Sigma \text{ costs} \quad (3)$$

The times over which direct, user and environmental benefits / costs are assessed differ. Therefore, *SF* of alternative strategies must be compared over short – and long – time windows for each of them and weighted relative to each other. Certain options could be disqualified for failing to address one or the other. This would render the Present Worth (PW) method and its somewhat arguable discounting moot. Clearly, different short and long-term options and strategies would have to be evaluated by all the responsible interests. No single optimal solution is likely to emerge. The hope, however, is that critical points, such as B in *Fig. 3* can be identified in terms of lost robustness and resilience, precipitating unsustainable developments.

Herein, *sustainability* is treated as a 'new category' requiring (at least) the new terms of *robustness* and *resilience*. FHWA [15] has advanced bridge management towards the standardizing and codifying of their assessments. Thus far, *robustness* is defined as the ability of a possibly impaired structure or network to retain functionality under the demands of 'extreme events' in constrained time. In the explicit forms of redundancy and ductility, robustness redistributes and sustains the load

The position illustrated by *Figs. 3 – 7* herein is that abrupt discontinuities in engineered and economic products and processes are preceded by gradually building up imbalance of supply / demand in overlooked dimensions. Therein lies the relevance of mechanical stability where force equilibrium alone overlooks the relationship between energy accumulation and structural form in space. Quantifying the product's supply of resistance and the service demand in terms of energy according to Eq. 1 similarly overlooks stability. That is addressed separately, as in *Fig. 7*, along with the *serviceability* criteria of ductility, redundancy, and importance.

Yanev [3,12] correlated bridge-related potential hazards with element condition ratings, thus anticipating their proliferation into crises or 'extreme events'. Network performance instabilities, however, cannot be fully anticipated absent the money dimension. The potentially catastrophic structural conditions, illustrated in *Fig. 3*, were preceded by politico - economic instabilities. (In the late 1970s New York City narrowly avoided bankruptcy.) Assuming a known equivalence between the effectiveness of corrective interventions and money, that demand can be monetized. For example, addressing the potentially hazardous conditions in *Fig. 3* was estimated at an average of USD 20K (1994). The argument advanced herein is that engineering, economics, and politics can manage a sustainable (i.e., stable) infrastructure network only jointly, in an integrated 3-D space, defined by energy, money and time, as illustrated in *Fig. 8*.

Let the energy path in *Fig. 7 – b* and the patterns in *Figs. 3 – 6* reveal similar trajectories of escalating demand. Of what? The bridge strength, stability, ductility, redundancy, and importance prescribed by current specifications deteriorate over time at variable rates, depending on many external and intrinsic factors. Eventually, the accumulated decline disrupts the established sustainability. To represent sustainability adequately, robustness and resilience must quantify the condition of the network in the domains of energy and money over time. At both project and network levels, they imply redistributing a constrained supply of resistance (and, more generally, performance) in response to an expanded demand, as do structural redundancy and ductility. Inverting that declining *supply* obtains the crisis patterns of escalating *demand* familiar from *Figs. 3 – 7*, with discernible, although differently spaced, points A, B, C, D, and E.

In order to capture all parameters controlling the infrastructure products and processes in the socio-natural space, a third dimension of money [*$*] must be added to the *Energy / Time* plane. In the 3-D space of *$ / Energy / Time*, lines drawn in the plane of *Energy / Time* become surfaces. The variables *Robustness*, *Resilience*, and *Sustainability* have projections on, and hence, dimensions in *Energy / Time / $*. In keeping with the engineering practice of reducing problems to actionable tasks, the 3-D model can be examined in each of the three constitutive planes. Those planes, however, can be defined by *$ / Energy / Time*, as well as by *Robustness / Resilience / Sustainability*, as in *Fig. 8*. The advantage of the latter is to demand, respectively, the collaboration and cooperation of economics / engineering [*$, energy*], politics / engineering [*time, energy*], and economics / politics [*$, time*].

Politico - economic models operating solely in the plane of *time / money* risk overlooking the natural constraints of energy. Top-down politico-economic models risk ignoring the ground-up constraints of robustness and sustainability and thrive in contradiction with each other. Conversely, by limiting its considerations to energy / time, engineering systematically clashes with economic sustainability constraints (a.k.a. affordability). By integrating *energy, time-space* and *money*, the new 'control parameters' of the social and physical performance restrain engineering, economics and politics into collaborating. The implicit 'control parameters' of intelligence / information account for the occasional contradictions between engineering, economics and politics.

Robustness, *resilience*, and *sustainability* can be modeled as functions f(*$, energy, t*), ψ(*$, energy, t*), and θ(*$, energy, t*) in various ways (e.g., continuous, piece-wise continuous, convergent, divergent, and so on) for forecasting purposes. They can have positive projections on the original axes of *$*, *Energy*, and *Time*, as illustrated in *Fig. 8*, or can coincide with reduced consumption of *Energy* and *$*. In more realistic representations the axes need not be rectilinear, orthogonal or similarly oriented.

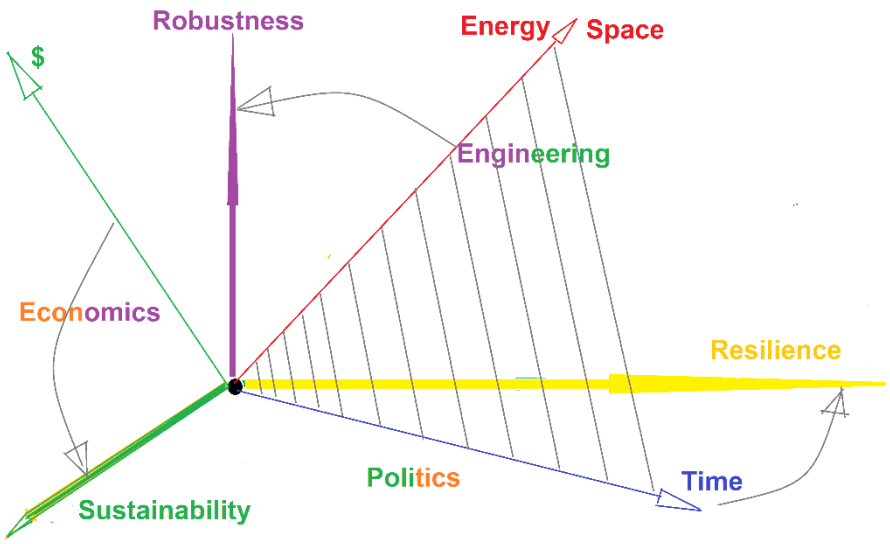


Fig. 8. Possible rotation of Robustness, Resilience and Sustainability relative to Money, Energy and Time

4. Examples

In [17] Albert Einstein stated: "So far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain; and so far as they are certain, they do not refer to reality." Several familiar examples are reviewed in terms of their robustness, resilience and sustainability, in order to test the realism of these terms.

4.1. Brooklyn Bridge (1883), John (1806 – 1869), Washington (1837 – 1926), and Emily (1843 – 1903) Roebling

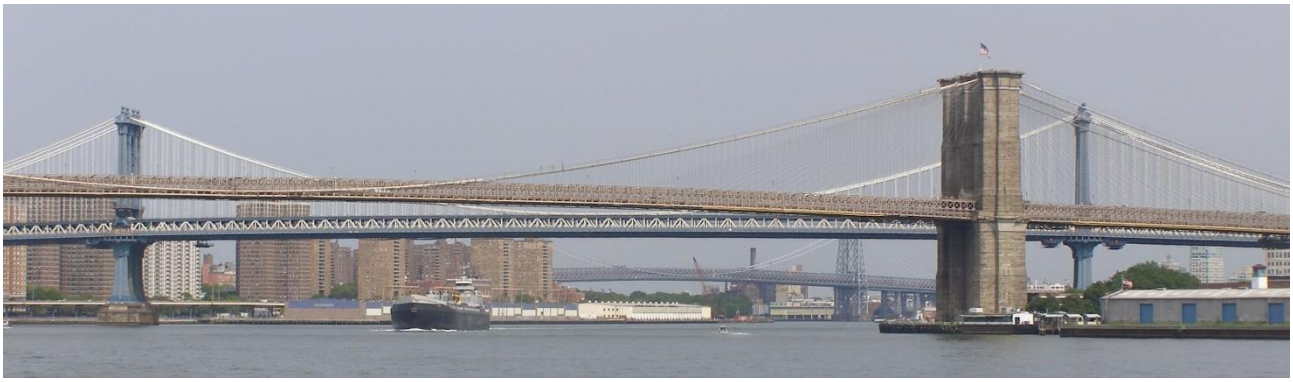


Fig. 9. Brooklyn, Manhattan and Williamsburg Bridges across East River, New York City

With a main span of 486 m, the bridge was the longest in the world. The structure is a hybrid, combining a suspension system with four main cables, multiple diagonal stays, and four stiffening trusses (*Fig. 9*). John Roebling famously stated that if one of the three systems should malfunction "the bridge may sag but shall not fail". This integration of robustness and resilience was occasionally criticized as "belt and suspenders". A century later it allowed the bridge to survive the extreme corrosion of the stays and the suspenders culminating in the rupture of a suspender in 1981. The ensuing replacement of all stays and suspenders was conducted without traffic interruption. The bridge which once serviced carriages and tramways today carries four automobile lanes, a bicycle and a pedestrian path. The bridge demands relatively high maintenance, however its indispensable service and landmark status make it eminently sustainable. Deicing salts were eliminated from all East River Bridges. Widening of the pedestrian walkway for growing bicycle ridership is under consideration.

4.2. Williamsburg Bridge (1903), Leffert Lefferts Buck (1837 – 1909)

Williamsburg Bridge (*Figs. 9, 10*) carries 4 traffic lanes and 2 subway tracks. The 488 m long main span was the longest suspended structure at its completion. The side spans were not suspended. In 1998, two strands in one of the 4 main cables, each consisting of 208 high strength wires, were found ruptured due to corrosion. As the inspection progressed many more wires were found broken or severely damaged. The bridge was closed to traffic, pending evaluation, impacting city traffic severely. The subsequent investigations ultimately concluded that the structure could be rehabilitated. The prohibitive traffic interruptions rendered a replacement unsustainable. The original 'factor of safety' in the 4 main cables had been approximately 4 and the estimated corrosion damage had reduced it to approximately 3. The robust 'overdesign' saved the bridge. In contrast, cable resilience was poor because the high-strength wires had not been galvanized. The reasoning (primarily motivated by the desire to eliminate the weight of the zinc coating) had been that the cables should be kept dry, and hence, did not need galvanization. As it turned out, cable wrapping failed, water penetrated, and the wires corroded. The 'belt and suspender' double protection policy would have been more resilient and sustainable. The rehabilitation with partial traffic closures took more than 10 years at a cost exceeding USD 1 billion. The Williamsburg Bridge crisis demonstrated conclusively that investing in bridge robustness and resilience benefits long-term sustainability. The events inspired the Japanese engineers of the Honshu-Shikoku Bridge Authority to develop a dehumidification system for their many record-length suspension cables, as at the Akashi-Kaikyo and Kurushima bridges. The system has been adopted by other long span bridge owners. The improved resilience, and hence, sustainability offset the added maintenance cost. That consideration, however, also argues for reducing cable robustness, e.g., to factors of safety approaching 2, as at the record-holding Çanakkale Bridge across the Dardanelles.

4.3. Manhattan Bridge (1909), Ralph Modjeski (1861 – 1940), Leon Moisseiff (1872 – 1943)

The main suspension bridge is 890 m (2,920 ft) long, with a main span of 448 m (1,470 ft) and two 221 m (725 ft) side spans. Four 7.3 m (24 ft) deep stiffening trusses (designated as A, B, C, and D from South to North) run between abutments. They are supported by piers on the approaches and by the four main cables on the suspended spans. Their spacing is 8.5 – 8.7 – 8.5 m (28 – 28. 4 - 28 ft). Leon Moisseiff analyzed the suspension bridge according to the innovative Deflection Theory due to Joseph Melan. Currently, the upper levels carry two traffic lanes each, Brooklyn and Manhattan bound, respectively. Three traffic lanes and four subway tracks are supported at the lower chord level. This live load remains a record not only along the East River in New York City. The four cables consist of close to 10,000 high-strength galvanized wires each and were surpassed in size only by the George Washington Bridge. The steel towers were designed to resist the lateral loads exerted by the cables and the sliding capability of the saddles was eliminated. A similar solution was later adopted at George Washington.

"For reasons unknown" the bulk of the live load, notably that of the four subway tracks and the upper-level traffic lanes, is highly eccentric with respect to the bridge's central axis, subjecting the bridge main span to significant torsion. The transverse floor beams cracked almost immediately. Between 1980 and 2010, with partial traffic closures, the bridge underwent an extensive stiffening at a cost exceeding USD 1 billion.

During the 1980's the Manhattan anchorage of cable C had to be reconstructed in order to compensate for the advanced corrosion of the eye-bars.

The innovative steel design of the bridge was considered aesthetically offensive at the time of its construction. Hence, each tower was decorated with 64 rosettes and other ornaments (*Fig. 10*), including four large globes intended to emit gas light. In 2018 the ornaments were found to be in danger of falling and reattached under an emergency contract. A massive arch gateway was designed by Henry Hornbostel and constructed at the Manhattan entrance to the bridge in order to hide it from view. The entirely superfluous structure eventually became a costly maintenance item. As at the Williamsburg and Queensboro Bridges, the periodic repainting the bridge entails removal of the existing lead and other toxic material with full containment.

Fig. 10. Top of Manhattan Bridge tower and Williamsburg Bridge

4.4. Queensboro Bridge (1909) Richard S. Buck (1865 – 1951), Gustav Lindenthal (1850 – 1935)

Queensboro (*Fig. 11*) is a five span cantilever truss bridge between Manhattan, Roosevelt Island and Queens in New York City. It features Lindenthal's trademark eye-bars, in this case forged from the innovative nickel steel. A unique car elevator originally connected the outer roadway to Roosevelt Island. Six rail tracks were eventually replaced by traffic lanes, adding to a total of nine lanes on two levels. All decks have been replaced. An open rib orthotropic deck was recently installed on the upper level. The preceding concrete-filled steel grid deck had a useful life of thirty years. It failed at expansion joints (including modular) and due to inadequate wearing surface performance.

Fig. 11. Queensboro Bridge, New York City

A phased-array ultrasonic testing (PA-UT) was conducted at 50 of the over 350 panel points along the truss upper chords where the pinned connections of the eye-bars are inaccessible for inspections. The connections are not considered fracture-critical due to the large number of the connected eye-bars, however their special emphasis demands are indisputable. An elaborate digital model of the bridge was investigated concurrently. The results were not entirely conclusive but suggest generally serviceable conditions.

The bridge was fully repainted over a period of five years with full containment and removal of the existing paint, without traffic interruption, at a cost approaching USD 200 million (up from USD 167 million).

4.5. George Washington Bridge (1931, 1962), Hudson River, Othmar Ammann (1879 – 1965)

The bridge links the states of New York and New Jersey and carries more than 100,000 million vehicles annually. In 2025 cars are tolled USD 18.00 eastbound. At its opening, GW's main suspended span of 1067 m (*Fig. 12*) was the longest in the world. Its 8 traffic lanes were the heaviest.

The original construction, for approximately USD 59 million, did not include stiffening trusses (reducing the construction costs) but the bridge width rendered it sufficiently robust and resilient against torsion. The design anticipated a lower level carrying either trains or vehicles, depending on the demand. In 1962 the lower deck with 6 traffic lanes was added, at a cost of USD 75 million. Suspenders and roadways have been replaced without full traffic interruption.

Fig. 12. George Washinton Bridge across Hudon River between New York City and New Jersey

4.6. Bayonne Bridge (1931), Othmar Ammann

Bayonne Bridge (*Fig. 13*) across the Kill Van Kull strait between State Island and New Jersey was the longest truss arch with a span of 510 m. It was completed by the New York & New Jersey Port Authority for USD 13 million. Similarly to the towers of the GW, the abutments of the Bayonne were not clad in granite for economic reasons, in this case with less aesthetically satisfactory results.

Spanning one of the busiest navigation channels on the US East Coast, the Bayonne roadway was frequently struck by tall cargo vessels. In order to free navigation for an estimated USD 200 billion in goods annually, between 2013 and 2019, the roadway was raised by 20 m without full traffic interruption. The cost of the project is reported at USD 1.68 billion. Current tolls at the bridge peak at USD 18.

Fig. 13. Bayonne Bridge between Staten Island and New Jersey

4.7. Tacoma Narrows Bridge (1940) WA, Leon Moisseiff (1872 – 1943)

With a length of 835.4 m the main span of this vehicular bridge was the third longest in the world (after George Washington and the Golden Gate). The traditional stiffening trusses were replaced by innovative girders on the reasoning that the reduced stiffness would attract reduced stresses. The structural lightening presumably improved initial sustainability. Robustness was consciously reduced. Resilience proved immediately inadequate under normal traffic. On Nov. 7, 1940, moderate wind caused a torsional failure ultimately attributed to flutter. Post-facto, the dynamic vulnerability of the bridge was repeatedly analyzed, advancing subsequent designs, however in the simplest terms, the structure had lacked the robustness and resilience deliberately built into the earlier examples. In the light of the costs incurred by the following replacements, the original structure was unsustainable, lacking both the demanded robustness and resilience. The transportation link was in

demand and superior sustainability was achieved by two replacement bridges. In the meanwhile, O. Ammann's similarly unstiffened Bronx-Whitestone suspension bridge (*Fig. 14*) was awarded a prize for engineering excellence in 1937 but has proven very costly to sustain and the subject of numerous modifications, including stiffening, damping and re-profiling.

Fig. 14. Bronx – Whitestone Bridge, NY

4.8. Sliver Bridge (1928) Point Pleasant, WV

The suspension vehicular bridge at Point Pleasant had a main span of 213 m and two equal side-spans of 116 m. It was designed as a two-cable suspension bridge, but the bid was changed to a two parallel eye-bar suspension system, with two eye-bars per panel point. On Dec. 15, 1967, it collapsed due to a corrosion fatigue-induced brittle fracture of one eye-bar. The subsequent investigation found a flaw in the metal, however the structure's non-redundancy doomed the structure. The event kick-started mandatory biennial inspections of vehicular bridges in the US, even though no visual inspection could have spotted the fatal defect. In addition to the global non-redundancy, replacing the cables with pairs of eye-bars had further eliminated the structural internal robustness and resilience. In recognition, a similar bridge was deemed unsustainable and promptly dismantled. Structural redundancy, alternate load paths, load redistribution, and ductility became performance-based design criteria, amounting to robustness and resilience.

4.9. Schoharie Creek Bridge (1954), Amsterdam, NY

The bridge consisted of five spans, simply supported on four piers, two of which in the main river channel. On April 5, 1987, scour caused by severe flooding resulted in the collapse of piers ##3 and 2, carrying spans 3, 4 and 2 with them. The early design had considered longer spans but had rejected them due to higher construction costs. Apart from the need for diving inspections and maintenance of underwater pier footings, the incident underscored that 33 years are insufficient for assessing the sustainability of a bridge design. A similar conclusion was reached after 40-year-old levees designed for lesser storms failed during Hurricane Katrina in August, 2005.

4.10. Mianus River Bridge (1958), Interstate I – 95, Greenwich, CT

On June 28, 1983, a 30 m long span of the east-bound steel girder bridge over the Mianus collapsed. A pin and hanger linkage (*Fig. 15*) supporting the span had failed due to accumulation of debris and corrosion. As the Silver Bridge pairs of eye-bars, pin & hanger linkages are non-redundant, and next to impossible to inspect. Such details were designated as fracture-critical, requiring 100% hands-on inspection and scheduled for retrofit and replacement. The NBI enabled the rapid identification of similar structures, demonstrating that infrastructure management is unsustainable without an up-to-date inventory. Bridge Management Systems (BMS) became an FHWA requirement. Inspectability, maintainability, and minimizing lifecycle costs, essential to sustainability, became design criteria.

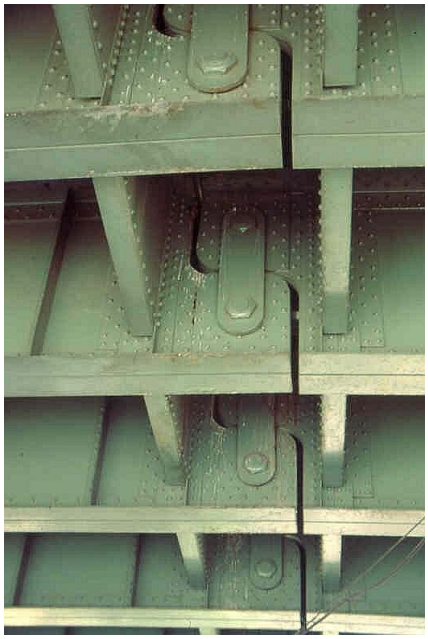


Fig. 15. Typical pin & hanger connections

4.11. I – 880 Cypress Viaduct (1957) Oakland and I – 240 Embarcadero (1968) San Francisco, CA

The two multi-span two-level prestressed concrete structure failed during the Loma Prieta Earthquake of Oct. 17, 1989 in strikingly different ways (*Figs. 16 – a, – b*).

The Cypress Viaduct collapsed over a length of 3 km, causing 41 fatalities. Among the contributing causes were structural discontinuity between the lower and upper levels, inadequate column reinforcing ties, and foundations on deep piles. Attempts to improve the structure's seismic robustness and resilience had been in progress. At Embarcadero the column reinforcing ties were similarly inadequate, but the two-level columns were continuous. The severely damaged structure withstood the ground motion, by all estimates very narrowly. Robustness had been lacking, but resilience sufficed to prevent catastrophe. Both structures were deemed unsustainable, structurally and aesthetically, and replaced by traffic on grade. AASHTO and FHWA followed up with comprehensive upgrades of seismic research and design.

Fig. 16 – a. Cypress Viaduct, Oakland – b. Embarcadero, San Francisco

4.12. San Francisco – Oakland East Bay Crossing (1936, 1989, 2013, 2018) T. Y. Lin Associates

The original Sah Francisco – Oakland opened in 1936. It consisted of a unique pair of suspension bridges between San Francisco and Yerba Buena in the middle of the bay, and a truss bridge between the island and Oakland. The upper level carried automobile traffic and the lower level carried rail until 1958. Automobile traffic in the East direction replaced the latter in 1963. Currently, average daily traffic is estimated at 260,000 vehicles. Tolls are collected in Oakland.

The choice of the two suspension bridges for the West Crossing was innovative and opposed by the sympathizers of trusses, such as Wadell. A shallow spot for a joint anchorage in the middle of the channel rendered it feasible. During a number of earthquakes in the Bay Area it proved highly successful. The truss of the East Bay crossing was deemed adequate because that channel is shallow, and navigation is very limited. During the Loma Prieta earthquake of 1989 a 50 ft (17 m) upper-level span fell on the lower level. One motorist perished. Traffic was restored within a month, but the structure was condemned and proposals for a replacement went under review. A cable-stay structure was considered logical for the relatively longer span next to Yerba Buena at a cost estimate of USD 2 billion (2005). However, the committee voted for a "signature", unquestionably unique 385 m self-anchored suspension bridge. In view of the higher cost, Governor A. Schwarzenegger halted the construction pending a review. Nevertheless, the bridge was completed in 2013 at a cost estimated at USD 6.5 billion (including repair of certain construction defects). A proposal to retain the old truss bridge as a pedestrian and bicycle route was considered and abandoned. The truss (*Fig. 17*) was dismantled and sold to China in 2018. The certifiably unique completed structure is visually striking and attracts artistic lighting displays. Its 78.74 m width qualifies it as the world's widest bridge. No major earthquake has tested it to date but the nearby Hayward Fault is considered active.

The article by Jaxon Van Derbeken (Jan. 29, 2015) "Bay Bridge's Troubles: How a Landmark Became a Debacle" details the history of the project selection and subsequent developments. The selection of the cable-stayed structure with its much superior cost draws attention to the sustainability of "signature" structures. Despite acute financial difficulties, Californians selected a much costlier engineering solution, ostensibly in contradiction with the fundamental Market constraints governing supply and demand. This can be interpreted as proof that sustainability cannot be entirely monetized. The developments so far also suggest that the sustainability of a major infrastructure asset can only be fully assessed over a much longer useful life.

Fig. 17. New and old East Bay Crossing, Yerba Buena - Oakland

4.13. Mississippi River Bridge I-35 (1964), Minneapolis, MN, Sverdrup & Parcel

The main bridge structure was a 3 span (81 m / 140 m / 81 m) non-redundant steel arched deck through truss. On August 1, 2007, the central span collapsed, precipitating a global failure. Investigation identified 16 inexplicably thinner gusset plates with inadequate load-bearing capacity. Similar bridges drew immediate attention but did not exhibit such a deficiency. Inspections had observed a buckling in the thinner fracture-critical gusset plates, but the condition had not been sufficiently prioritized. Gusset plates had not been addressed adequately in AASHTO design specifications. The 43-year service of the structure prompted speculation that other factors, including a pier shift and new construction loads might have contributed. As in multiple modes of instability, multiple causes typically contribute to global failures. A structure built without basic robustness and resilience had appeared falsely sustainable over an extended period. The bridge was replaced in 11 months by a prestressed concrete box-girder structure (*Fig. 18*), abundantly instrumented with performance monitoring equipment.

Fig. 18. New I-35 Bridge at Minneapolis

4.14. Sunshine Skyway (1954) Tampa, FLA and Queen Isabella Causeway (1974) South Padre, TX

Sunshine Skyway was a twin multi-span, 6.82 km structure crossing Lower Tampa Bay. The multi-span Queen Isabella Causeway connects South Padre Island to Port Isabel for a length of 3.82 km. Each lost a concrete pier, and the adjacent spans due to vessel impact, on May 9, 1980 and Sept. 15, 2001, respectively. In both cases constructing piers sufficiently robust to resist vessel impact or to survive a lost pier would not have been feasible. The Sunshine replacement was a much longer cable-stayed signature bridge. The causeway added more buffers. Both employ supplementary warning signals and other protection systems. Thus, sustainability was improved by reducing the risk by a new structure or by augmenting the management of the existing one.

4.15. Francis Scott Key Bridge (1977 – 2024), Rte. I-695, Baltimore, MD

The main structure of the Francis Scott Key Bridge was a 3-span continuous through truss with a center span of 366 m over Baltimore Harbor (*Fig. 19*). By 1977 the construction had cost USD 141 million (USD 743 million in 2025). On March 26, 2024, an out-of-control container ship struck one of its supports and destroyed the bridge. An estimated 11.5 million vehicles used the crossing annually. The toll had been USD 4.00.

In May 2024, with clean-sup still in progress, MD DOT announced a proposed replacement by 2028 at a cost between USD 1.7 – 1.9 million. The Kiewit Corporation is charged with the preliminary design. The proposed cable-stayed bridge replacement, however, advertises a main span of 488 m, still inadequate for the seafaring navigation demand, once again showing questionable sustainability assessment.

Prior to the accident, the bridge had been in good condition. During a routine painting operation workers had observed a fatigue fracture of a non-redundant truss member (*Fig. 20*). Despite the clear

large deformation, there had been no significant structural malfunction. Whereas the individual member lacked robustness, the structure redistributed the loads resiliently.

Fig. 19. Francis Scott Key Bridge, Baltimore Harbor

Fig. 20. Fractured member, Francis Scott Key Bridge

Upon reflection, the two main span piers in the middle of the busiest channel on the US East Coast had been critically vulnerable from the onset and no steps had been taken to mitigate that vulnerability. In 1972 a costlier longer span would have been entirely feasible. At busy channels (such as East River in New York City) large vessels are guided by tugboats. The user costs can be broadly estimated in terms of automobile commuter and vessel time delays.

4.16. Viaduc de Millau (2004) Norman Foster, Michel Virlogeux

Viaduc de Millau (*Fig. 21*) is an 8 – span, 2,460 m long cable-stayed bridge above the Tarn Valley in Southern France. The unique design elevated the Autoroute traffic high above the terrain as the environmentally more sustainable option. The (then) mayor of Millau Jacques Godfrain recalls an inquiry by representatives of (then) California Governor Schwarzenegger about the design selection process. Mr. Schwarzenegger may have been more interested in rejecting, rather than approving a project on sustainability grounds. The 7 bridge pylons are constructed of concrete up to the deck and of prefabricated steel above. The tallest one reaches 336.4 m. The prestressed concrete deck segments were not extended (as usually) from the towers on successive cable stays. Instead, the construction company Eiffage launched the deck on temporary steel towers midspan and brought the steel pylon tops on it. The construction took three years and cost € 394,000,000. Design useful life is 120 years.

Fig. 21. Viaduc de Millau (2015)

A comparison is appropriate between the signature status of the Viaduc de Millau and the San Francisco – Oakland East Bay. Both structures are tolled, rendering their management more coherent. The East Bay crossing spared no expense in order to become a "signature bridge". Viaduc de Millau became one by brilliantly achieving its purpose. Short and long-term sustainability considerations can neither be ignored, nor fully monetized. A similar reasoning applies to all signature and record-breaking bridges. Fashionable and competitive attitudes can be stimulating, but they benefit by recognizing the restraint of sustainability. David Billington [18] stresses that great structural artists, such as J. Roebling and G. Eiffel (1832 – 1923) realized their projects on time and on budget. Their signature structures remain highly serviceable (and profitable) more than a century later.

4.17. Tarbela Dam, Pakistan (1976).

With an earth-fill wall 148 m high and 2,743 m long, Tarbela is the world's largest of its kind. It active capacity was estimated in 1974 at approximately 12,000 km^3 with an area of 250 km^2. The large reservoir of the dam submerged 135 villages, which resulted in the displacement of a population of about 96,000 people.

In 2011 many such people had still not been resettled or given land in compensation for their losses by the government of Pakistan, in accordance with its contractual obligations with the World Bank. The project's cost was initially estimated to be USD 928 million, but the cost was revised downwards to USD 651 million.

The dam was designed by the consulting partnership TAMS of New York City. In the 1980s TAMS conducted an elaborate seismic reanalysis and strengthening of the auxiliary concrete spillways and trash racks of the dam.

The dam is critical to the electric generation of the region. Upon completion of the current extension, the total power generating capacity of Tarbela Dam will increase to 6,418 MW. A large portion of the water is also used for irrigation. It is estimated that siltation has reduced the dam's current capacity to 8.4 km^3 and its useful life was estimated at 50 years. However, the estimate has been extended to 85 years, or until 2060. By then several dams will be constructed upstream of the Indus River, alleviating the sedimentation at Tarbela.

4.18. World Trade Center, New York City (1973), Minoru Yamasaki (1912 – 1986), Leslie Robertson (1928 – 2021).

The Twin Towers were signature representatives of the tubular design, associated also with Dr. Fazlur Khan (1929 – 1982) and Skidmore, Owings & Merrill. On Feb. 26, 1993, a bomb exploded in the parking garage, gutting 4 underground floors of the South Tower and knocking out one diagonal of the outer bearing wall. The tower structure proved abundantly robust, loads redistributed, all damage was localized and promptly repaired. The perception of robustness and resilience improved

the popularity and hence, the sustainability of the usually under-occupied towers. Then, on Sept. 11, 2001, passenger planes struck both towers (*Fig. 22*).

Fig. 22. World Trade Center, New York City, Sept. 11, 2001

Both towers resisted the impact robustly as the design had anticipated, deflected and regained their original position. The South Tower was struck relatively low. With the weight of 30 floors above the damage, it might not have survived for long even without the ensuing intense fire which brought it down in 56 min. The North Tower was struck much higher, around the 91st floor. Its floors lacked the necessary resilience and in 1h 38 min the fire caused a cascading collapse. Since then, the resilience and sustainability of tall buildings (tubular and otherwise) has been revisited, under normal and previously unanticipated extreme circumstances, such as fire. Sustainability against aircraft and vessel collisions cannot rely solely on structural robustness and resilience without adding the tools of prevention.

5. Conclusions

The infrastructure is neither a conservative system, nor dependent on uniquely defined control parameters, but it is prone to instabilities in the domains of energy and money. As mechanical instabilities, they occur when (and because) they are not anticipated. Stability and sustainability are similarly prone to sudden failures, because both represent qualitative losses. Quantifiable robustness and resilience would make such failures easier to anticipate and possibly avoid. Adopting these terms as ‘control parameters’ of infrastructure performance requires quantifying and qualifying them in energy, time and money to the satisfaction of all concerned.

Robustness, resilience and sustainability have been seeking recognition for decades, as have the policies that promote them. That remains a work in progress, because the disparate engineering and economic restraints and constraints of money and energy cannot be expressed in coherent and consistent dimensions. Sustainable development was the subject of an international conference in Rio de Janeiro in 1992 and a World Summit in Johannesburg in 2002. The US Report [4] addressed sustainable development of chemicals, transport, mining, waste management, and sustainable consumption and production. In 2011 the Office of Sustainable Development at the United Nations (UNSOD) established 17 goals (SDGs), prioritizing least developed countries (LDCs). In order to advance the subject from commendable thinking to actionable tasks ‘sustainability’ must be defined in consistent and generally accepted qualifiable and quantifiable terms. As that objective enters national and international politics, it recedes into the future. Practical application becomes likelier within the reduced scope of managing the transportation infrastructure. Therein ‘robustness’ and ‘resilience’ emerge as appropriate qualifiers and quantifiers of sustainability. In 2021 the US Congress allocated USD 1.3 trillion to rebuilding the national ‘hard’ infrastructure. ‘Shovel ready’ projects (deemed by former President Barak Obama non-existent) are to be favored. The ultimate objective of these funds should be long-term sustainability, defined in terms of robustness and

resilience within the 3-D space of energy, money and time. However, their allocation and efficient expenditure is not guaranteed.

Presently, as ever, most significant innovations in infrastructure management occur following sustainability crises caused by natural disasters, such as floods, fires, and earthquakes, or due to procedural lapses, such as collisions, collapses, cost cuts and relaxed safety. The cited examples are among many illustrating both superior and deficient sustainability. The following possible conclusions emerge:

- Sustainability must be assessed bilaterally from the viewpoints of society and nature. The question whether society can sustain a project financially must be reciprocated with the one what society can nature sustain physically. Direct, user and environmental costs / benefits are assessed by different methods and, despite efforts at monetizing, are obtained in drastically incomparable dimensions. Contradictory environmental assessments and solutions abound and supply no unique answers.
- Lifecycle costs of gratuitous expenditures for unsustainable infrastructure escalate unpredictably.
- Designs economizing first costs, as well as those pursuing 'signature' effects and record dimensions prove unsustainable in the long run. The mega-structures of the past were motivated by the sustainability demands of an expanding society. Today, they are indispensable in a social fabric which is not expanding at the same rates. Each of the four East River bridges in New York City has absorbed USD 1 billion over the last 30 years for rehabilitation and such costs will arise in the future as well. Current mega-structures, such as the Honshu-Shikoku crossings in Japan, the crossing of the Dardanelles at Çanakkale, the new bridges in China, and the proposed Messina Straits Bridge are modifying irreversibly the geography. Therefore, the sustainable maintenance of their robustness and resilience is a perpetual responsibility.
- Communities rarely invest the benefits from infrastructure projects in future infrastructure improvements. Useful lives of 100 – 120 years appear far-reaching during construction but end before the communities are prepared to extend them. Maintenance and preservation expenditures are the first cost-cutting targets, because the resulting losses in infrastructure resilience and sustainability are apparent only over longer periods.
- The dedicated funding from tolls monetizes and clarifies bridge sustainability. Thus, despite community resistance, it is increasingly introduced. Privatizing maintenance is also attempted; however, it limits sustainability windows to the time of the contracts, stranding the owners with costly follow-ups.

The disparate sustainability factors obtained for direct, user and environmental benefits / costs parallel the disparate engineering, economic and political constraints and restraints governing public infrastructure management. Energy consumption governs global sustainability considerations in general, and the engineered infrastructure in particular. The construction of more energy-efficient and hence, sustainable infrastructure is therefore in demand, even at higher first costs. Engineering however deals with energy directly, whereas economics and politics tend to monetize its benefits and costs. A 3-D space in which the three fields can operate in coherent terms is as essential to infrastructure sustainability as stability is to structural stiffness analysis. Robustness, resilience and sustainability can frame such a space.

REFERENCES

[1] Yanev, B. Analogy Between Infrastructure Sustainability and Mechanical Stability. XIII International Scientific Conference "Civil Engineering Design and Construction", Sept. 12-13, 2024, Varna, Bulgaria, ISSN 2683-071X, 2024.

[2] Bažant, Z. P. and Cedolin, L. Stability of Structures, Oxford University Press, New York, ISBN-13 978-981-4317-02-3, ISBN-10 981-4317-02-0, 1991.

[3] Yanev, B. Bridge Management, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN-13 978-0-471-69162-4, ISBN 0-471-69162-3, 2007.

[4] United States of America National Report Chemicals, Transport, Mining, Waste Management, and Sustainable Consumption and Production, Submitted to the United Nations' Department of Economic and Social Affairs Commission on Sustainable Development 18/19, 2010.
[5] Barker, Richard M. and Puckett, Jay A. Design of Highway Bridges, an LRFD Approach, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, N.J., ISBN-13: 978-0-471-69758-9, 2007.
[6] FHWA Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C., U.S., FHWA –PD-96-001, 1971, 1988, 1995.
[7] AASHTO Load and Resistance Factor Design (LRFD) Bridge Specifications, 8th Edition, 2017.
[8] FHWA Specifications for the National Bridge Inventory Bridge Elements, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C., U.S., FHWA-01-21-2014.
[9] NYS DOT Bridge Inspection Manual, State Department of Transportation, Albany, New York, 1984, 2014.
[10] NYS DOT Bridge Inspection Manual, State Department of Transportation, Albany, New York, 2016.
[11] FHWA Bridge Preservation Guide, Office of the Infrastructure, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C., U.S., 2008.
[12] Yanev, B. Supply and Demand in Engineering and Management, Building Materials and Structures, Vol. 64, pp. 261-268, ISSN 2217-8139, 2335-0229, Aug. 2021.
[13] Parrochia, D. La Forme de crises, Champ Vallon, Paris, ISBN-10 2876734850, 2008.
[14] Thom, R. Stabilité structurelle et morphogénèse, Paris, Édiscience, 2e éd. 1977.
[15] FHWA Notice of Proposed Rulemaking (NPRM), National Bridge Inspection Standards, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C., 2020.
[16] Bruneau, M. and Reinhorn, A. Overview of the Resilience Concept, Proceedings, the 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, April 18-22, San Francisco, CA., 2006.
[17] Einstein, A. Geometry and Experience, Lecture before the Prussian Academy of Science, Springer, Berlin, Jan. 27, 1921
[18] Billington, D. The Tower and the Bridge, Princeton University Press, 1983.

CONCERT AND THEATRE HALLS IN PERMANENTLY ANCHORED VESSELS REPURPOSED AS ALTERNATIVE URBAN SPACES FOR CULTURE

Polina Kyosseva[1]

ABSTRACT:

An exciting niche trend in the development of urban spaces for culture is presented: in the rivers, canals, and docks of some big cities old vessels are permanently anchored and repurposed as public venues for art performances. Among the advantages are unique audience experience, preservation and new life for the industrial naval heritage, revitalization of waterfront areas, contribution to urban cultural diversity. Among the challenges are integration of a vessel into the existing city fabric, spatial constraints in organizing stage and audience seats within reused narrow hulls, fulfillment of acoustic and visual performance standards, provision of fire safety and wheelchair access, expensive maintenance. The paper reviews a selection of successful examples and discusses the achievements and challenges in the field.

Keywords: architecture, theatre ships, alternative public spaces, naval heritage, industrial monuments

[1] Polina Kyosseva, PhD Arch., email: koni_lyn@abv.bg

1. Introduction.

Metaphorically, a ship is a mediator between realities. It connects distant shores, it stands between land and water. A repurposed historical ship is even more – a mediator between the past and the future. This is the ultimate border space that can perfectly mediate between the everyday world and the world of art: the culture ship! As every liminal space contains within itself dynamics and unrest it is natural for such a space to host creative events, to gather people and be an incubator for cultural development.

2. Short review of selected examples of permanently anchored old vessels repurposed as performance venues in an urban context.

2.1. Theatre Ship, Hamburg

"Das Schiff" or "Theaterschiff", *Fig. 1a,b* is one of the first theatre ships in Europe, while its original name was Seemöve (Seagull,. Built in the distant 1912 in the Netherlands as a steel-hulled sailing cargo vessel it underwent various transformations and even sunk during the war. But in 1974 Eberhard and Christa Möbius bought it and repurposed it into a floating theatre that opened in October 1975 [1]. Although it has toured various German cities, most of the time it stays moored in Nikolaifleet, Hamburg and is emblematic of the city's cultural life. It was fully renovated between 2019 and 2020 for 1,3 million euros.

The hall *Fig. 1c,d* has a capacity of 120 seats, arranged by three sides around a small open stage at no further distance than 7 m. The small scale suggests intimate atmosphere and close contact between actors and audience. The program typically includes cabaret, comedy, musical, featuring one to three actors. Some of the famous actors who performed on the ship stage was Gert Fröbe [2]. Around 2001 a second boat was added to expand the cultural program on water – Thespis-Kahn. It has a smaller hall with 40 seats [3]. And a third, even smaller boat joins them to serve as a cloackroom. All three of them are connected through a common pontoon.

a

b

a [google street view], b [https://www.bgfg.de/fileadmin/bgfg/Downloads/beiuns/BGFG_beiuns_2020-4.pdf]

c

d

c [https://www.facebook.com/Theaterschiff/photos], d [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Innenansicht_Schiffsbauch.jpg]

Fig. 1. a,b - Theatreschiff in its usual place in Nikolaifleet, Hamburg
c,d – the repurposed renovated performance hall at the lower deck

2.2. MS Stubnitz, Hamburg

Another iconic ship repurposed for performances in Hamburg is MS Stubnitz. Built in 1964 in Straslund (GDR), it functioned as a refrigerated fishing ship until 1990. In 1992 it was repurposed as a travelling culture ship that toured many port cities such as Stralsund, St. Petersburg, Malmö, Hamburg, Rostock, Hamburg, Bruges, Amsterdam, Szczecin, Riga, Copenhagen, Newcastle and Dunkirk, Nykoebing, Aalborg, Wilhelmshaven, Aarhus, Bremen and London. The program on board includes live music concerts, clubbing, etc. The ship was first listed as an industrial monument in Rostock in 2003 and once again in Hamburg as a mobile monument in 2013. The same year it was moored in Elbe river at Hafen City. In 2023 it was moved about 700 metres toward the Elbe Bridges, due to noise complaints from the apartment buildings just opposite to it, *Fig. 2a*. At the new location it neighbors offices and buildings under construction *Fig. 2b* and its stay there is planned until 2026. [4]

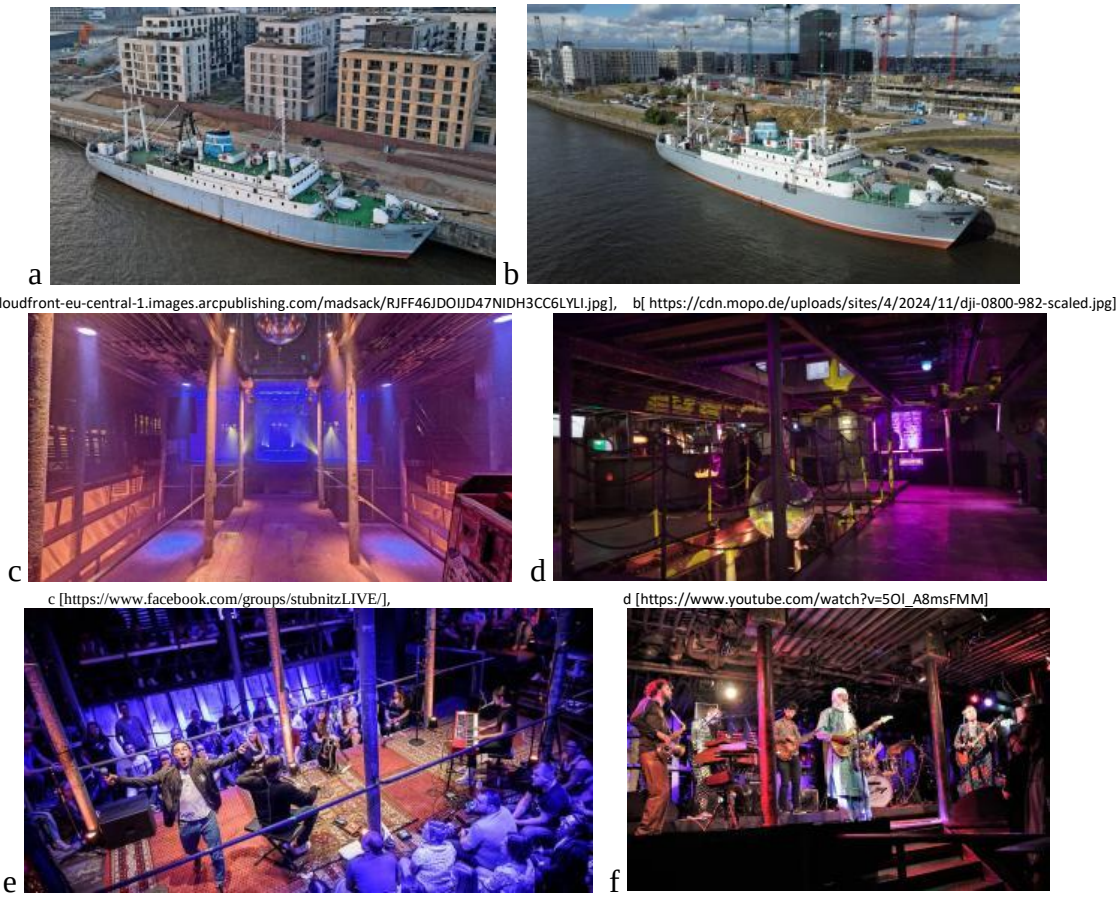


Fig. 2. a – MS Stubnitz at its former location near residential buildings;
b – MS Stubnitz at its new location; c - the big hall; d – the second level above the hall;
e –performance on the shaft tunnel in the big hall; f –performance on the stage in the big hall

Stubnitz has a total capacity of 700 guests, divided into three halls. The biggest hall *Fig. 2c* of 210 sq.m. is down at the rear of the ship and can accommodate up to 400 standing or 125 seated guests. The stage *Fig. 2f* is 6,30m wide, about 2 m deep and 2,50 m high, situated at the bottom of the hall. Once a cargo hold, today it hosts live music performances. There is some variety of configurations in which the hall can be used - the shaft tunnel can also act as a stage surrounded by the audience *Fig. 2e*. Just above it where there was once a processing room of 110 sq.m. for cleaning and preparing fish for freezing, now it is a second level to the hall with visual connection to the stage *Fig. 2d*. This space includes bars, tables and seating thus expanding the capacity with 150 more guests. A separate hall of 170 sq.m. at the front of the ship can host 200 standing or 70 seated guests. It is equipped with a bar and a small stage for lectures, screenings, readings, conferences, etc. On the

very top there is an open deck with tables and nice view of the river. It hosts up to 300 people within 200 sq.m., and is covered by a sun canopy. [5]

2.3. Le Bateau Phare, Paris

Just as its name suggests, this is a boat that initially functioned as a mobile lighthouse *Fig. 3a,b*. Built around 1954 in Dartmouth under the name "Osprey" it operated off the Irish coast [6]. In 1975 it was sold in New Ross as a floating oil berth, pilot station and harbour store. In 1998 it was re-sold and transported to Paris, where it was anchored to the bank of Seine River *Fig. 3c* and repurposed as a restaurant and just a year later – as an event venue under its new name "Le Batofar". In this period it became a popular urban space for live music and DJ clubbing specifically for rock, techno, electro, etc. The hall was said to host up to 250 standing people *Fig. 3d* while the interior kept the authentic industrial look with exposed metal surfaces *Fig. 3e*. Le Batofar was closed for an extensive renovation in 2018 and reopened in 2024 as "Le Bateau Phare". The new interior is less industrial and more elegant with improved soundproofing and acoustic materials. The hall at the lower deck called Calle can be used in different configurations *Fig. 3f,g* and is flexible to host an expanded cultural program including theatre, literature readings, stand-up comedy and live music in various styles. The capacity is for 60 seated or 200 standing guests. To the hall there is a control room, DJ booth, projection screen, while a small bar is located at the rear. Above the hall is the lounge bar for 120 people, while on top deck is the cocktail bar for 100 more guests. [7]

a b c

a [https://www.leparisien.fr/resizer/wUG6AVOSLGUZs0ppVUVkRcMqeoI=/932x582/cloudfront-eu-central-1.images.arcpublishing.com/leparisien/YUBGP3GPENFIJKRCCUFV3KYWKA.jpg], b[https://www.meilleur-brunch-paris.fr/wp-content/uploads/2023/10/bb1-738x416.jpg], c [Google Maps (Globe mode)]

d e

d [https://www.lesbarres.com/blog/le-batofar/], e [https://dynamic-media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-o/07/41/09/a7/batofar.jpg?w=2000&h=-1&s=1]

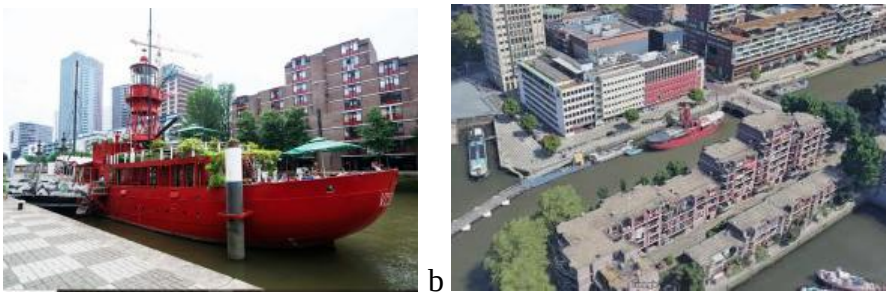
f g

f, g [https://www.privateaser.com/lieu/52542-le-bateau-phare-privatisation]

Fig. 3. a, b, c – Le Batofar anchored to the bank of the Seine;
d – Le Batofar as a techno nightclub before the renovation;
e – live rock music performance on a stage with exposed steel surfaces;
f, g – The renovated hall of Le Bateau Phare in two different configurations

2.4. Vessel 11, Rotterdam

A very similar example of a lightship transformed into urban public space for performance is Vessel 11 in the heart of Rotterdam at Wijnhaven *Fig. 4a,b*. Built in 1951 again in Dartmouth, it operated in the south coast of Wales under the name *Lightvessel No. 11* until 1988. After 1995 it was renovated and opened in 1999 as a restaurant [8]. In 2014 it was further developed into a British pub and a live music venue. On the lower deck is the so-called "Belly Bar" (named for being inside the ship's belly) – a hall for 70 people with a small stage and a bar *Fig. 4c,d*. It regularly hosts concerts and provides space for events as a part of the local festivals as Momo and Left of the Dial. Upstairs there are bars and a restaurant. The wooden floors create warm atmosphere within the authentic ship's aesthetics.



a b

a [https://ik.imagekit.io/thedjcompany/prod/b6bda7f9-655c-4393-8fcf-f7e7a27fe126/DSC9082-1-1024x684_cYsdTrizf.jpg], b [Google Maps (Globe mode)]

c d

c, d [https://www.vessel11.nl/en/eventlocation/belly-bar/]

Fig. 4. a, b – Vessel 11 anchored in the heart of Rotterdam;
c – The Belly bar with the stage at the bottom and wooden floor for dancing;
d– live music performance in the belly bar with audience;

2.5. La Nouvelle Seine, Paris

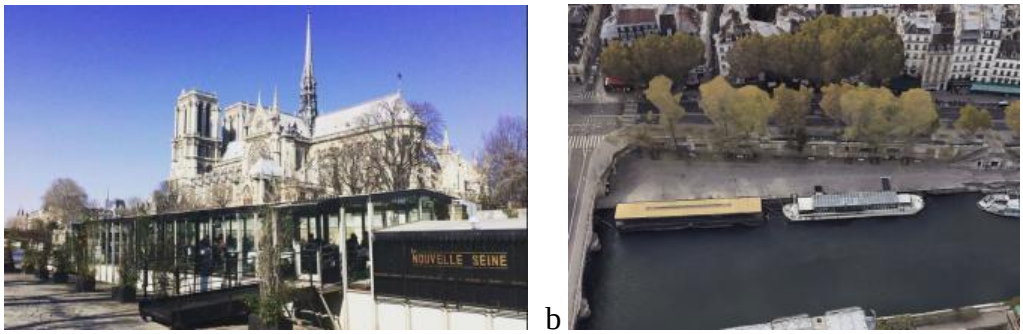
Permanently anchored to the left bank of the Seine River, just opposite the Notre-Dame de Paris, stays La Nouvelle Seine - a barge repurposed as a public cultural space *Fig. 5a,b*. While the top deck functions as a restaurant with magnificent view to the cathedral, down in the hold there is a vivid theatre hall with 110 seats along a single side aisle *Fig. 5c,d*. The stage is small, but sufficient for one to several performers and is closed by a real theatrical curtain. The regular program includes cabaret, stand-up comedy, solo performances, etc. [9]

2.6. Thekla, Bristol

Built in West Germany in 1958 as a coaster cargo ship, Thekla functioned until 1975, when it was decommissioned in Sunderland following a grounding incident. In 1983 it moved to Bristol. In 1984 it was repurposed as a theatre under the new name - the Old Profanity Showboat.

The typical program included cabaret, comedy, plays, musicals, and poetry events. In the 90s it reclaimed its original name (The Thekla) back and transformed into an underground nightclub with live music performances with famous groups such as Massive Attack. Since then it has been permanently anchored to Mud Dock – a central location of the city with rich history *Fig. 6a,b*. Thekla is inextricably woven into Bristol´s public cultural life. In 2003 the world famous graffiti artist Banksy created one of his masterpieces "The Grim Reaper"on the external side of the ship just above the water line. It has been removed in 2014 and exposed in the M Shed museum in order to be

preserved. At its very place a new graffiti was sprayed by Inkie. A vast renovation of the ship was made in 2019 and a new steel hull was welded out to the original one. To celebrate the 40th anniversary of Thekla as a cultural ship 2024 a book was published that provides more details about its history and transformations [10]-[13].



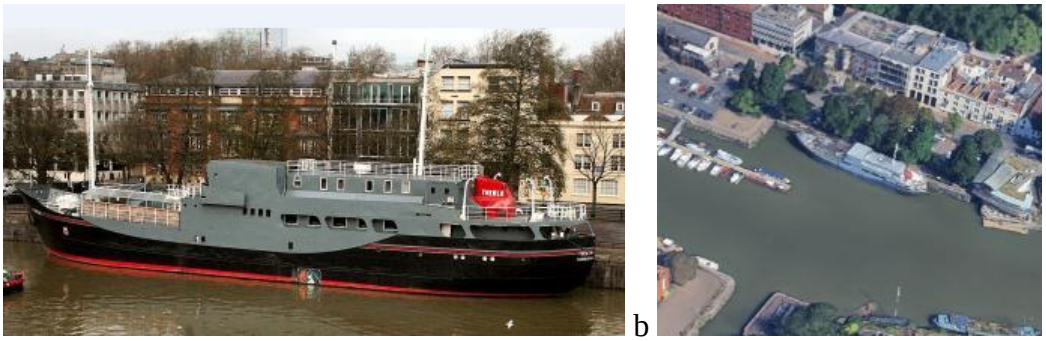
a b

a [https://www.leparisien.fr/paris-75/paris-75005/a-paris-le-nouveau-rire-accoste-a-la-nouvelle-seine-12-09-2016-6115035.php], b [Google Maps (Globe mode)]

c d

c [https://lanouvelleseine.com/wp-content/uploads/2023/11/salle-compress-scaled.jpg],
d [https://cdn.sortiraparis.com/images/1001/100773/973223-visuels-salles-de-spectacle-et-theatres-la-nouvelle-seine.jpg]

Fig. 5. a, b – The repurposed barge anchored on the bank of the Seine;
c – The repurposed theatre hall with closed curtain; d – The hall;



a b

a [https://live.staticflickr.com/1486/23950959283_1ff6003fe1_b.jpg], b [Google Maps (Globe mode)]

c d

c [https://www.designmynight.com/bristol/clubs/thekla], d [https://www.facebook.com/TheZineUK/photos/t.100064565084997/1523955844361215/?type=3]

Fig. 6. a, b – Thekla anchored at the East Mud Dock in Bristol;
c – The repurposed concert hall during live performance; d– The audience on two levels;

The public space on board consists of a hall with a stage, dance floor and a bar, located in the hold and a café on the upper deck with seating for about 65 people. The hall has a capacity of 400 standing guests. Together with the upper deck it can host a total of 600 guests *Fig. 6c,d*. Unlike other examples here the ceiling height is quite tall.

2.7. Theatre ship, London

One of the newest examples that opened in 2024 is theatre ship in London. Built in 1913 as a sailing barge, it acquires its first enginge in the 60s. After more than 100 years of transport service between the ports of North Europe and London the vessel retired to start a new life as a cultural venue. The ship is anchored in the Millwall Cutting *Fig. 7a,b*, playing a tribute to the Canary Wharf region´s history – once ships were crucial to this ex-industrial zone. Today as the Canary Warf transforms into a public urban zone, the ships adapt their functions to remain an integral part of its essence [14]-[17].

The hall is in the prior cargo hold downstairs and has a capacity of 110 fixed seats along a central aisle *Fig. 7c*. The rows are slightly rotated to provide better view angle. In the interior a balance is sought between the authentic ship look with its visible metal surfaces and the acoustic requirements of its new function. The small elevated stage is sufficient for several performers and is equipped with a projection screen and a curtain *Fig. 7d*. The typical program includes cinema screening, theatre, music and lectures. In addition to the hall there is a cafe bar and an exhibition area. The project envisions the addition of a second art ship soon, forming a whole cultural cluster on the water.

a

b

a [https://www.theunfinishedcity.co.uk/2024/03/theatreship.html], b [Google Maps (Globe mode)]

c

d

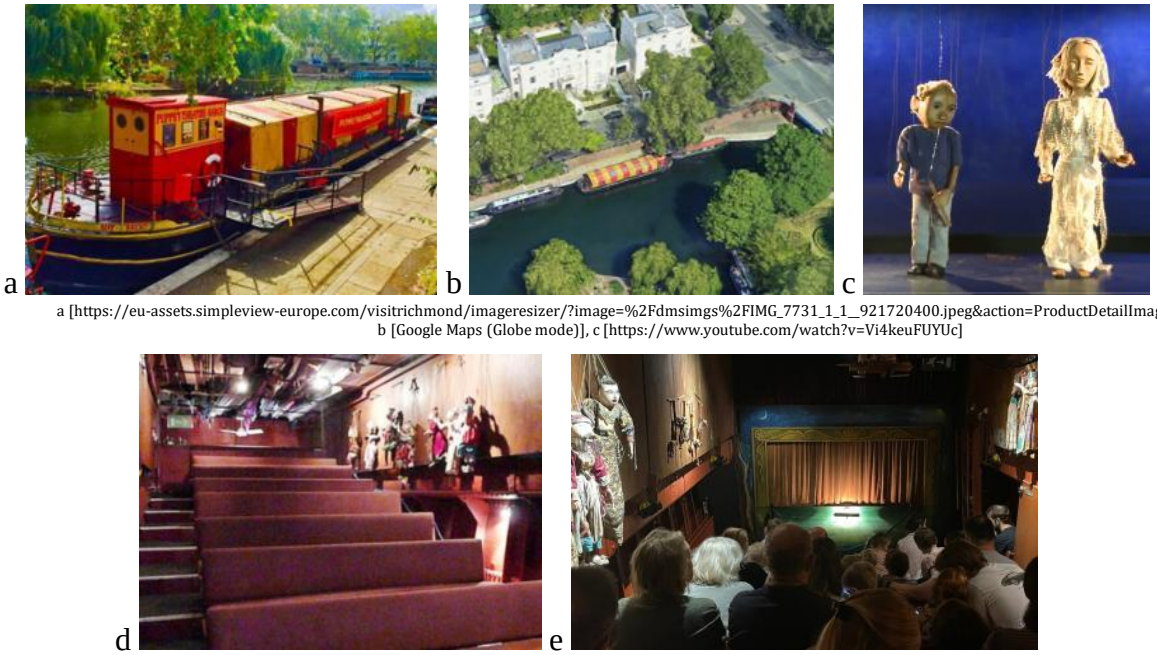
c [https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipPGBFzR_2OYKRHN2zS6TnjI1oHPPTAZMrx3VJvC=s1360-w1360-h1020],
d [https://www.facebook.com/photo.php?fbid=387505277378440&set=pb.100083569113840.-2207520000&type=3]

Fig. 7. a, b – Theatre ship anchored in Canary Wharf, London*;*
c – The repurposed hall; d – The repurposed hall during live performance;

2.8. Puppet theatre barge, London

The last example is a unique barge, repurposed as a puppet theatre for children performances – a surreal place of magic and tales *Fig. 8c*. Built in the 1930s, the barge was repurposed by the marionette puppeteers Gren Middleton and Juliet Rogers, opening as a puppet theatre in January 1982 at Camden Lock in North London before touring the Grand Union Canal. In 1988 it was moored to its current location near Little Venice, where it stays most of the time *Fig. 8a,b*. During the summer months the barge changes its location and is usually anchored at different spots along the Thames River [18]. In 2019 a book was published to present the whole story in more detail [19].

The hall has 50 seats along a single side aisle. The rows are stepped to provide unobstructed visibility from each place *Fig. 8d*. The stage with two bridges is adapted especially for string puppet shows and closed by a golden theatrical curtain *Fig. 8d*. In addition, the program also includes events for adults in the evening hours: live music performances, lectures, stand-up comedy, etc.



a [https://eu-assets.simpleview-europe.com/visitrichmond/imageresizer/?image=%2Fdmsimgs%2FIMG_7731_1_1__921720400.jpeg&action=ProductDetailImage], b [Google Maps (Globe mode)], c [https://www.youtube.com/watch?v=Vi4keuFUYUc]

d [https://sbndv3.cloudimg.io/s/crop/300x200//s3-eu-west-1.amazonaws.com/spacehive/07e11e21-16c1-4a5e-b23e-dd4a99ddd82a_xlarge_auditorium-empty.jpg], e [https://www.facebook.com/puppetbarge/photos_by]

Fig. 8. a, b – Puppet theatre barge in Little Venice, London*;*
c – String puppet show;d, e – The repurposed thratre hall;

3. Discussion and cocnlusions

The reviewed selection of examples provides a valuable ground for comparison and discussion. As this paper focuses on permanently anchored vessels as a part of the urban cultural infrastructure the first important question is about integration: how does an object such as a boat or a ship, created for motion, adapt to a fixed place and integrate among urban buildings? Visually, a ship has a very different shape from most buildings, but when it comes to public venues this visual contrast is often intentional. Public architecture tends to be morphologically more dynamic and create landmarks, compared to residential architecture. Additionally, art is a dynamic experience and so the external image matches the internal new function quite adequately. Of course, the examples shown are within such cities that feature canals or rivers in which vessels are already a part of the historical cityscape which also favours their integration.

In addition to shape and image, another important parameter for integration is size. Mid-sized vessels for inland waters seem to integrate easily into the city docks and rivers while also meeting the functional requirements for a small performance centre. The presented examples range in length from 22 to 80 metres.

Some other integration challenges appear in the case of MS Stubnitz and Thekla that are known to have caused numerous noise complaints from nearby residents. Compared to buildings, ships

usually lack efficient soundproofing. When combined with loud music program and residential location, this really cannot be ignored as an integration problem. Fortunately, it is within ship's nature to be moved and re-anchored to another location within the city water infrastructure.

The second big question is how the vessels adapt to the new performance function. We see from the review that many of the repurposed ships were previously cargo transport vessels. The former cargo holds are perfect for halls as they are already big enough and the performance function doesn't require natural light. So, this explains why in all eight reviewed examples, the halls are always located on the lower deck, where cargo holds are typically found. It is a repetitive model – halls in the holds downstairs, restaurants and bars upstairs with natural light and city views.

Following location, the next important decision in these adaptations is about materials. Normally, a performance hall has strict acoustic requirements to ensure uniform sound distribution and to prevent echos. These requirements involve sound absorbing materials that stop further reflections of the sound waves. Unfortunately, cargo ships come with vast metal surfaces in the interior, that do not provide the best acoustics. The big dilemma is whether to sacrifice the authentic industrial atmosphere or to sacrifice acoustics. We clearly see how in MS Stubnitz, Thekla and Le Batofar (before the renovation) the exposed metal surfaces are kept in the halls. All three of them offer mainly live music and DJ clubbing and their popularity suggests that this approach works. However, it is striking that all three of them offer almost identical styles of music – rock, techno, electro. One could assume that such styles somehow tolerate the elongated reverberation time without losing quality. And of course, they perfectly match the industrial aesthetic. With some colour lights on them the metal plates easily acquire a stunning, futuristic look.

Organization of the hall stage and seating is another crucial question. In many cases the width of the repurposed vessels is quite narrow – ranging from 4 to 8 m. This leads to small stage without wings (usually at the bottom of the short side) and to narrow long audience halls. In the cases of La Nouvelle Seine and the Puppet theatre barge we see untypical solution that we would never see in a new building's hall - the rows are accessed by a single side aisle. However, here it seems to work as it neither loses space for two side aisles, neither loses the best middle seats for a central aisle. The depth of the row in this case is up to 6-7 seats. Only in theatreschiff Hamburg is a completely different solution invented – the stage is on the long side. This way it stays in the middle of the audience, which surrounds it by three sides within 7m distance maximum.

Table 1. Comparison of the presented examples

VESSEL	COMPARATIVE PARAMETERS					
	Location (city, country)	**Built in/as**	**Vessel size (m)**	**Repurposed for culture**	**Hall capacity**	**Cultural program**
Theaterschiff	Hamburg, DE	1912, NL cargo	34,5x 5,28 draft 1,2m	1975	120 seats	theatre, stand-up comedy, lectures, cabaret
MS Stubnitz	Hamburg, DE	1964, GDR fishing cargo	80x13 draft 4,9	1992	3 halls with total capacity of 700	live music, DJ clubbing
Le Bateau Phare	Paris, FR	1954, UK lightship	40,8x7,6	1998	60 seats 200 standing	live music, DJ clubbing, stand-up comedy
Vessel 11	Rotterdam, NL	1951, UK lightship		1999	70 people	live music
La Nouvelle Seine	Paris, FR	barge		2013	110 seats	cabaret, stand-up comedy
Thekla	Bristol, UK	1958, DE cargo	52,77x8,82 draft 3,21	1984	400 standing + 200	live music, DJ clubbing
Theatre ship	London, UK	1913, DE cargo	50x7	2024	110 seats	cinema, theatre, music, lectures
Puppet theatre barge	London, UK	1930s barge	~22m lenght	1982	50 seats	puppet theatre, live music, lectures, stand-up comedy

Other general functional difficulties when adapting vessels for performance venues are providing fire safety and evacuation exits, as well as ensuring wheelchair access. Vessels are usually

accessed through pontoons and mobile ramps. As the ship fluctuates on the water, the slope of ramp may vary and not be within the recommended inclination angle for wheelchair users. Furthermore, inside the vessel no ramps are available, but only steep stairs. While in the bigger ships lifts are possible to install, for most of the small venues this is still under question.

But despite all challenges, the permanently anchored vessels repurposed as performance venues remain an exciting alternative to urban public spaces for culture.

REFERENCIES

[1] Theaterschiff Hamburg, "Das Theaterschiff - Geschichte," [Online]. Available: https://www.theaterschiff.de/theater/das-schiff-geschichte.html

[2] C. Rosin, “Gert Fröbe - als wär’s heut gewesen (1978) Hamburg.” [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=MyDhWo-ASJ8

[3] stg, “Der Kapitän atmet Buchstaben ein und Verse aus,” Die Welt, Feb. 21, 2001. [Online]. Available: https://www.welt.de/print-welt/article435201/Der-Kapitaen-atmet-Buchstaben-ein-und-Verse-aus.html

[4] MS Stubnitz, “Die Geschichte der Stubnitz,” [Online]. Available: https://www.stubnitz.com/story.html

[5] MS Stubnitz, “Mieten,” [Online]. Available: https://www.stubnitz.com/mieten.html

[6] Commissioners of Irish Lights, “Lightvessel History – Irish Lights,” Web Archive, [Online].Available: https://web.archive.org/web/20090101132933/http://www.cil.ie/sh675x4532.html

[7] Bateau Phare Brochure – July 2024, [Online]. Available: https://lebateauphare.paris/wp-content/uploads/2024/07/Bateau-Phare-Brochure-Juillet-2024-EN.pdf

[8] Vessel 11, "About us," [Online]. Available: https://www.vessel11.nl/en/about/

[9] Theatre in Paris, “La Nouvelle Seine, a floating theatre,” [Online]. Available: https://www.theatreinparis.com/blog/la-nouvelle-seine-a-floating-theatre?utm_source=chatgpt.com

[10] National Historic Ships, "Thekla," [Online]. Available: https://www.nationalhistoricships.org.uk/register/3549/thekla

[11] S. Morris. (2024. May 2) “‘Thekla runs a tight ship’: Bristol’s floating venue marks 40 years at dock,” The guardian, [Online]. Available: https://www.theguardian.com/uk-news/article/2024/may/02/thekla-runs-tight-ship-bristols-floating-venue-marks-40-years-at-dock

[12] Classic Yacht TV. (2016, Feb. 4). "Raising Afloat," [Online]. Available: https://www.classicyacht.tv/journal/2016/2/4/thekla-cargo-ship-bristol-underground-music

[13] R. Murray. (2018, Jul. 25) “Looking back at the remarkable history of Harbourside boat Thekla,” Bristol Live [Online]. Available: https://www.bristolpost.co.uk/whats-on/music-nightlife/looking-back-remarkable-history-thekla-1817216

[14] Theatreship, "Vessel," [Online]. Available: https://theatreship.co.uk/

[15] M. Brown. (2024, Dec. 10) "Theatreship: London's Newest Cultural Venue Is On A Boat," Londonist, [Online]. Available: https://londonist.com/london/theatre-and-arts/theatreship-a-new-cultural-venue-for-london-on-a-boat

[16] Thames Festival Trust, “Docu-series: Theatreship.” [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=I7Lg5Tw52jA. [Accessed: 13-Apr-2025]

[17] The High Point Podcast, “EP012 (Full Episode): The Theatreship project with Inigo Lapwood.” [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=ubhXLS7mlwI. [Accessed: 13-Apr-2025]

[18] “PuppetBarge. “The barge”. [Online]. Available: https://www.puppetbarge.com/thebarge

[19] Middleton & Rogers, Keeping afloat: An adventure on a river barge that became a theatre. UK: Jack and Mare Publishing, 2019

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

АРХИТЕКТУРНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СГРАДНИ ИНСТАЛАЦИИ ПРИ КОНСЕРВАЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ НА ХРАМОВЕ В БЪЛГАРИЯ

Ангел Мазников [1]

РЕЗЮМЕ:

В доклада са систематизирани актуалните характеристики на електрическите инсталации като структурен вид от техническите инсталации и композиционни елементи в архитектурата на християнския храм при консервация и реставрация, ремонт, реконструкция, и/или възстановяване на недвижима културна ценност. Инсталационните мрежи и елементи по вид, обхват и съдържание в исторически религиозни сгради се третират в съответствие с обемно-пространствената структура, с европейските стандарти и с основните изисквания към строежи, включително и с принципите за опазване на недвижимото културно наследство.

В изложението е обоснована ролята на приложимите съвременни електрически системи за формиране на естетическо възприятие и художествено въздействие на архитектурния образ на исторически православен храм с оглед на неговото цялостно устойчиво развитие.

Ключови думи: недвижимо културно наследство, реставрация, консервация, опазване, технически инсталации, електрически инсталации, православен храм, устойчива ценност.

ARCHITECTURAL RESEARCH ON ELECTRICAL SYSTEMS IN PRESERVATION OF HISTORICAL BUILT HERITAGE IN CASES OF CHURCHES IN BULGARIA

Angel Maznikov[1]

ABSTRACT:

The aim of this research is to identify the current key characteristics of electrical systems, as structural part of building services, and as compositional element of the architectural design of Orthodox Christian church, under conditions of restoration, conservation, reconstruction, overhaul and/or recovery of built heritage. Electrical networks, within the context of historical religious buildings, are built in accordance with the spatial organization in line with building regulations for construction works, as well as with law and principles for the preserving of built cultural heritage.

According a holistic scientific approach the applicable types of actual electrical building services have to be created as a sustainable element of the overall sustainable system of the historical Orthodox church through its aesthetic perception and artistic impact.

Keywords: cultural heritage, built heritage, building preservation, restoration, conservation, building services, electrical systems, Orthodox church, monastery, sustainable heritage building.

[1] Ангел Мазников, арх. д-р, доцент, кат."Технология на архитектурата", УАСГ, бул."Христо Смирненски" 1, София 1046, Р България, тел.: +359-888-628-123, ел.поща: arinteh@mail.bg
Angel Maznikov, arch. PhD MSc, Assoc. Prof., Department Technology of Architecture, Faculty of Architecture, UACEG, 1 Hr.Smirnenski Blvd., 1046 Sofia, Bulgaria, mobile: +359-888-628-123, e-mail: arinteh@mail.bg

1. Актуалност на технически електрически системи в религиозни сгради

В съвременността опазването на недвижимите културни ценности и едновременното създаване на комфортна и активно ориентирана социална и културна среда в типологията на култовите/религиозните сгради е водеща функционалност на тяхната архитектурна форма. Намесата и структурирането на архитектурните пространства с композиционните елементи на архитектурните конструкции е необходимо да формира устойчива устройствена защита на недвижимите ценности, да гарантира право на равен достъп на гражданите до културното наследство, и да осигурява оптимални фактори на жизнената среда в православни обекти.

Техническите електрически системи, са важен специализиран елемент на архитектурната конструкция на архитектурния обект с култово/религиозно предназначение. Оптималното им инсталационно функциониране осигурява необходимите осветеност и микроклимат на жизнената среда, и ограничаване на рисковете при обитаване в закритите пространства на сградите и в откритите пространства около тях. Комплексното изграждане на сградните инсталации е необходимо условие за устойчиви функциониране и опазване на архитектурния обект, и за неговото пълноценно естетическо въздействие и социално отражение, като материално свидетелство за човешко присъствие и дейност.

Актуалността на разглеждане на електрически системи се определя от тяхното цялостно и широко приложение и ролята им в архитектурния образ при консервация и реставрация, ремонт, реконструкция, и/или възстановяване на недвижима културна ценност от типологията на сгради за обществено обслужване в областта на вероизповеданията с култово и религиозно предназначение: православни храмове за богослужение, храмове, катедрални храмове, и параклиси [7]. От друга страна за културното наследство в страната и по света се констатира завишаване на степента на застрашеност. Международни конвенции и национални норми утвърждават и акцентират значението на дейностите по опазване на уникалното и незаменимото наследство за цялото човечество при изключителен интерес за съвременното общество [1]. Засилва са необходимостта от системна защита при намеса в недвижимо наследство, която да е изградена на база на настоящи научни методи, модерни технически разработки и съзидателно творчество, за да осигури идентификация, защита, съхранение, популяризация и развитие на общността, както и между културен диалог и генерационна приемственост при предаване на културните ценности към бъдещите поколения [2].

Обект на изследването са православни храмови сгради в три общини: Троян, Асеновград и Столична, които са характерни примери при конкретен статут на недвижима културна ценност и определена класификация от научна и културна област и с различни категории [5].

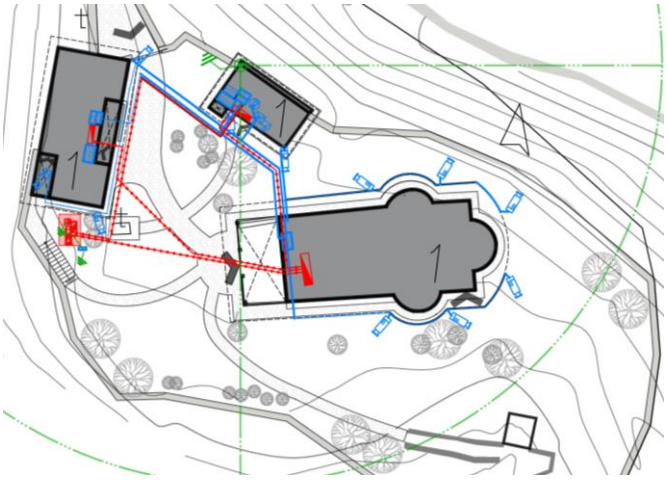
Предмет на настоящото изложение са архитектурно-конструктивните аспекти на нови електрически системи при проучване и изпълнение на консервация и реставрация, реконструкцията и/или основния ремонт на култови/религиозни сгради с определен статут на опазване и конкретно състояние. Целта на доклада е проследяване на научния подход и цялостната актуална концепция относно приложимите архитектурни и инсталационни решения в обекти на недвижимото културно наследство за създаване на материална основа за устойчиви опазване и социализация, експониране и развитие.

2. Видове електрически инсталации в устройство на защитени територии

Исторически съществуващите православни храмови сгради са специфични обемно-пространствени структури, които активно взаимодействат с околната природна среда или урбанизирана среда [4]. Намеса в устройството на защитени територии, в които са застроени, включително и в съседна техническа инсталационна инфраструктура, се изпълнява при спазване общите национални норми и едновременно съответствие със специфичните изисквания за опазване на недвижимо културно наследство.

Инсталационните системи в историческа среда на храм се свързват с изградени мрежи на техническата инфраструктура по прилежащите улици или пътища, алеи или в други имоти. В зависимост от функционалната структура на сградата и нейния размер се изграждат технически инсталации включващи различни мрежи и съоръжения. В разглеждания

типологичен архитектурен обект основни са две електрически инсталационни мрежи: електрическите и електронните съобщителни (*Фиг. 1.*).



Фиг. 1. Скит "Свети Никола"–с. Черни осъм, общ. Троян – ситуация електрич. инсталации.

Техническите инфраструктурни мрежи в поземлен имот на храм оптимално се предвиждат в инсталационни зони – озеленени площи или в профили на алеи, като изпълнението е препоръчително подземно при определени минимални отстояния.

3. Видове сградни електрически инсталации в типология на православен храм

Техническите електрически инсталации в храмова сграда са елемент от архитектурната конструкция и от цялостния комплекс на сградни инсталационни системи, които са необходимо условие за пълноценно използване и активно опазване на религиозната архитектура, и за бъдещото социално значение на специфичната типология. Инсталационното им функциониране в съответствие с основни изисквания към строежи, е необходимо условие за протичане на православните религиозни и културни дейности, и гарантира физиологически фактори на жизнената среда, обща техническа безопасност в сградата, и физическа сигурност на съхранените ценни архитектурни и художествени елементи, а също и опазването, експонирането и социализацията на недвижимата културна ценност в цялост.

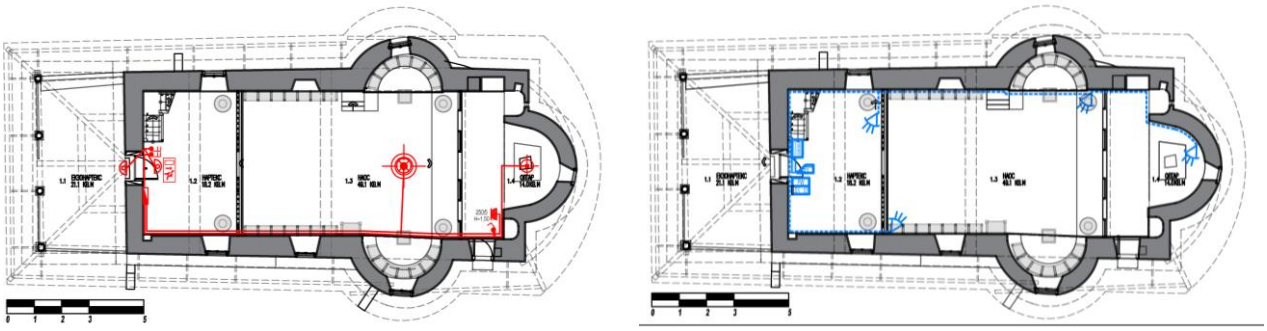
В типологията на храмовата сграда се предвижда общо и/или разделно изпълнение на електрическите инсталации съобразно конкретното инсталационно предназначение: религиозно/битово, инсталационно/технологично, аварийно и за безопасност при пожар, и ефектно или друго. Изборът на вид инсталационна мрежа е с оглед на конкретните статут, степен на застрашеност, културна и научна стойност, и обществена значимост на недвижимата културна ценност, архитектурно-конструктивното изпълнение на структурата и предвидени други системи на технически инсталации, условията на околната среда, както и нормативните технически изисквания, и обществено-икономическата обоснованост.

Дефинират се следните четири основни подвидове електрически инсталации приложими в храм според напрежение на протичащ електрически ток и инсталационна функционалност: силнотокови, слаботокови, заземителна и мълниезащитна инсталации.

3.1. Силнотокови електрически инсталации при намеса в културна ценност

За схемата и изпълнението на силнотоковите инсталации на храмова сграда основните характеристики са категория по осигуреност на електроснабдяване по брой и вид на независими източници, номинално напрежение на електрическа мрежа, инсталирана мощност на консуматори на електрическа енергия и режим на едновременната им работа [3]. Предвид мощностите на консуматорите при типологията, присъединяването е към разпределителна електрическа мрежа с трифазен променлив ток и ниско номинално напрежение (НН 0.4 kV).

За храм обикновено се определя трета категория по осигуреност, но често се предвижда собствен допълнителен автономен източник на резервно електрическо захранване с автоматично включване към резервното захранване (АВР), с оглед на постигане на повишен функционален комфорт или при предвиждане на слаботокови системи. Варианти на автономен източник са: дизелов генератор, газов генератор или електрическо непрекъсваемо устройство със съответни групи акумулаторни батерии [9]. Възобновяеми енергийни източници могат да осигуряват в определена степен необходимата електрическа енергия съответно чрез слънчеви фотоволтаични колектори и/или ветрови генератор [10]. За архитектурен обект с устройствено разположение – самостоятелно на разстояние от останала урбанизирана територия, този начин на електрозахранване е опция заедно или отделно от автономен източник на захранване.

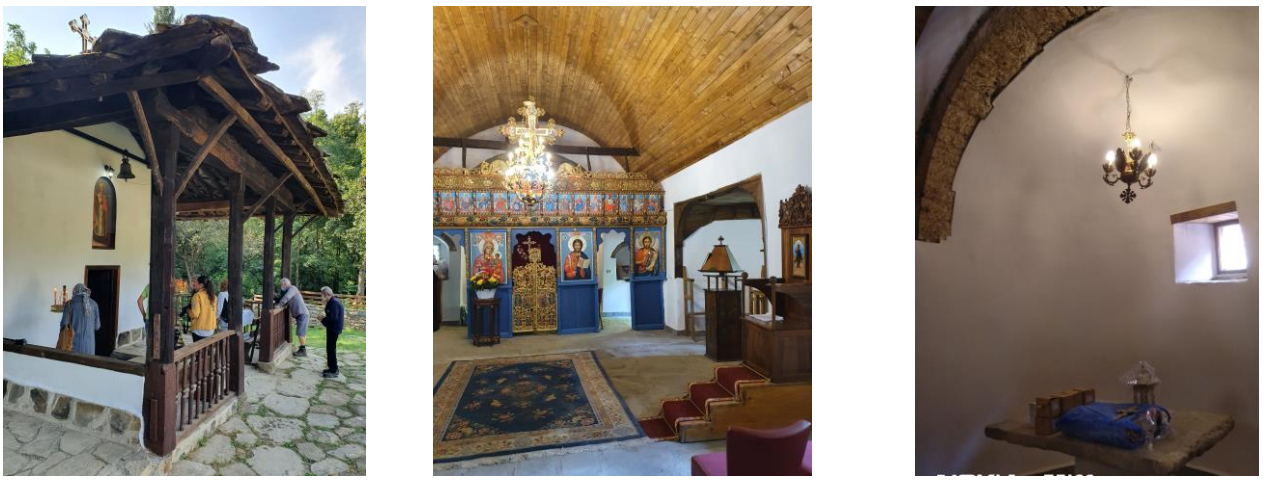


Фиг. 2. Храм "Свети Никола" в скит "Свети Никола" – с. Черни осъм, общ. Троян.

Сградните силнотокови инсталации могат да включват: електрически уредби, агрегати и устройства, електрическо табло, преобразувателен агрегат AC/DC, фотоволтаична система, осветители, комутационни и други апарати, електропроводни линии за постоянен и променлив ток (кабелни мрежи) до консуматорите на електрическа енергия [9]. Силнотоковите системи се определят като: осветителни електрически и силови електрически инсталации (*Фиг. 2.*).

Осветителните инсталации осигуряват необходимата изкуствена осветеност за извършване на съответни религиозни, културни и обслужващи дейности. Изкуственото осветление се класифицира според предназначението на: функционално (работно), дежурно охранително, аварийно (работно и евакуационно), ефектно и информационно, а според обхвата: общо (общо равномерно и общо локализирано осветление) и комбинирано местно [3]. Общото осветление по направление и вид на светлинен поток е пряко и непряко (с отразена, дифузна или разсеяна светлина), и съчетано [10]. Според местоположението спрямо затворени пространства на храмовата сграда бива: вътрешно и външно (*Фиг. 3.*).

Основните характеристики на осветеност от изкуствено осветление са: интензивност на светлинен поток (осветеност), равномерност в пространство и време, яркост на светлинен източник, насоченост/дифузност/отразеност на светлинен поток спрямо ″работна повърхност″, цветна температура, спектрален състав, цветово предаване, ъгъл отразен блясък, показател на заслепяване/дискомфорт, пулсация, и фактор на поддръжка [10]. Постигнатата осветеност се съобразява с конкретните изисквания към вида осветление. Определящи са излъчваният светлинен поток на осветителя в даденото направление, височината на неговото разполагане, насочеността му и евентуалното засенчване от различни елементи.



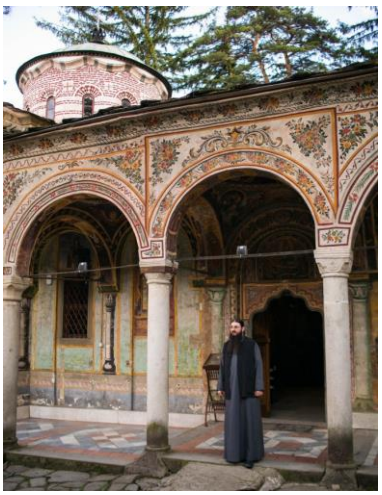
Фиг. 3. Храм "Свети Никола" в скит "Свети Никола" – с. Черни осъм, общ. Троян.

Фиг. 4. Костница в Бачковски манастир "Усп. Богородично"– с. Бачково, общ. Асеновград

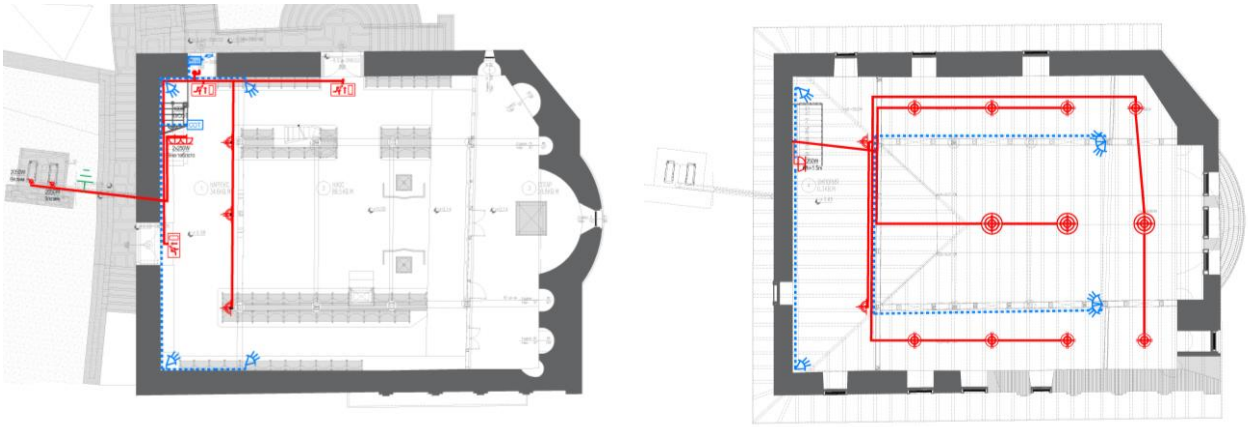
Осветителят е с необходимата степен на защита, като обикновено е от IP20 до IP67. Неговата пространствена форма и размери се определят основно от вид и брой на източници на светлина, и наличието и вида на рефлектор и/или разсейвател и/или филтър [6]. Класификацията на осветител по брой на интегрирани източници е: с единичен и с многоброен. Класификацията по форма е: точкова, линейна, пано, или сложно комбинирана. А класификацията по начин на монтаж/поставяне се определя като: аплик (стенен или таванен), пендел (висящ осветител), стоящ осветител (на под или на обзавеждане), и вграден осветител (в под, в стена, в таван, в парапет или в друг архитектурен елемент) (*Фиг. 3., 4.*).

През настоящото десетилетие на XXI век предпочитани източници на светлина са светоизлъчващи диоди LED и OLED, поради оптималните електрическа, светлинна и енергийна характеристики, и увеличен експлоатационен срок [8]. Въпреки силно редуцираната роля на източници с нажежаема жичка LN и с двойна нажежаема жичка LON, която се основава на ниските им технически характеристики, продължава тяхното използване особено в при осветители със сложно комбинирана форма с оглед на конкретния култов характер и за постигане на експресивен декоративен ефект в църковен интериор.

Управлението на осветителните инсталация е съобразно тяхната структура и вид при дефинирано зониране на инсталационното функциониране, и с опция за регулиране в различни варианти – плавно или стъпално [6]. Техният вид и брой са следствие на постигането на гранична нормативна осветеност и на оптимална стойност на показател за равномерност в пространството, при отчитане на обемно-пространствена структура, научно-културни характеристики и обществена значимост на конкретен архитектурен обект (*Фиг. 5., 8.*).



Фиг. 5. Храм "Успение Богородично" в Троянски манастир – с. Орешак, общ. Троян.

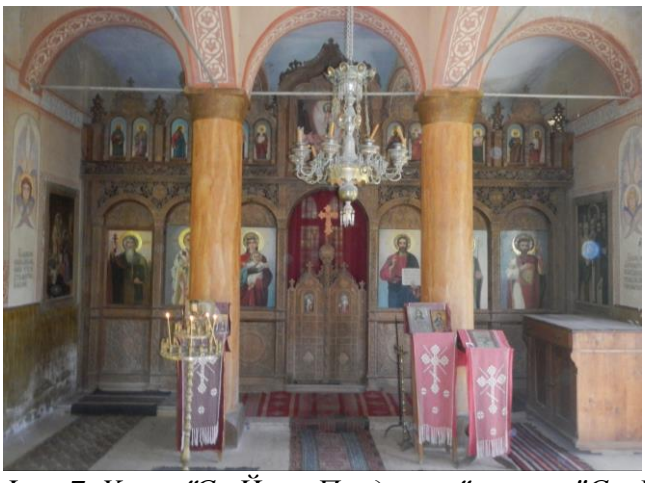
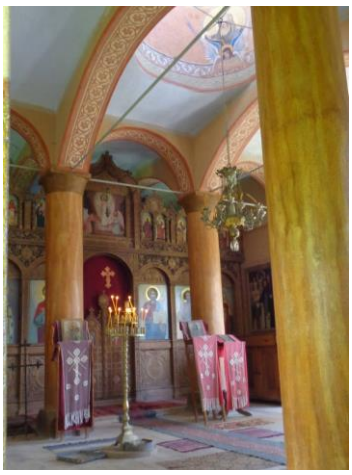


Фиг. 6. Храм "Свети Георги" в метох "Свети Георги" – гр. Асеновград, общ. Асеновград.

Най-високи са изискванията към вътрешно общо равномерно функционално осветление, като за граничната осветеност стойностите са от 50 lx до над 200 lx докато за външно функционално осветление граничната осветеност е много по-ниска – 5 lx (*Фиг. 6.*). Дежурното охранително осветление се изисква съгласно клас на физическа сигурност на строеж при минимална осветеност 5 lx. Аварийно работно осветление се изгражда рядко – в помещения със системи осигуряващи безопасността на строеж и на хора в него, при минимална осветеност – 5 lx или 10 lx. Аварийно евакуационно осветление е с нормативна минимална осветеност от 1 lx. Ефектното осветление (интериорно и фасадно) подчертава архитектурната форма и често е автоматизирана система с дистанционно управление (*Фиг. 5., 7.*). Информационното осветление се включва в система за идентификация и визуална информация.

Силовите силнотокови електрически инсталации обхващат електрическо захранване на всички силнотокови консуматори на функционално обзавеждане, двигатели и консуматори на останали технически инсталации, и контакти за общо предназначение. Силовите инстлации в типологията са с напрежение до 400 V за променлив ток и/или за постоянен ток.

Съобразно изчислителната обща присъединена мощност се предвижда главно разпределително електрическо табло. А при отчитане на функционалната структура на храмовата сграда и евентуално на православен комплекс, както и на техническата необходимост, се изгражда система от разпределителни електрически подтабла – междинни и крайни, разположени в отделните сгради, и в техните зони или етажи (*Фиг. 1.*). Електрическо табло в строеж от клас на функционална пожарна опасност Ф3, подклас Ф3.4, с номинален ток на входа на таблото над 250 А се монтира в самостоятелно инсталационно помещение.

Фиг. 7. Храм "Св.Йоан Предтеча" в скит "Св. Йоан Предтеча" – с. Черни осъм, общ. Троян.

Електрическите кабели на електрическата мрежа са със сечение оразмерено съобразно електрическа мощност на захранвани консуматори, разстояние до електрическо табло, материал на проводници, норми за безопасност и други, а видът им съответства на начина на полагане и на условия на прилежаща среда [6]. Кабелите се полагат, и се отклоняват и съединяват, в зависимост от техния брой и сечение, от групата на пожарна опасност на помещението, както и от архитектурната структура на недвижимата културна ценност, като е възможно групиране на трасета при съответна структура на отделните мрежи.

Фиг. 8. Храм "Успение Богородично" в Троянски манастир – с. Орешак, общ. Троян.

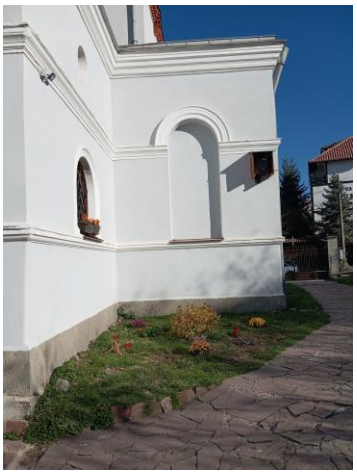
В наши дни използването на силнотокова система за резервно независимо захранване се превръща в основно условие за гарантиране на непрекъсваема устойчива функционалност, обща безопасност и физическа сигурност чрез съответни инсталационни системи. В тази насока е и прилагането на възобновяеми източници на електрическа енергия – особено за обекти ситуирани на разстояние от урбанизирана територия, като едновременно се постига и висока енергийна ефективност и силно редуциране на екологични въздействия. Подобен е и ефектът от инсталационната тенденция за намаляване на разход на електрическа енергия в силнотоковите системи. Актуални тенденции в осветителните инсталации са основно:

- повишаване на ниво и качество на осветление, като физически и психофизиологичен фактори на средата, включително с преминаване към биодинамично осветление,
- използване на енергийно ефективни технологии за изкуствено осветление със системни автоматични контрол и управление – особено при външно осветление; и

- интегриране на източници на светлина с настоящи технически характеристики, в осветители с пространствени форми и размери, които са характерни за исторически религиозен обект със съответни културните характеристики (*Фиг. 8.*).

3.2. Слаботокови електрически инсталации при намеса в културна ценност

В култов обект се изграждат слаботокови електрически инсталации, съоръжения и уредби, които ползват напрежение на електрически ток между 8V и 60V. Основните видове са: телефонна, домофонна и видео-домофонна, сигнална, часовникова, сигнално-охранителна известителна, видеонаблюдение и контрол, контрол на достъп, пожароизвестителна, радиоозвучителна и оповестителна, радиотелевизионна, електронна компютърна мрежа, електронна съобщителна мрежа, и за автоматизация и контрол [6] (*Фиг. 8., 9.*).



Фиг. 9. Храм "Света Троица"– кв. Драгалевци, град София, Столична община.

Електрическото захранване на устройствата на слаботокови инсталации в религиозен обект е към силнотокова мрежа на отделни токови кръгове. Отделните инсталации се структурират съобразно определената функционалност: централа, модули и конзоли за контрол и управление, специални мрежови устройства, контролери и датчици, слаботокова мрежа, и/или специални радиоелектронни устройства, контролери и датчици, и други [9].

Слаботокови инсталации с конвенционален начин на функциониране са приложими при малки по застроена площ архитектурни обекти, а адресируеми или с повишени функционални опции се препоръчват във всички останали сгради с по-голяма застроена площ. Актуалните препоръки са за интегриране на радиоелектронни елементи с оглед минимална интервенция в автентичната субстанция на културната ценност. В съвременни инсталационни решения всички приложими системи за защита на живота заедно със системи за сигурност и физическа защита в сградата, се разглеждат като компоненти от една обща инсталационна структурна платформа за сигурност и безопасност (*Фиг. 2., 6.*).

Устойчива тенденция при слаботокови инсталации е монтиране на отворени модулни системи за работата на приложения и възможност за разширение в максимално продължителен период от жизнения цикъл при минимални инвестиционна стойност. Развитието е в посока на интегриране на отделни слаботокови инсталации в обща слаботокова система за интегрирано сградно управление (BMS/BAS).

3.3. Заземителна и мълниезащитна инсталации при намеса в културна ценност

Заземителната и мълниезащитната инсталации в религиозен комплекс осигуряват безопасността на хора и защита на материална база – сгради, прилежащи площи, и всякакви устройства и обзавеждане, от различните въздействия на електрически ток.

Фиг. 10. Троянски манастир – с. Орешак, общ. Троян: *мълниезащитна инсталация*

Заземителните инсталации в зависимост от функционалното предназначение при уредби до 1000 V са с работно защитно свързване. Инсталацията, която е със съпротивление до средна стойност 10 Ω, се състои от заземители – вертикален и хоризонтален стоманен конвенционален, активен меден електрод, или графитен електрод, и непрекъснато свързвани по различни схеми със заземителни проводници или шини [6].

Мълниезащитната инсталация предпазва от електрическия разред на натрупано атмосферно електричество или от вторичното действие на мълния, и техните въздействия. Изпълнява се със съпротивление до 20 Ω съобразно определената категория на мълниезащита и типа на мълниезащитната зона или съобразно избраното ниво на мълниезащита. Състои от: мачтови или мрежови приемници, или тяхно комбиниране, токоотводи и заземители [9]. Тенденция е използване на мачтов приемник, съставен от мълниеприемник с изпреварващо действие върху мачта мълниеотвод, вместо традиционен, с оглед на по-голям радиус на действие до 120 m, ефективност при защита на широкоплощни обекти като манастири, както и на храмова сграда със специфични покриви, и за защита на прилежащите терени (*Фиг. 10.*).

Фиг. 11. Троянски ставропигиален манастир "Успение Богородично"–с. Орешак, общ. Троян.

Защитата от вторични въздействия на мълнии (токови удари) се извършва каскадно на три нива, с помощта на арестери и арестерни групи за редуциране мощен токов удар.

3.4. Изпълнение на електрически инсталации при намеса в православен храм

Изпълнението на електрическите инсталации в исторически православен храм се съобразява с всички външни и вътрешни въздействия. Видът, обхватът, характеристиките и

капацитетът на електрическите системи, са пряко свързани с конкретните класификации и характеристика на храмова сграда според:

- православните принципи христоцентричност и каноничност и актуалния пастирски и йерархичен характер на управление на Българската православна църква–БП;
- функционално съдържание, обзавеждане и предназначение; обемно-пространствена типология; и характеристика по разгъната застроена площ и/или застроен обем;
- вид на носещата конструкция, вид на ограждащите конструкции, наличие и особености на художествени елементи и декоративна украса в храма; и
- статут като недвижима културна ценност и нормативна класификация, и комплексна оценка на състояние на храмовата сграда като автентична социално-обществена ценност, и като естетическо възприятие и художествено въздействие.

Определящо за техническото изпълнение на сградните електрически инсталации е съответствието с основните изисквания към строежи и европейските стандарти, определените група по пожарна опасност, и категорията на електрозахранване по брой и вид на източници. Творческата идея на изграждане и постигне на естетически образ на системата от инсталационни елементи са определят в зависимост от цялостната архитектурно-естетическа концепция включваща и изведени принципи за опазване на недвижимо културно наследство, и от бюджета за инвестиционна стойност и експлоатационни разходи (*Фиг. 11.*).

4. Заключение – за устойчиво опазване и развитие на православните храмове

Комплексните решения на електрическите инсталации в общата система от архитектурна конструкция и декоративна украса, са съществен аспект от всяка съвременна намеса в православна религиозна сграда, като недвижима културна ценност, която е базирана на цялостни научни методи и е с актуален методологически подход. Систематизирането и последващото прилагане на настоящите характеристики на приложимите технически електрически системи в съответствие с нормите, са важна част от процеса по консервиране и реставриране, и възстановяване, укрепване, реконструкция и ремонт на архитектурен обект. Планираното развитие на всички намеси, включително и монтажи на инсталационни елементи, ще предотврати увреждане или разрушаване на значима материална и художествена ценност и на нейната архитектурно-конструктивна субстанция от една страна, а от друга ще формира пълноценно естетическо възприятие и художествено въздействие от архитектурния образ на исторически православен храм.

Последователната и принципна реализация на инвестиционни предложение за всяка религиозна недвижима ценност ще осигури продължаване на пълноценното **функциониране, социализация и експониране** на сградата и поддържане в съответствие с основни изисквания към строежи, и ще съхрани безспорната и културно-историческа стойност за обществото.

Научно обоснованата намеса в култов обект на българското недвижимо културно наследство с комплексно планирано прилагане на консервационни и реставрационни работи, и ремонтни и възстановителни архитектурно-строителни дейности, ще реализира **устойчиво опазване и развитие** на неговата материална и историческа, архитектурна и художествена цялост, и на продължаване на неговия жизнен цикъл.

ЛИТЕРАТУРА

[1] UNESCO. Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. (World Heritage Convention), Basic Texts of the 1972 World Heritage Convention, Paris, UNESCO, C., 2024 edition, 234 стр.

[2] US/ICOMOS. Charleston Declaration on Heritage Interpretation, 8th International Symposium of World Heritage USA – 07.05.2005, Charleston, South Carolina, USA, C., 2005. Available: https://www.worldheritageusa.org [Accessed: 30.03.2021]

[3] А. Пачаманов, Електроснабдяване и осветителна техника, Технически университет-София, С., 2004, Части 1/2/3, 120/50 стр., ISBN 954-438-253-4.

[4] Л. Тонев, ed. Кратка история на българската архитектурата, Издателство на БАН, София, С., 1965, 628 стр.
[5] Н. Тулешков, Архитектура на българските манастири. София, ДИ Техника, С., 1989, 196 стр.
[6] Щ. Щерев, Санитарно-технически съоръжения в сградите, ДИ ТЕХНИКА–София, РБългария, С., 1976, 180 стр.
[7] БЪЛГАРСКАТА ПРАВОСЛАВНА ЦЪРКВА–БЪЛГАРСКА ПАТРИАРШИЯ. [Online]. Available: http://www.bg-patriarshia.bg. [Accessed: 06.05.2016].
[8] B. Rigby, Design of Electrical Services for Buildings, Fourth edition, Spon Press of the Taylor & Francis Group, UK, C., 2005, 336 p., IBSN 978-0415310833.
[9] F. Hall, & R. Greeno, Building Services Handbook, Ninth edition, Routledge , Taylor & Francis Group, USA, C., 2017, 800 p., ISBN 0-08-096982-4.
[10] N. Lechner, Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects, 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., USA, C., 2014, 697 p., 712 p., ISBN 978-1-118-58242-8.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

РАЗЛИКИТЕ МЕЖДУ BIM И HBIM

Надя Стаматова[1], Веселин Василев[2], Свилен Гавраилов[3]

РЕЗЮМЕ:

Настоящата статия изследва основните разлики между Building Information Modelling (BIM) и Heritage Building Information Modelling (hBIM, или HBIM), като акцентира върху техните приложения, методологии и цели. Докато BIM се използва главно за цифрово моделиране и управление на съвременни сгради и инфраструктура, hBIM е специализирана методология за документиране, анализ и консервация на културното наследство. Разгледани са ключови аспекти като използването на параметрични и непараметрични модели, интеграцията на исторически източници и сканирани данни, както и ролята на двата подхода в архитектурата, реставрацията и строителството

Ключови думи: BIM, hBIM, HBIM, CH, цифрово моделиране, културно наследство, архитектурна документация, 3D сканиране, фотограметрия, реставрация

THE DIFFERENCES BETWEEN BIM AND HBIM

Nadya Stamatova[1], Veselin Vasilev[2], Svilen Gavrailov[3]

ABSTRACT:

This article explores the fundamental differences between Building Information Modelling (BIM) and Heritage Building Information Modelling (hBIM or HBIM), focusing on their applications, methodologies, and objectives. While BIM is primarily used for digital modelling and management of modern buildings and infrastructure, hBIM is a specialized methodology for the documentation, analysis, and conservation of cultural heritage. Key aspects such as the use of parametric vs. non-parametric models, the integration of historical sources and scanned data, and the role of both approaches in architecture, restoration, and construction are examined.

Keywords: BIM, hBIM, HBIM, CH, digital modelling, cultural heritage, architectural documentation, 3D scanning, photogrammetry, restoration

[1] Надя Стаматова, д-р. арх., Аркитекчърл Спайс
Nadya Stamatova, Ph.D. M.Arch., Architectural Spies, nadya.stamatova@gmail.com
[2] Веселин Василев, арх.
Veselin Vasilev, M.Arch, v_vasilev2001@yahoo.com
[3] Свилен Гавраилов, инж-диз., Аркитекчърл Спайс
Svilen Gavrailov, M.S.E., M.Design, Architectural Spies, svilengavrailov@mail.bg

1. Увод.

Настоящата публикация се фокусира върху основните разлики между наложилата се вече методология за изграждане на цифрови модели на сгради *Building Information Modelling (BIM)* и методологията за дигитално моделиране на исторически обекти *Heritage Building Information Modelling (hBIM*, или *HBIM). HBIM* представлява методология на изграждане на дигитални представяния на исторически обекти и среди, която интегрира геометрични данни, материални характеристики, историческа информация и стратиграфски слоеве в параметричен, информационно обогатен модел. В контекста на *hBIM/HBIM* терминът "building" се разбира не като физическа сграда, а като процес на създаване на многопластов цифров модел, базиран на разнообразни източници – от лазерно сканиране и архивни изследвания до анализ на материали и данни от консервация. Методологията позволява цялостна документация, интерпретация и устойчиво управление на културното наследство – не само на съществуващи сгради, или частично техните руини, но и други видове археологически обекти и хибридни среди с различни нива на мащаба (от голямо-обхватни или съизмерими с човешкия мащаб фрагменти до микроскопични детайли).

Термините *Heritage BIM (hBIM/HBIM)* и *Holistic Heritage BIM (HHBIM)* [4] в последните години са в процес на утвърждаване в научните и професионалните среди за дефинирането на дейности при дигитализирането на физическите обекти на материалното културно наследство. То се предшества от методи за събиране и обработване на данни, обезпечени с определени инструменти и съответен софтуер за извършване на заснеманията и обследванията. До голяма степен разгледаните методи не са напълно нови, но благодарение на напредването на технологиите тези инструменти вече са по-евтини, по-бързи и по-достъпни за повечето изследователи. Това дава много добри възможности за развитието на археологията в световен мащаб. Дейности, които преди няколко години са се извършвали със скъпи лазерни генератори, разположени на пилотирани самолети или хеликоптери [6], сега могат да се извършат от мобилни устройства като *Apple iPhone* или *iPad Pro*. При тях се използват вълни от инфрачервена светлина [8]. В тази област вече могат да се извършват детайлни и широкообхватни проучвания на широки региони, често недостъпни за стандартните методи - пустини, джунгли, водни площи или големи градове. Този сектор се стимулира и от правителствата на отделни държави и международни организации за по-нататъшно бързо развитие, тъй като има стратегическо значение. Ускореното развитие на изкуствения интелект (AI) не може да не окаже значително влияние в този процес. Основните сфери, където той може да се приложи към *hBIM/HBIM* е събирането и обработването на огромни бази от данни, оптимизиране на моделите и разпознаване на обектите, заснети като облак от точки. Това ускорява процесите многократно.

2. Термини и съкращения

В областта на *hBIM/HBIM* технологиите понастоящем е налице конкретна и специфична терминология и съкращения, които непрекъснато се обновяват с нови понятия (вкл. и формулирани в настоящата публикация). В следващите редове ще дефинираме специфични, относими по темата съкращения и термини:

- ***HBIM*** (***hBIM***) – ***Heritage Building Information Modeling*** – методология на изграждане на дигитални представяния на исторически обекти и среди, която интегрира геометрични данни, материални характеристики, историческа информация и стратиграфски слоеве в параметричен, информационно обогатен модел. Понятието също така се използва и за обозначаване на самия модел, подобно на двойната употреба на *BIM*, както за процеса, така и за продукта (модела). [4], [12], [15]
- **Стратиграфски слоеве** в *hBIM* - дигитално разграничени фази на изграждане, трансформация и въздействие върху исторически обект, които позволяват проследяване на хронологията и анализа на промените във времето.
- ***HHBIM*** – ***Holistic Heritage BIM*** - Разширена версия на *hBIM/HBIM*, имаща за цел да интегрира всички аспекти на културното наследство в дигиталните модели. Докато

hBIM/HBIM обикновено се фокусира върху създаването на точни геометрични и материални модели на исторически обекти, *HHBIM* се стреми да обхване и по-широк контекст, включително културни, социални, исторически и екологични фактори. [1], [7]

- ***DT - Digital Twin*** - „Дигитален близнак“ - високо детайлен виртуален модел на реален обект, система или процес, използващ данни от сензори, *IoT* устройства и други източници, за да симулира, анализира и оптимизира работата на реалния обект в реално време или за конкретен момент от хронологията. [9], [2]
- ***hDT - Heritage Digital Twin*** - Цифров двойник в контекста на културното наследство - високо детайла дигитална репрезентация на исторически обект, сграда, артефакт или културна среда, която отразява не само визуалните и физическите характеристики на оригинала, но и неговата функция, история, контекст и състояние във времето. [15], [2]
- ***LiDAR*** – ***Light detection and ranging*** - технология за дистанционно измерване, използваща лазерни импулси за изчисляване на разстояния и създаване на високо прецизни 3D модели на повърхности, обекти и терени. В контекста на културното наследство, *LiDAR* се използва за картографиране на исторически сгради, археологически обекти и ландшафти, позволявайки реконструкция на сложни структури и открития на скрити елементи под земята, които не могат да бъдат лесно засечени с традиционни методи. [10]
- ***DEM*** – ***Digital Elevation Model*** - цифров модел на терена, който представя височините на повърхността на Земята чрез мрежа от стойности, характеризиращи надморската височина на всяка точка в дадена област. В контекста на културното наследство *DEM* се използва за анализиране на терена около археологически и исторически обекти, за планиране на реставрационни дейности, както и за създаване на виртуални модели на древни градове и ландшафти. *DEM* помага за разкриването на исторически структури, които може да са били частично скрити под повърхността и е ключов инструмент за представяне на историческата топография на дадена местност. [10]
- ***Swath*** – Обхват на заснемането извършено с *LiDAR* - термин, използван за описване на ширината на терена, който се покрива по време на заснемането с *LiDAR*. Това е зоната от земната повърхност, която се обхваща от лазерните импулси, изпратени от *LiDAR* сензора по време на един полет или сканиране. Размерът на обхвата може да варира в зависимост от височината на сензора, ъгъла на заснемане и характеристиките на оборудването, като обикновено по-широкият обхват позволява по-голямо покритие и по-бързо събиране на данни.
- ***NURBS*** - ***Non-uniform rational basis spline*** - математически модели за създаване на гладки, извити линии и повърхности, използвани широко в триизмерната графика.
- ***CNC - Computer Numeric Control*** - технология, при която компютърно управлявани машини и устройства се използват за автоматизирано управление на процеси като рязане, фрезоване, струговане и други в производството на компоненти и прототипи.

3. Основни методи за събиране на данни в *hBIM/HBIM*

Събирането на данни е основен дял от изграждането на моделите. Тази дейност вече далеч не се извършва от един отделен екип, а интердисциплинарна. В процеса вземат участие архитекти, археолози, историци, инженери, геодезисти, геолози, акустични инженери, физици, геофизици и др. Резултат на този труд е създаване на един сложен и пълен информационен модел надграждащ обикновения 3D модел. При избора на работен метод в hBIM основно се вземат под внимание обхватът, спецификата на обекта и необходимата точност. Като цяло често се използва повече от един метод. Специфично е, че при всички тях се търсят безразрушителни начини за проучване. Наред с основните инструменти, методи и програми се използват и редица допълнителни инструменти за обработка на данните, анализи, визуализация на данни, корекции на грешките при заснемане, опростяване, конвертиране,

интерполиране и др. Най-широко разпространени нови методи за заснемане и събиране на данни са:

- **Сателитни изображения** – използват се за изготвяне на повърхнинен модел на големи територии. Подходящи са за мащабно картографиране и анализ на промени във времето.
- **Самолетно и хеликоптерно заснемане с *LiDAR*** – чрез пулсираща лазерна светлина се създава повърхнинен модел с възможност за игнориране на почвения и растителен слой. Подходящ за площи между 10 и 2 000 кв. км., включително труднодостъпни терени.
- **Дълбочинни геофизични изследвания** – включват частично повърхнинно моделиране чрез различни подповърхностни техники.
- **Сондиране** – прилага се за локализиране на стратиграфски слоеве и материални характеристики в дълбочина.
- **Фотограметрично заснемане** – метод за извличане на метрична и визуална информация от припокриващи се снимки за създаване на триизмерни повърхнини.[3], [11], [12]
- **Лазерно сканиране (наземно и въздушно)** – създава облак от точки с висока плътност. Комбинацията с фотограметрия позволява наслагване на данни от различни станции в единен модел. Възможно е създаване и на цветни облаци от точки (*RGB*), регистриращи визуалните характеристики на повърхността (напр. *Leica* системи). [16]
- **Изкуствен интелект (*AI*)** – прилага се за автоматизирано събиране, обработка и анализ на данни. Използва се при генериране на *3D* модели въз основа на облаци от точки или снимки, с възможности за разпознаване на форми, материали и аномалии.
- **Термични и термо-фотограметрични методи** – откриват температурни разлики в материалите, които указват наличие на влага, кухини или структурни проблеми. [13], [14]
- **Акустични методи** – използват се за изследване на субструктури и за разграничаване на различни материали и плътности на архитектурните и конструктивни елементи.
- **Батиметрия (*Bathymetry*)** – обединява методите за подводно картографиране и изследване на водоеми (океани, морета, реки и езера), включително дънни терени и обекти.
- **Георадар (*GPR – Ground Penetrating Radar*)** – позволява заснемане на структури и обекти, намиращи се под повърхността, включително археологически слоеве и инсталации.
- **Географски информационни системи (*GIS*)** – платформи за интеграция, анализ и визуализация на пространствени данни от различни източници. Позволяват управление на големи обеми данни, пространствен анализ и симулации.
- **Сензори и *IoT*** – използват се за постоянно събиране на данни в реално време, като температура, влага, движение, вибрации и др. Подходящи са за мониторинг на състоянието на обекти и среди. [2], [5]

3.1 Типология на методите за събиране на данни.

- Според обхвата (мащаба) – космически , въздушни, наземни, интериорни
- Според разположението на измерващите станции - наземни и въздушни
- Според типа на заснемането - външно (екстериорно) и вътрешно (интериорно)

3.2 Преимущества на новите методи за събиране на информация:

- Увеличаване на района на обследване**.**
- *hBIM/HBIM* моделът може да съдържа и други типове допълнително добавена информация

- Намаляване на себестойността и времето за проучване, което ги прави много подходящи за спешни, спасителни работи
- Мониторинг на промените. Наслагване на версии на един и същ модел във времето.
- Аналитично добавяне на човешки фактор - намеси, замърсяване.
- Възможност за цифровизиране, виртуална реконструкция, анализи, виртуализиране.
- Прилагане на параметризация и генеративен дизайн.
- Предварително моделиране и анализ на предстоящите промени. Остойностяване.
- Визуализиране и периодизация.
- Изследване на антропогенни намеси в терена (изкуствени насипи и изкопи).
- Създаване на база данни за застрашени, или разрушени обекти.
- Достигане до недостъпни места - непроходими и опасни гъсти джунгли, пустинни или високи места, райони без изградена пътна инфраструктура.
- hBIM/HBIM технологиите и услугите в облак позволяват на експерти да работят онлайн върху споделения модел от различни локации, което спестява време и средства.

4. Специфични платформи за обработка на данни

Платформи за създаване на 3D модели от снимки и сканиране:

- ***Agisoft Metashape***
- ***Reality Capture (Capturing Reality)***.
- ***ReCap Photo (Autodesk)***
- ***Meshroom (AliceVision)***
- ***Zephyr 3D (3DFLOW)***
- ***COLMAP + CloudCompare***
- ***OpenDroneMap / WebODM***
- ***MicMac (INRA / IGN France)***

Платформи за обработка, оптимизация и редакция на 3D модели:

- ***ReCap Pro (Autodesk)*** – *интегрира* облаци от точки (интериорни и екстериорни станции), позволява оптимизация и проверка на точността.
- ***CloudCompare*** – *инструмент* с отворен код за сравнение, редакция и анализ на облаци от точки и 3D модели.
- ***Meshlab*** – *обработка* на *mesh* (мрежови) модели: почистване, филтриране, опростяване, UV mapping и др.
- ***Rhino 3D*** – работа с облаци от точки, мрежови и *NURBS* модели; трансформира между геометрии и *поддържа* параметрично моделиране.
- ***Blender*** – редакция, оптимизация и анимация на мрежови модели, включително от фотограметрични *източници*.

Платформи за интеграция, координация и проверка:

- ***Navisworks (Autodesk)*** – координация, анализ и проверка за пресичания между *3D* модели; често използван при BIM интеграции.
- ***Cloudsfer*** – платформа за облачна съвместна работа; позволява наслагване на *IFC* модел върху облак от точки за проверка на точността.

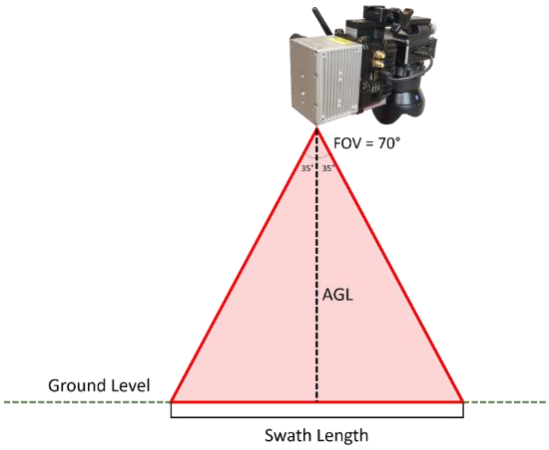
5. Основни стъпки за създаване на *hBIM/HBIM*

- Изготвяне на план за работа и определяне най-подходящо време
- Събиране на архивна информация, по- стари измервания и предварителни проучвания.

- Набавяне на необходимите софтуери и оборудване
- Събиране на данни
- Обработка на данните
- Оптимизиране на базата от данни
- Добавяне на данните към модела.

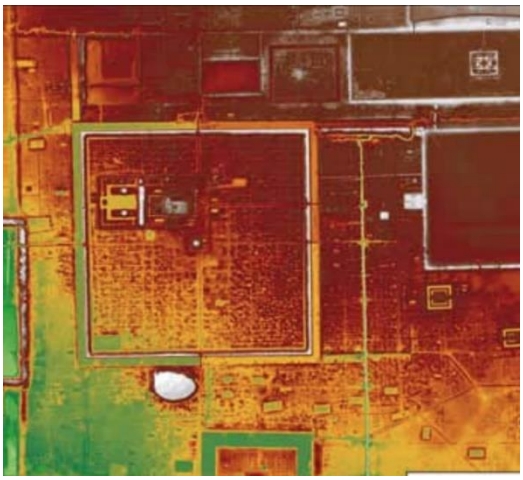
6. Примери за използване на най-разпространените методи

6.1. *LiDAR* за заснемане на нови археологически обекти в джунглата на Камбоджа (2012–2015 г.) [6]



Фиг. 1. Схема на заснемане на земната повърхност с LiDAR, [16]

Първото заснемане с *LiDAR* е извършено от археолога *Damian Evans*, който използва хеликоптер за своите изследвания. Това е най-мащабното за времето си заснемане с *LiDAR*, което продължава над 20 летателни часа на площ от 300 кв. км., при което са генерирани около 1 милион импулса на всеки 4 сек. за създаването на 600 метра широк обхват. При това се разкриват редица нови градове и религиозни храмове, напълно непознати до този момент.



Фиг. 2. Изображение на земната повърхност и подземни структури, [18]

Обработката на данните продължава повече от година, а резултатите са толкова добри, че правителството решава да разшири обхвата на изследването като обхване вече 1600 кв. км. през 2015г. [10] *Mahendraparvata* – Старата столица на Кхмерската империя. Това заснемане продължава 90 ч. и разкрива изцяло размерите на изгубения град, както и редица нови обекти. *LiDAR* технологията позволява да се игнорира растителния и дори почвения пласт, като се разкриват изображения на улици, изкопи, насипи, основи, дори и на дървени структури, *Фиг. 2.* Според проучването от 2015 г., се казва, че в джунглата може да има градове по-големи по площ от сегашната столица на Камбоджа - Пном Пен. При работата с *LiDAR* се налагат

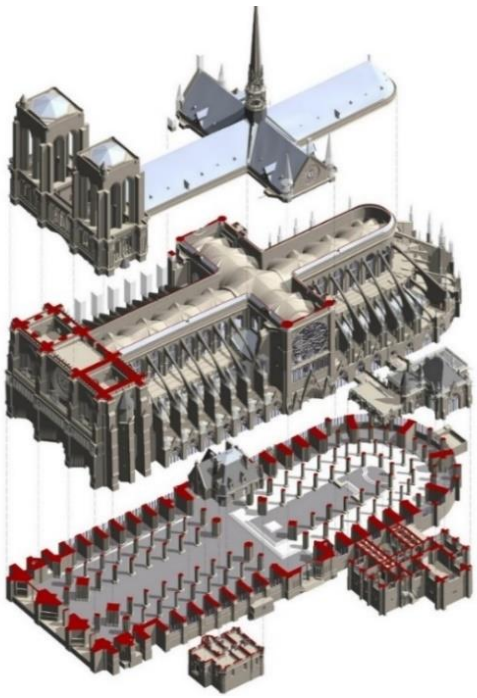
допълнителни корекции на данните за изчисляване на височините на точките със софтуера *Phoenix Aerial SpatialExplorer* [10].

6.2. Използване на *Laser Scan* и *Point Cloud* за възстановяване на изгорелия шпил на катедралата Нотр Дам в Париж.

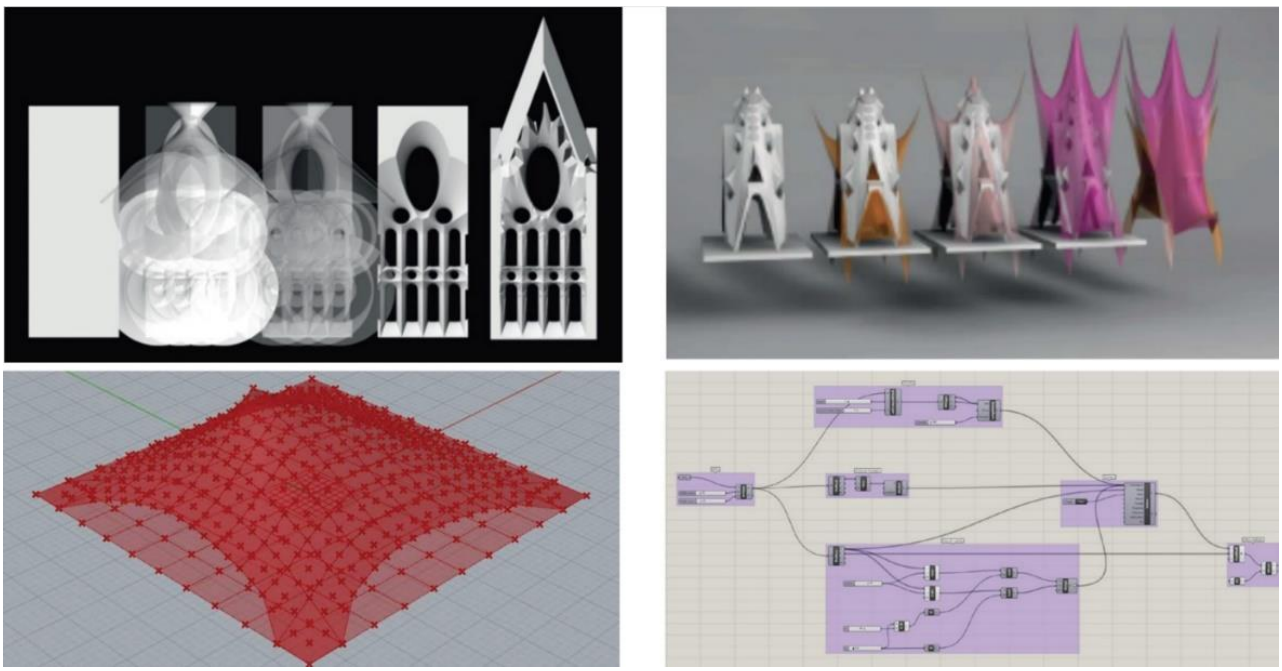
Един неоспоримо удачен пример за ефективното използване на *BIM, Laser scan* и *Point cloud* от последните години, е проектът за възстановяването на шпила на катедралата Нотр Дам. Тук задачите не се ограничават само до възстановяване на изгорелия шпил и част на покривната конструкция, но и се налага подробно обследване на засегнатата вследствие на водата от гасенето на пожара конструктивна част – колони и стени.

При този пример са използвани облаци от точки от 46 000 сканирания - наземни и въздушни. Поради сложната и недостъпна архитектура на покривната конструкция по-големият принос е от въздушните снимки. *Revit* моделът се състои от 12 450 елемента. Голяма част от тях са *adaptive components*, 187 свода с различна геометрия, комбинирани със стандартни *Revit* фамилии. Това изследване е пример и за това как могат да се решат конкретни проектантски проблеми. Оригиналната конструкция е била изградена от много дълги греди. Днес е много трудно в Европа да бъдат намерени и транспортирани такива. Благодарение на цифровите технологии е намерено решение и на този проблем.

В този пример има две измервания на обекта. Едно през 2012 г. преди пожара и едно 2020 след пожара (с по-голяма точност). Така, при сравняване на двата модела, щетите от пожара се виждат много по-добре. Изготвени са и триизмерни фрагменти и детайли, въз основа на които 250 занаятчии (каменоделци и дърводелци) възстановяват катедралата. На базата на добрите резултати се взема решение да се изгради цифров близнак (*Digital Twin*) в *Autodesk Tandem*, като с помощта на *IoT* (*Internet of Things*) да се въведе пълен мониторинг на сградата за избягване на подобни бъдещи пожари.

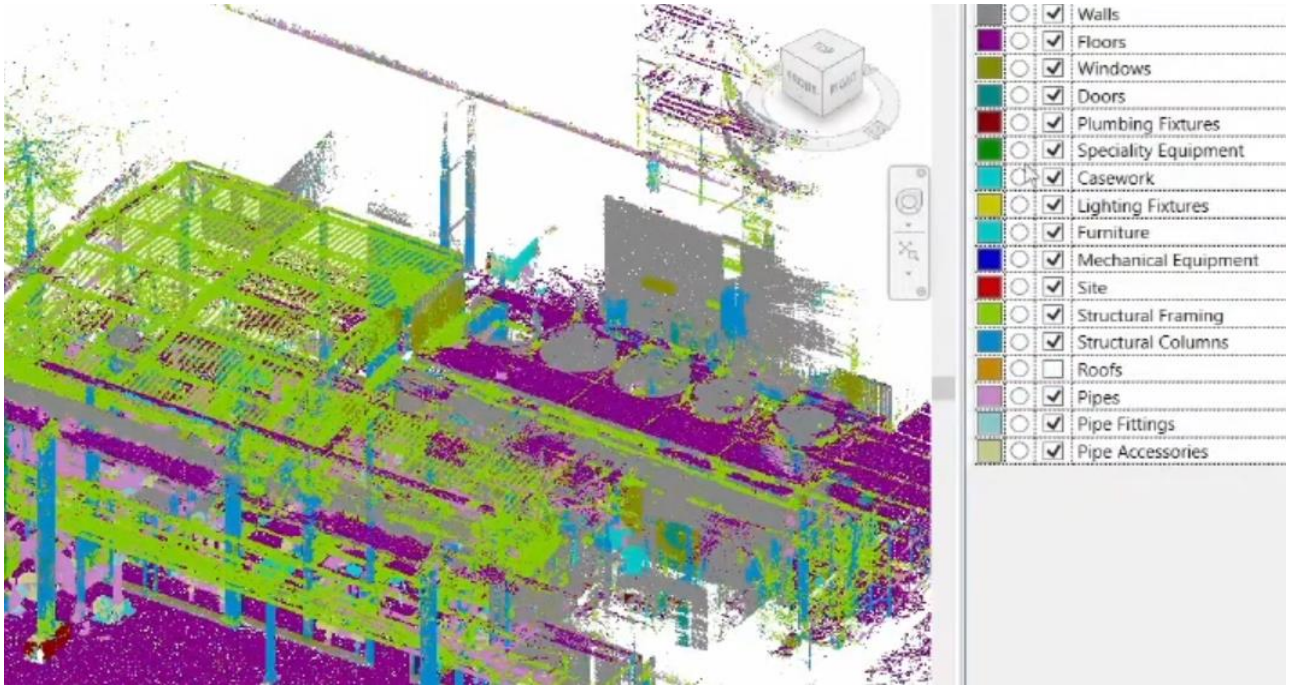


Фиг. 3. Използване на BIM реконструкцията на Нотр Дам, [17]



Фиг. 4. Използване BIM за прототипиране при изграждането на Саграда Фамилия, [1]

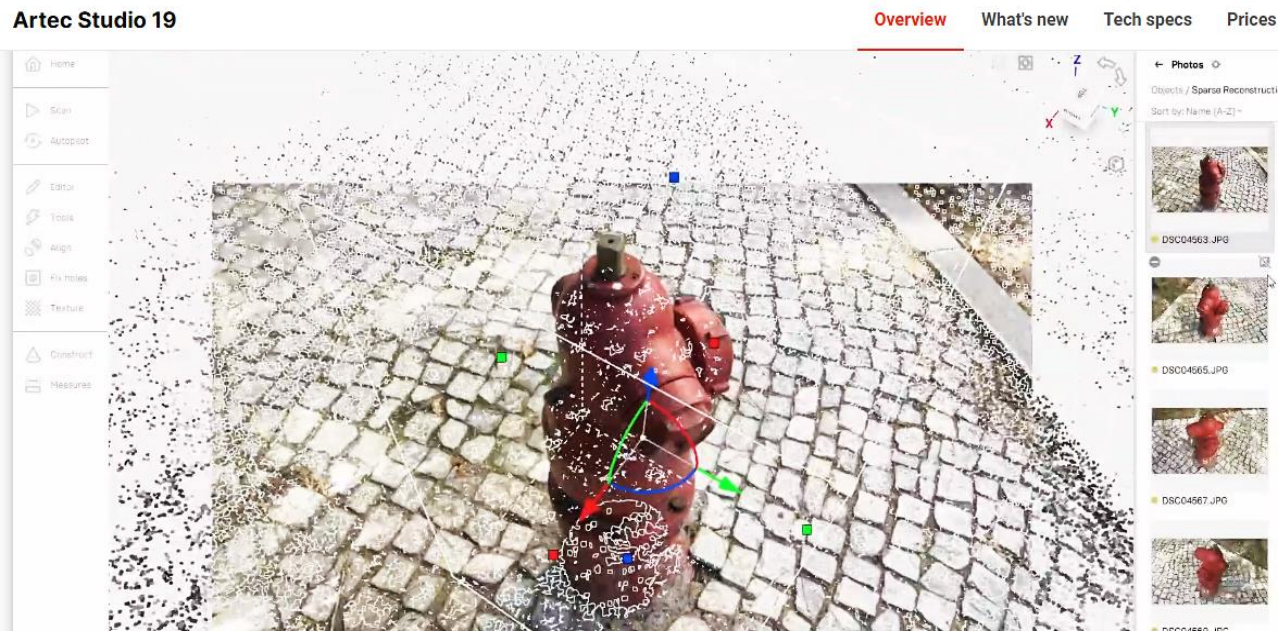
6.3. Използване на *AI* за *Scan To BIM* [4]



Фиг. 5. Използване на AI с платформата Aurivus в Revit среда
за разпознаване на архитектурни и строителни елементи в облак от точки, [4]

6.4. Използване на *AI* за фотограметрия към *BIM*

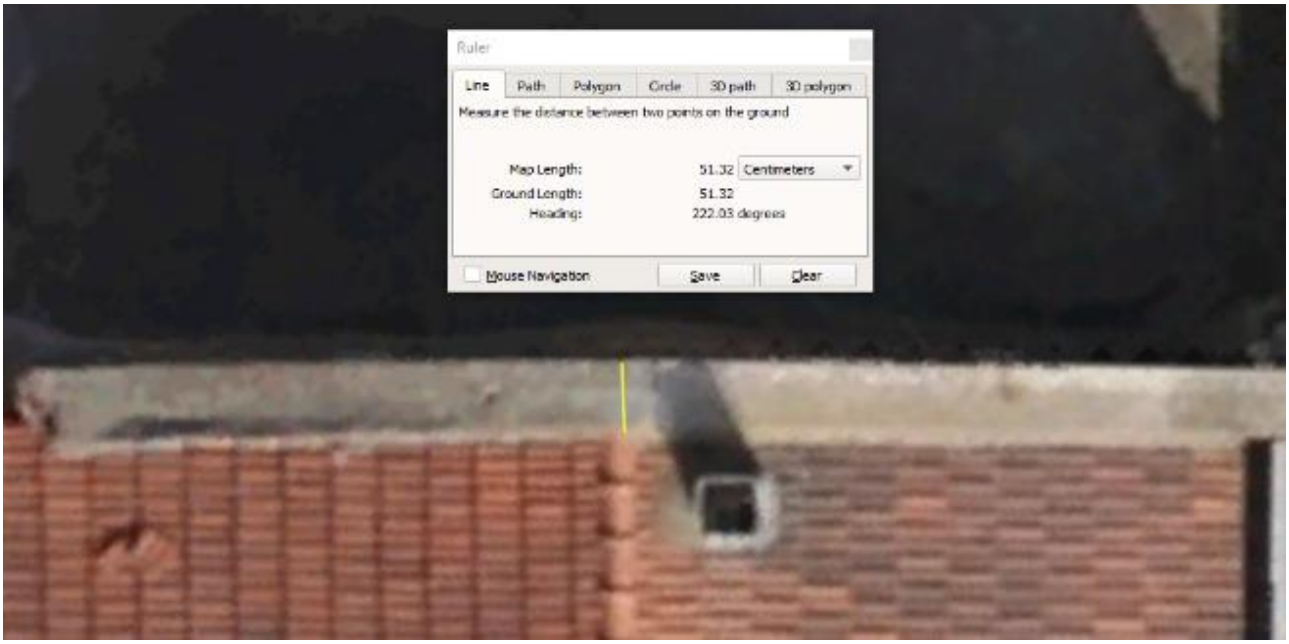
С помощта на изкуствен интелект онлайн платформата *Artec 3D, Фиг. 6,* може да генерира *3D* модел по множество снимки, като при това не се изисква допълнително специализирана *апаратура*.



Фиг. 6. Интерфейс на платформата Artec 3D (Artec Studio 19), [3]

6.5. Използване на снимки от *Google Earth Pro* (*.kml, .kmz*)

Програмата предлага снимки с висока резолюция и точност до 10-15 см, *Фиг. 7.*, което я прави подходяща за дистанционно измерване на различни паметници. Базата данни, съхраняваща тези изображения е значителна по размер и осигурява достъп до широк набор от геопространствени данни. Освен това, тя разполага с уникалната функция *Historical Imagery*, която позволява да се наблюдава състоянието на обекти през различни исторически периоди. *Фиг. 8*



Фиг. 7. Сателитно изображение с висока резолюция, изт.: Google Earth Pro.

Фиг. 8. Сравняване на сателитни изображения от различни периоди чрез Historical Imagery, изт.: Google Earth Pro

ЛИТЕРАТУРА

[1] G.Alves, "Between Designer and Design: Parametric Design and Prototyping Considerations on Gaudi's Sagrada Familia," ResearchGate, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/303839331. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[2] A.Angelov, O.Perfanov, and S.Yazici, "Visualization and Analysis of Environmental Data Obtained via Sensors Installed in the Bulgarian Demonstration Sites of the Project BIM-SPEED" ИЗВЕСТИЯ на съюза на учените-Варна. Серия Технически науки 1'2023, ISSN 1310-5833, pp.49-53

[3] Artec 3D, "Artec Studio: Photogrammetry," [Online]. Available: https://www.artec3d.com/3d-software/artec-studio/photogrammetry. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[4] Aurivus, "Homepage" [Online]. Available: https://aurivus.com/. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[5] B.Besco, S.G.Coon, and A.G.Cárdenas, "Between Designer and Design: Parametric Design and Prototyping Considerations on Gaudi's Sagrada Familia," Int. Arch. Photogrammetry, Remote Sens. Spatial Inf. Sci., vol. XLII-2/W11, pp. 309–316, 2019. [Online]. Available: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019ISPAr4211..309B/abstract. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[6] A.J.Booth, The Angkor Guidebook, ISBN 978-9996-372742.

[7] CNN, "Sagrada Familia: History and Robots Stand the Test of Time," [Online]. Available: https://edition.cnn.com/style/article/sagrada-familia-history-robots-test-of-time/index.html. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[8] European Commission, „Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage: mapping parameters, formats, standards, benchmarks, methodologies, and guidelines", Final Study Report, VIGIE 2020/645, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. ISBN 978-92-76-37858-7, DOI:10.2759/471776.

[9] IBM, "What is a Digital Twin?" [Online]. Available: https://www.ibm.com/think/topics/what-is-a-digital-twin. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[10] Leica Geosystems, "Pulling artifacts from the jungle using Full Waveform LiDAR," Reporter, no. 78, [Online]. Available: https://leica-geosystems.com/about-us/news-room/customer-magazine/reporter-78/pulling-artifacts-from-the-jungle-using-full-waveform-lidar. [Accessed: Apr. 27, 2025].

[11] N.Stamatova, „Digitization of objects of cultural heritage of Varna, produced in the studio Architectural Spies in the period 2013-2019“, ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените - Варна. Серия Културното наследство на Варна, 2019 ISSN: 2738-7372, pp.151-160, DOI: 10.14748/isuvknv.v0i0.6587.
[12] N.Stamatova, V.Vasilev, A.Angelov, and O.Perfanov, „Building Information Modeling (BIM) of Cultural Heritage. Case Study: 28, Dragoman Str., Varna, Bulgaria“, ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените - Варна. Серия Културното наследство на Варна, 2020 ISSN: 2738-7372, pp.30-36, DOI: 10.14748/isuvknv.v0i0.7382.
[13] N.Stamatova, V.Vasilev, A.Angelov, and O.Perfanov „Building energy modeling (BEM) of cultural heritage. Case study: 28 Dragoman St, Varna, Bulgaria“, ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените - Варна. Серия Културното наследство на Варна, 2020 ISSN: 2738-7372, pp.37-40, DOI: 10.14748/isuvknv.v0i0.7383.
[14] N.Stamatova, and A.Angelov, “Thermal Photohgrammetry in Use for Cultural Heritage in the City of Varna, Bulgraia”, ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените - Варна. Серия Културното наследство на Варна, 2021, ISSN: 2738-7372, pp. 84-88, DOI: 10.13140/RG.2.2.20977.25446.
[15] N.Stamatova, V.Vasilev, O.Perfanov, and S.Gavrailov, "From hBIM to Heritage Digital Twin: New Horizons in Cultural Heritage Digitization," National Scientific and Practical Conference "Digital Technologies in Architecture, Design, and Visual Arts," New Bulgarian University, Sofia, 24-25 April 2025.
[16] L.Wilson, "How Can I Estimate the LiDAR Point Density for My Flight?", Inertial Labs Knowledge Base, May 13, 2021. [Online]. Available: https://resources.inertiallabs.com/en-us/knowledge-base/how-can-i-estimate-the-point-density-for-my-flight. [Accessed: Apr. 27, 2025].
[17] Martyn Day, „BIM and the Notre-Dame resurrection“, AECMAGAZINE, July 29, 2021. [Online]. Available: https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit/ [Accessed: Apr. 20, 2025].
[18] D.Evans, K.Hanus, R.Fletcher, "The story beneath the canopy: An airborne lidar survey over Angkor, northwestern Cambodia”, Across Space and Time. Selected Papers from the 41st Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Perth 25-28 March 2013. (pp.38-46), May 13, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/The-urban-core-of-Angkor-showing-evidence-of-a-much-greater-population-density-than-the_fig11_286620256. [Accessed: Apr. 27, 2025].

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ARCHITECTURAL INTERVENTION IN HISTORIC URBAN CONTEXT: CASE STUDY OF "STAIR-STREET-HOUSE" IN SOLOLAKI, TBILISI

Giorgi Gabunia[1], Giorgi Tsutskiridze[2]

ABSTRACT:

This research investigates the challenges and methodologies of contemporary architectural interventions in historical urban fabrics, with a particular focus on the Sololaki district of Tbilisi. Through the analysis of thirteen key diagrams, the paper highlights volumetric articulation, material authenticity, and integration into existing urban fabrics as critical components of sensitive architectural design. The findings advocate for a multidisciplinary approach that respects historical identity while accommodating contemporary functionality. In addition, the research emphasizes the necessity of developing clear guidelines and recommendations for interventions in heritage sites, ensuring informed and contextually sensitive design decisions.

Keywords: Architectural interventions, Historical urban fabric, Material authenticity, Contextual design, Multidisciplinary approach, Heritage site guidelines

[1] Giorgi Gabunia, Associate Professor, International Black Sea University, ggabunia@ibsu.edu.ge
[2] Giorgi Tsutskiridze, Associate Professor, International Black Sea University giorgi.tsutskiridze@ibsu.edu.ge

1. Introduction

Architectural interventions in historic urban environments demand a nuanced understanding of place, heritage, and innovation. This paper explores principles and strategies for integrating contemporary architecture within historical urban contexts, using Tbilisi's Sololaki district—a neighborhood known for its layered topography, stair-street typology, and distinctive material palette—as a case study. While focused on Sololaki, the recommendations are designed as a flexible framework applicable to similar heritage contexts, both within Georgia and internationally.

The primary objective is to develop a framework for context-sensitive design that balances heritage preservation with contemporary needs. The study identifies key challenges: the absence of standardized evaluation criteria, subjective council assessments, and a lack of transparent feedback mechanisms in the approval process. These challenges make it harder to achieve good architectural results, erode collaboration between stakeholders, and delay urban development.

By reflecting on international heritage frameworks such as the Venice Charter (1964), the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) Recommendation on the Historic Urban Landscape (2011), and International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) Guidelines, this research advocates for adaptive design strategies that respect material authenticity, urban morphology, and the cultural significance of place while embracing contemporary functionality. It aims to equip architects, policymakers, and educators with practical tools for navigating the complex terrain of heritage design and to foster a culture of informed, collaborative decision-making in architectural practice.

2. Problem Statement

Architectural interventions in historic urban environments often present conflicting priorities between preservation and development. In Tbilisi, this challenge is intensified by the lack of clear, standardized criteria for evaluating architectural proposals within heritage contexts. No official guideline or handbook exists to define principles or assessment standards, leaving a gap between architectural expertise and administrative decision-making.

A significant issue lies in the structure of the Cultural Heritage Council, where many members are politicians or municipal staff without formal architectural or art history training. Decision-making is often subjective, fragmented, and influenced by personal preferences rather than objective, evidence-based evaluation. Architects frequently receive project rejections without documented explanations, leaving the official feedback forms blank. This lack of transparency forces architects into a cycle of speculative design changes, often submitting multiple versions of the same project without receiving clear, constructive feedback.

This process disrupts collaboration between architects, clients, and municipal bodies, inflates costs, and delays project realization—ultimately undermining urban development. The absence of clear standards leads to inefficient and repetitive discussions, draining time and resources from all parties involved.

3. Project Explanatory Note

The Stair-Street-House project, located at N10 Savaneli Street in Tbilisi's upper Sololaki district, serves as a case study for this research. The project was approved unanimously by the Heritage Council during its first presentation—a rare achievement within the context of architectural approvals in Tbilisi.

Sololaki is characterized by its layered topography, stair-street typology, and the coexistence of various architectural styles. The 176 sq.m. site previously housed a mid-20th-century structure with no heritage status or architectural significance, which was dismantled to make way for the new development.

The design reinterprets traditional elements through a contemporary lens, integrating local materials, respecting the urban rhythm, and introducing a dialogue between old and new. The methodological approaches used in the project—such as preserving the original footprint, respecting

the skyline, and balancing contemporary needs with historical context—are detailed in the following sections of this study.

Fig. 1. Existing Site Photo

4. Diagram Analysis

4.1 Avoidance of Decorative Historic Motifs in Favor of Contemporary Expression

The discussion of the project's diagrams deliberately begins with what is arguably the most critical and paradigm-shifting principle in the context of contemporary architectural intervention in historic urban areas: the rejection of decorative historic motifs in favor of honest, contemporary expression.

This approach follows UNESCO and ICOMOS recommendations, which emphasize that interventions in historic contexts should express their own time while maintaining respect for the inherited environment. The design deliberately avoids replication of historical forms, ensuring architectural authenticity, transparency, and conceptual clarity.

"Contemporary architectural interventions in historic areas should express their own time while respecting and enriching the inherited context." *(UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape, 2011, Article 26)*

"New interventions must be clearly identifiable and avoid imitating historic styles so as not to create a false sense of heritage." *(ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, 2008, Article 5)*

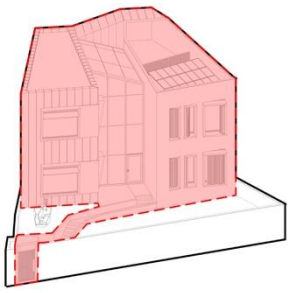


Figure 1. Avoidance of Decorative Historic Motifs in Favor of Contemporary Expression

"We should not simulate the past, but interpret it." *(Eisenman, House X, 1982)*

4.2 Integration of the Historical Stair-Street Typology as a Contemporary Architectural Element

A key feature of this project is the reinterpretation of the Sololaki stair-street typology—an iconic element of Tbilisi's urban identity. Rather than imitating historical forms, the design integrates

this element as a minimal, contemporary connector that bridges old and new through clean lines and material honesty.

This approach aligns with international conservation principles, including the Venice Charter and UNESCO's recommendations, which encourage integrating contemporary features in harmony with historic contexts:

"The introduction of contemporary elements in harmony with the surroundings should not be discouraged since such features can contribute to the enrichment of an area." *(UNESCO Recommendation, 2011, Article 18)*

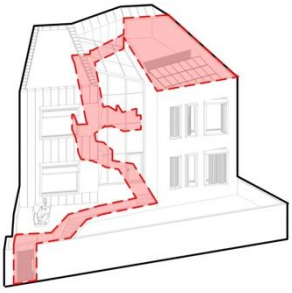


Figure 2. Integration of the Historical Stair-Street Typology as a Contemporary Architectural Element

"A stair is not just a means of moving up and down, it is an event in itself." *(Interview with Kahn, 1971)*

4.3 Repetition of the Original Building Footprint (Urban Fabric Continuity)

Maintaining the original building footprint is a universally applicable and critical principle for interventions in historic urban contexts. It preserves the spatial logic, identity, and scale of the city, ensuring that new architecture remains part of the neighborhood's fabric.

"Each intervention should, as far as possible, respect the concept, techniques, and historical value of the original or earlier states of the structure." *(ICOMOS Charter, 2003, Article 3.12)*

This strategy was applied in the Stair-Street House, where the previous building's footprint was retained, ensuring respectful integration within the urban context.

Figure 3. Repetition of the Original Building Footprint

"I am interested in memory — not nostalgia — but memory in the materials, in the plan, in the lines." *(Scarpa interview, ca. 1975)*

4.4 Cascading Massing Along the Street (Respecting the Local Skyline)

Cascading massing along the street respects the local skyline and preserves the visual integrity of the neighborhood. This approach aligns with the Washington Charter, which defines the formal appearance of buildings by their scale, size, style, construction, materials, colour, and decoration. *(Washington Charter, 1987, Article 2.c)*

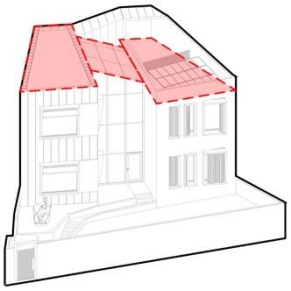


Figure 4. Cascading Massing Along the Street

"A building must respect the line of the hill or the rhythm of the city — it must listen first, then speak softly." *(Piano, The Art of Building, 2005)*

4.5 Volumetric Articulation into Three Blocks (Scale Responsiveness)

Dividing the mass into three blocks ensures a sensitive response to human scale and the surrounding context.

"The existing spatial layout should be respected, especially in terms of scale and lot size." *(Washington Charter, 1987, Article 10)*

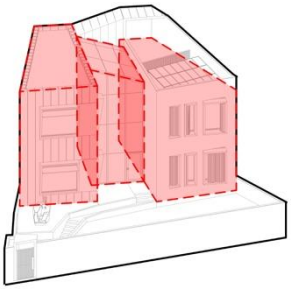


Figure 5. Volumetric Articulation into Three Blocks

"Architecture should speak in small, well-measured gestures that understand scale and proximity." *(Chipperfield, On Modesty, 2013)*

4.6 Preservation of Existing Topographic Level Differences (Terrain Sensitivity)

Preserving the site's natural level differences respects the terrain's unique characteristics and aligns with the site's natural evolution.

"This wider context includes notably the site's topography, geomorphology, hydrology and natural features..." *(UNESCO Recommendation, 2011, Article 9)*

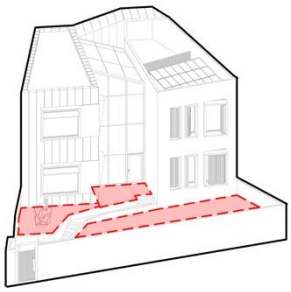


Figure 6. Preservation of Existing Topographic Level Differences

"Architecture does not exist in a vacuum; it belongs to the terrain, the geography, the light." *(Siza, Porto Lecture, 1994)*

4.7 Preservation of All Existing Trees Based on Site Taxonomic Assessment

Maintaining existing trees respects the ecological and cultural values of the site. This approach is in line with the principles outlined in the Washington Charter, which emphasizes the relationship between the town or urban area and its surrounding setting, both natural and man-made. *(Washington Charter, 1987, Article 2.d)*

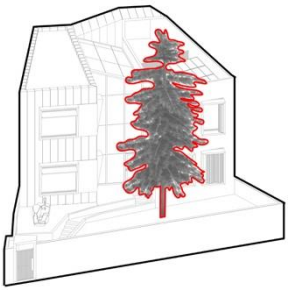


Figure 7. Preservation of All Existing Trees Based on Site Taxonomic Assessment

"Study nature, love nature, stay close to nature. It will never fail you." *(F.L. Wright, The Natural House, 1954)*

4.8 Implementation of an Interior Vertical Green Wall (Biophilic Design Strategy)

Introducing a vertical green wall promotes biophilic design principles, enhancing user well-being and fostering a connection to nature.

"The inclusion of natural systems within urban interventions is essential to achieving a balance between development and the preservation of cultural heritage." *(ICOMOS-ICCROM Guidance on Heritage Impact Assessments, 2022, Section 2.2.3)*

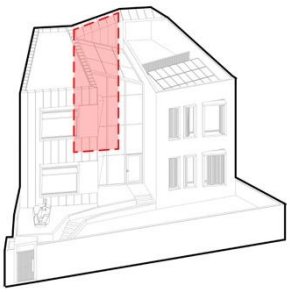


Figure 8. Implementation of an Interior Vertical Green Wall

"Nature can be inside — architecture is not only stone and glass." *(Nouvel, Milan Triennale Talk, 2011)*

4.9 Use of Narrow and Tall Vertical Openings (Typological Continuity)

Narrow and tall vertical openings preserve typological continuity with the surrounding historic context.

"Interventions should, as far as possible, respect the concept, techniques and historical value of the original." *(ICOMOS Charter, 2003, Article 3.12)*

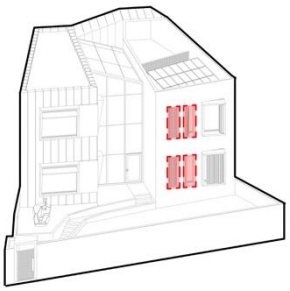


Figure 9. Use of Narrow and Tall Vertical Openings

"The history of windows is the history of architecture." *(Le Corbusier, Precisions on the Present State of Architecture and City Planning, 1930)*

4.10 Preservation of Existing Brick Textures (Material Authenticity)

Preserving existing brick textures maintains the authenticity and material identity of the site.

"Distinctive materials... should be preserved." *(ICOMOS Charter, 2003, Article 3.12)*

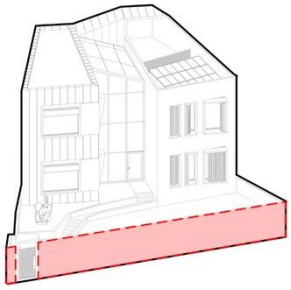


Figure 10. Preservation of Existing Brick Textures

"Architecture starts when you carefully put two bricks together." *(Ludwig Mies van der Rohe, ca. 1959)*

4.11 Use of Reddish Tin Roofing and Concrete as Structural and Visual Connectors

Reddish tin roofing and concrete create structural and visual connections between the project's elements.

"The introduction of contemporary elements in harmony with the surroundings should not be discouraged..." *(UNESCO Recommendation, 2011, Article 18)*

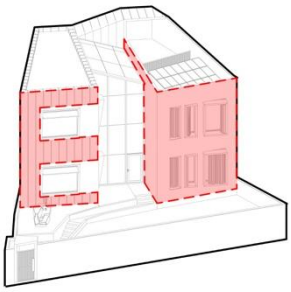


Figure 11. Use of Reddish Tin Roofing and Concrete as Structural and Visual Connectors

"When I start, my first idea for a building is with the material. I believe architecture is about that. It's not about paper, it's not about forms. It's about space and material." *(Peter Zumthor, Interview with Robin Pogrebin, 2009)*

4.12 Installation of Solar Panels and Optimization of Natural Light (Passive Environmental Systems)

Integrating solar panels and optimizing natural light are integral components of passive environmental strategies.

"New functions... can contribute to the well-being of the communities... while ensuring economic and social diversity. *(UNESCO Recommendation, 2011, Article 18)*

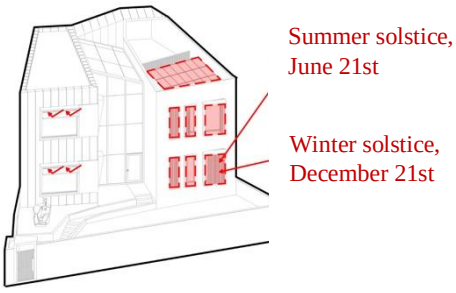


Figure 12. Installation of Solar Panels and Optimization of Natural Light

"Green architecture is not about appearance, it is about performance." *(Yeang, EcoDesign, 2007)*

4.13 Use of a Gray Water System for Rainwater Collection (Sustainable Water Management)

Utilizing a gray water system for rainwater collection aligns with sustainable water management practices.

"Sustainable management of water resources is critical within historic urban landscapes to protect the environment and support community well-being." *(UNESCO Recommendation on the Historic Urban Landscape, 2011, Article 10)*

Figure 13. Use of a Gray Water System for Rainwater Collection

"Sustainability is not a constraint — it's a design opportunity." *(BIG, Yes is More, 2009)*

5. Final Visualizations: Design Outcomes in Context

The following renderings illustrate the final design outcomes of the Stair-Street-House project, showcasing how the discussed methodological principles, international guidelines, and architectural insights have been translated into built form. These visualizations demonstrate the project's careful balance between historical sensitivity and contemporary needs, reflecting a thoughtful response to the challenges of architectural interventions in heritage contexts.

Figure 15. Rendering #1 (Bird eye view)

Figure 16. Rendering #2 (Savaneli street view)

6. Conclusion

Architectural interventions in historic urban contexts require technical expertise, cultural sensitivity, and a forward-looking vision. The “Stair-Street-House” in Sololaki demonstrates how contemporary architecture can respectfully integrate into a layered urban fabric, contributing to the ongoing narrative of place without replicating the past.

Figure 17. Photomontage #1

Successful design in heritage settings is not about imitation but about understanding the essence—honoring the scale, materials, and rhythms that define a district’s character. By preserving the original building footprint, maintaining the natural topography, and integrating sustainable strategies like solar panels and rainwater systems, the project demonstrates a balanced, holistic approach to urban regeneration.

This project stands as a hopeful model for architects, policymakers, and communities—calling for clear guidelines, transparent processes, and collaboration to ensure interventions enhance the

cultural, environmental, and social fabric of the city. Ultimately, this study reaffirms the belief that sensitive, informed design can transform challenges into opportunities, creating spaces that respect heritage while inspiring future generations.

REFERENCES

[1] P. Eisenman, *House X*, 1982.
[2] L. Kahn, "Interview on Architecture," [Source unavailable], 1971.
[3] C. Scarpa, "Interview on Architecture," [Source unavailable], 1975.
[4] R. Piano, "The Art of Building," Lecture, 2005.
[5] D. Chipperfield, "On Modesty," Lecture, 2013.
[6] A. Siza, "Porto Lecture," [Source unavailable], 1994.
[7] F.L. Wright, *The Natural House*, Horizon Press, 1954.
[8] J. Nouvel, "Milan Triennale Talk," [Source unavailable], 2011.
[9] Le Corbusier, *Precisions on the Present State of Architecture and City Planning*, 1930.
[10] L. Mies van der Rohe, "Architecture starts when you carefully put two bricks together," ca. 1959.
[11] P. Zumthor, "Interview with Robin Pogrebin," 2009.
[12] K. Yeang, *EcoDesign: A Manual for Ecological Design*, Wiley, 2007.
[13] B. Ingels, *Yes is More: An Archicomic on Architectural Evolution*, Taschen, 2009.
[14] UNESCO, *Recommendation on the Historic Urban Landscape*, Paris, 2011.
[15] ICOMOS, *Charter for the Conservation of Historic Towns and Urban Areas (Washington Charter)*, 1987.
[16] ICOMOS, *Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*, 2003.
[17] ICOMOS, *Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites*, 2008.
[18] ICCROM and ICOMOS, *Guidance on Heritage Impact Assessments for Cultural World Heritage Properties*, ICCROM, 2022.

THE ARCHITECTURE OF RAILWAY STATIONS IN ROMANIA - EVOLUTIONARY HYPOSTASES

Baicu Liviu Gabriel [1],Tofan Bogdan [2], Manolea Aliodor [3]

ABSTRACT:

The railway has been a subject of interest for many researchers, especially historians who have analysed various aspects of its evolution and impact on society and the economy. However, a less explored aspect is that of the impact of recent interventions on this heritage on the architectural and urbanistic evolution of localities. This aspect is the main motivation of the present paper, which aims to bring into discussion recent sources from specialised archives that provide relevant information on this phenomenon.

According to Lynch's categorisation, nodes are one of the five elements of urban form on the basis of which people form their image of the city, the other four being routes, boundaries, islands and landmarks. Nodes are "strategic points in the city which an observer can enter and which represent intense foci to and from which they travel".

Keywords: Railway Station, Architecture, Urban Planning, Transport, Evolution

[1] Baicu Liviu-Gabriel, Phd Canditate, arch, University of Architecture and Urbanism "Ion Mincu" Bucharest, arh.glb@gmail.com
[2] Tofan Bogdan, Prof. dr. arch., University of Architecture and Urbanism "Ion Mincu" Bucharest, tofanbogdan@gmail.com
[3] Aliodor Manolea, conf. dr. psych., Hyperion University, Bucharest (in English language), aliodor@glide.ro

1. Introduction.

Today everyone is talking about cities where you can enjoy living. The quality of life in these cities has to be very good and this depends on many factors. It is a complex issue. The socio-cultural environment in which major cities are located is changing at a faster pace than other urban areas. This accelerating pace of change in the social and cultural environment is due to the great inventions of the 20th century, including the advent of the cinema, the motor car and the development of the railways.

The study of railway stations is a special endeavour due to the specific function of transport and mobility on land. Transport takes different forms depending on the environment in which it takes place: water, air or land. At sea, we can think of ships in harbours, aeroplanes in airports and trains in railway stations.

The predominant transport of goods initially greatly streamlined the economy which needed diverse resources at different points with maximum speed, safety and minimum resource consumption. Then *passenger* transport emerged as an acceptable mode of long distance transport. Today passenger transport by train has become a vector of sustainable development due to its lack of pollution and low CO2 emissions.

The term "station" has two meanings in common parlance: either the building where travellers stop, or the complex of several buildings, with strictly functional purposes - the stationň for travellers, the stationň for goods, control tower, water tank, open, covered or uncovered platforms and enclosed platforms, toilets - or commercial areas - the station hotel, station café, various shops and other facilities.

In many cases, the railway station concept also encompasses the urban aspects of the area in which it is located: the street, the square or the urban railway station area. This 'variety' in the scope of the concept is explaineď mainly by the fact that the station is usually a centre of interest, creating economič and commercial activity in its vicinity that meets the demands generated by rail transport, which at the level of the locality meanš 'boosting developments'. In many cases, the construction of railway stations with their associated appurtenances involved the creation of "cuts" in the urban fabric, other times being built on the edge of settlements meant that they became attractors for the development of the localities accessed. Regardless of the architectural style, the size of the building or its age, the architecture of railway stations is preserved in contemporary times in various ways such as: complex new or industrial heritage conservation projects, by evoking them in all artistic manifestations, and even in some cases by changing the purpose of the buildings by transforming them into attractive commercial centres, museums or transport malls. In the light of these transformations, the present research paper proposes to identify the ways in which railway station architecture impacts on the quality of life of people, especially those who use rail transport, work in connection with station buildings or live in urban and rural environments near railway stations.

Railway stations occupy a different position in the urban and rural landscape alike, as buildings for vital public facilities, emblems of transport evolution and connectors in the global network of cities. They act as pivotal nodes in networks and are integrated into the urban, rural and mental fabric.

Recognising their dual function is key to integrating transport and urban spaces, with stations addressing the challenges of urban life and the impact of transport on cities. When well balanced, stations become vibrant community centres and catalysts for modern urban life, improving the social and economic texture of the city.

However, over the past fifty years, their role in the sustainable development of cities in Romania has been overlooked, leaving unresolved challenges such as their integration into the fabric of localities and untapped development opportunities.

2. Methodology.

The research objectives include identifying public perceptions of station architecture and its influence on urban quality of life, assessing the impact of station architecture on the city's image and social behaviours, and analysing the directions of station architecture development that would bring the greatest benefits to quality of life. Research methods include the opinion survey/questionnaire

and archival research. We elaborated a questionnaire that is structured around demographic, perceptual, evaluative and open-ended questions, and stratified random sampling ensures that different demographic groups are representative. Data collection is carried out through online questionnaires and face-to-face interviews starting on 2nd of April 2025, and data analysis includes descriptive statistics and inferential analyses (ANOVA, Chi-square). After 10 days we managed to get 405 answers that gives us a good sampling for Romanian population. Preliminary results indicate that there are no significant differences between the analysed groups in terms of perceptions of the station architecture as p=0,0000 and F=1,00. The archival research uses historical documents, previous studies and statistical data, and content analysis and data comparison help to identify changes and developments. The combined research results are presented in the article.

3. Archive research.

From a historical point of view, the evolution of Romania's railways has been presented in detail by Dr. Arch. Toader Popescu [12], Ing. Radu Bellu [2], [3], and many other enthusiasts and researchers. The Romanian Railways have a history of about 150 years, during which they have been a factor of technical progress of the industrial age. This article presents archival research corroborated with opinion polls on the perception of railway station architecture over the last 170 years and determines how these buildings of the CFR heritage are perceived and may evolve further in history.

In terms of historical context [2], [3], between 1845 and 1846, the Austrian state took over all the private coal mines in the Anina Mountains and developed a diversified and extensive network in Transylvania and Banat, the first railway built on the present-day territory of Romania, starting on 20 August 1854 (62.5 km). In September 1857, with the support of Queen Victoria, the Köstence-Boğazköy (Constanta-Cernavodă) railway, part of the Ottoman Empire at the time, was granted a 99-year concession to facilitate the transport of grain. The concession holder was British businessman John Trevor-Barkley.

After eleven years of failed negotiations, proposals and concessions, the company led by Lord John Trevor-Barkley has started construction of the 67km Bucharest-Giurgiu railway line, which is about to be reopened to traffic.

On 10 September 1868 the foundation stone was laid for Bucharest's North Station [3], and on 27 December 1870 the Bucharest-Buzău-Brăila-Galați-Tecuci-Roman line was provisionally inaugurated, both of which are currently being modernized together with the bridge connecting Romania to Bulgaria.

In the half-century that followed these endeavours, the railway network developed at a rapid pace, having a major impact on the economic and social development of the principalities, which later became Romania. Most of the railway works were concessioned to foreign companies, including Strussberg, a situation in which Chancellor Otto von Bismarck was involved and which at one point even led to the abdication of Carol I [12].

Thus, the development during this period is more oriented towards the construction of buildings instead of travellers' huts, also in view of the increasing number of travellers. In the 1950s it can be said that the first wave of interventions on existing buildings and heritage began. Most of the railway stations were bombed and in some cases even the railway stations suffered, as was the case with the bombing of Arad in 1944.

Since its opening until now, there have been three buildings for travellers in Arad *(Fig. 1):*

– A temporary building (1858-1886) erected by the society on a plot of land where the Arad Post Office building now stands;

– A building for travellers built by the M.A.V. between 1884-1886 on the present site of the Arad Personnel Command building, which functioned until 1912;

– The present building for travellers made by the M.A.V. between 1909- 1912. Knocked down by the retreating German-Hungarian army in the autumn of 1944, the building was only rebuilt in 1955-1958 in its present form.

– Additions to the building with the introduction of signalling and electrification of the lines after 1968, refurbishment and safety upgrading in the 2000s.

– In 2012, the current building was extended with a new body over the railway lines to facilitate safe access for travellers and bring the building up to "Eurostation" standard.

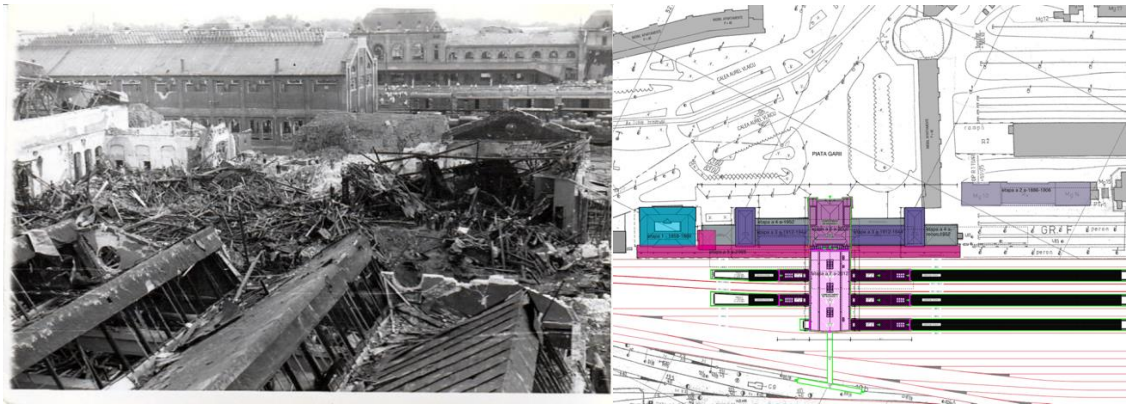


Fig.1 Arad railway station after the 1944 bombing (left) and a plan with the station's evolution (right). Source AgerPres (left) and the Author (right)

After the Second World War, over the course of a century, the railway network grew to almost 20,000 km, 900 stations and numerous works of art and tunnels[2]. The typology of railway stations in Romania began to vary in terms of architectural plasticity, with the involvement of contemporary architects, as a need to rebuild and develop the buildings in the important railway hubs, seeking to attract an even greater number of travellers through the urban foyers following the socialist urbanisations.

Concepts for new buildings were developed in tune with the developments aimed at modernising cities such as Brasov and Constanța [9], [13], where old railway stations had reached their development potential and were becoming overcrowded. Architects such as Gropius and Corbusier, and engineers such as Scarpa who promoted modernist architectural trends, also directly influenced public architecture, including that of railway stations.

Socialist-era architecture through its representatives, such as Arch. Th. Săvulescu, made the orientation of the ornamentation and the style used to be directed towards the new engine of development of the country, namely the introduction of electric locomotives and the national project of electrification and centralised signalling. On the other side of the world, in America [6], [8], [11], this period coincided with the decline of the railways, with long-distance air transport and short-distance motor transport being introduced with great ease, and many stations finding themselves less and less used for their purpose.

Designed by architect Theonic Săvulescu (1907-1976) and engineer Dan Ghiocel (from the Institute of Reasearch and Inovation for Railway, I.C.I-C.F Bucharest), Constanta railway station impresses by its modernist and monumental style, typical of the 60s. Săvulescu, a graduate of the School of Architecture in Bucharest and an architect of the Bucharest Railways, was also co-author of the Ministry of Transport's Palace, an art-deco building inspired by North American architecture. Constanța railway station is characterised by its concrete dome, which covers a generous space and gives it a modern look. Its external canopy blends harmoniously with the surrounding urban environment. The building is located at the end of Ferdinand Boulevard, in an area that emphasises its beauty and facilitates access. Current endevours propose the regeneration of the urban fabric near the train station and the relocation of the the function itself, as the Oil Terminal in Constanța has reached it’s end and the administration wants to regenerate the city center.

In terms of sustainability, this modern post-war approach based on new market economies, architecture referred to by many critics as functionalist architecture, tends to do away with eclectic ornamentation and to rationalise the use of building materials, especially as the built stock has increased greatly in European cities during this period.

Th. Săvulescu also worked on the project for the railway station in Brasov [9], which in 1962, when it was put into use, represented an architectural symbol in modernist style around which were

developed eloquent buildings of those times (such as the tower block opposite the station - originally conceived as a possible hotel, the architectural ensemble of the "Rapid" and the entire "Victoria" boulevard);

Inspired by Rome's Termini railway station, finalised in the early 1950s, the one in Brasov was not only the most modern building in the city, but also one of the most aesthetically and functionally impressive railway stations in Eastern Europe. Its architecture reflected the trends of the time, at a period when Gheorghiu-Dej facilitated Romania's reconnection with Western culture (1958-1965). The massive investment in the redevelopment of the entire railway complex - with hundreds of kilometres of track, fixed installations and artwork - culminated in the station's passenger building, an architectural and engineering masterpiece. This radically transformed the functionality of Brasov's railway junction (the second most important in Romania) and created the possibility for reconstruction in the railway station neighbourhood.

In 1968, a new railway station was inaugurated in Predeal [16], a city nearby Brasov, replacing a temporary wooden building erected in 1939 on the site of the town's first railway station. This had been a border station, built at the same time as the Ploiești-Predeal railway line linking the Romanian and Austro-Hungarian railway systems. More important than the railway station itself is the fact that this history shows how Predeal and other localities developed thanks to the national railway infrastructure. If at the beginning railway traffic had an important economic role, later it also became a means of tourism. The literature mentions "pleasure trains" and "bathing tickets" with high discounts, which were a first integration of the railway and tourism structure. In this respect, it should be recalled that since 1866 Sinaia had been the royal summer residence and that in 1895 the "Society of Romanian Tourists", headed by King Ferdinand, was created. Thanks to these tickets, a record 11 million journeys were made in 1906, out of a population of 6 million [12], which also led to the appearance of the first tourist guides, such as the "Railway Traveller".

The war and the difficult reconstruction period delayed the electrification of the line until the early 1960s, when the reconstruction of the railway station in Predeal was also discussed. In 1962 the tunnel was constructed under the railway, but the construction of the station was postponed. The railway station project was considered unsatisfactory by the local authorities and was resumed in the second half of the 1960s.

Fig.2 Predeal railway station interior hall (left) and exterior perspective with the shape of the roof (right). Source: the author

The Predeal railway station roof belongs to the category of new forms of thin reinforced concrete roofs, which appeared in the 60s of the 20th century *(Fig.2)*. These special shapes were determined by functional requirements [16]. They can improve the mechanical behaviour, allow the extension of the built assembly and simplify the execution, by modularisation according to the evolution of society mentioned earlier. With the surrounding landscape in mind, Professor Eng.

Mircea Mihăilescu, in agreement with the chief architect, Ion Dumitrescu from I.P.C. Bucharest, suggested a hyperboloid roof supported on two buttresses, which would take both vertical and horizontal forces.

After discussions between prof. eng. Mircea Mihăilescu and the architect of the work [16], it was decided that the roof should be higher towards the railway, in order to be able to introduce an interior partial floor, which would create a functional space and contain the prestressed beam that joins the two foundations, to take the horizontal thrust.

In the following period, even fewer stations were built in Romania, the emphasis being placed on stations in the county capitals, where the flow of passengers was higher than in neighbouring towns. For the latter, the aim was to modernise existing buildings with possible extensions due to electrification and centralised signalling.

After the 1990s, when there was a period of "stagnation", and after Romania started joining the European Union, in the 2000s funds were attracted for investments in the rehabilitation of the existing heritage. At the beginning, the focus was on infrastructure, but then attention was also given to railway stations. The first contemporary interventions have been the refunctionalisation of existing buildings, preserving the current morphology and making spaces, circulation and structural integrity more efficient.

These include: the rehabilitation of station buildings on Pan-European Corridor IV, which aimed to improve accessibility, safety and comfort for travellers, as well as the valorisation and attractiveness of commercial spaces in stations. In the first phase, no work was carried out on the buildings and in many cases the buildings were abandoned. This was followed by the refurbishment of 16 railway stations, a project aimed at modernising stations in the county capitals with the implementation of the Euro-station "standard". Maximising rental income opportunities and minimising the maintenance costs of 5 railway stations was a first project oriented towards the contemporary character of the stations, seeking to change the morphological and functional level of the stations analysed (Constanța, Craiova, Drobeta Turnu-Severin). The modernisation of the Focșani railway station to European standards - B Block - involved the refurbishment of the station's main building and related infrastructure to ensure efficient and safe operation of the station, as well as a modern image and attractive to travellers. The Rehabilitation of Romanian Railway Stations - Phase III, was a programme that involved the demolition of buildings and new constructions for the Euro-Station concept, as well as the rehabilitation and integration of historical monument buildings into the new dynamics of revitalisation of the railway transport system.

In the last design phase of the TEN-T Corridor IV, in 2008-2014, interventions on buildings were more radical, ranging from the reintroduction of typical designs to additions of buildings and floors aimed at attracting travellers and repositioning stations as a pole of attraction and urban development.

A different evolutionary hypostasis is represented by "engineering" mathematical models that lead to the development of stations and intermodal nodes according to clear, simple and economical principles, with solutions that can be sifted through demanding grids, cost-benefit analyses or even innovative models such as the idea of the "land-use and transport-land-use feedback loop" introduced by Meyer and Miller in 2001 [1], [5], [6] [7], is often used to illustrate the complex relationship between land use and transport mode.

In this cycle, land use and transport patterns influence each other. Land use patterns partly determine the location of people's activities, such as living, working, shopping, education and recreation.

As of 2018, separate projects have been realised for 47 railway stations in Romania, in addition to the related projects for the rehabilitation of European corridors.

From an architectural point of view, starting from the above principle, different interventions have been realised at the level of a station, from extension to conservation, depending on the transport network and its location.

Today, some stations have considered landscaping around the station, with mirrors or water cascades that bring natural sounds into the public space (as is the case with the current Feasibility

Study for the Modernisation of North Station - Stage 1). This solution aims at the initial spatial decentralisation, ensuring a natural continuity and an optimal exploitation of the given boundaries without overcrowding, the compact layout being the ideal formula for space management and surveillance. Rethinking the access to the intermediate platforms to avoid underground access as a transit, environmental and proactive space, as in the case of the modernisation of Arad Railway Station (*Fig. 3),* can be a sustainable development measure, as the waiting areas have been "raised" to another level from where travellers can more easily observe the surrounding environment, the train arriving at the station and the occasional ad hoc events organised at the level of the footbridge.

The main purpose of this extension was to consider new development scenarios for the travellers' building, which in the past had been merely a space of forced transit. On the contrary, this space can remain in the collective memory by asserting itself as an active and attractive place, "to be visited" and re-used with pleasure, a territory of diversity and curiosity, often becoming a multi-purpose space for the expression of various local and cultural activities. The space is now animated - positive, conditioned and highly motivating, designed for long term operation, protected against vandalism by the lining of structural elements, traffic surfaces and installations, which has also led to the release of several spaces with commercial potential in the old station buildings.

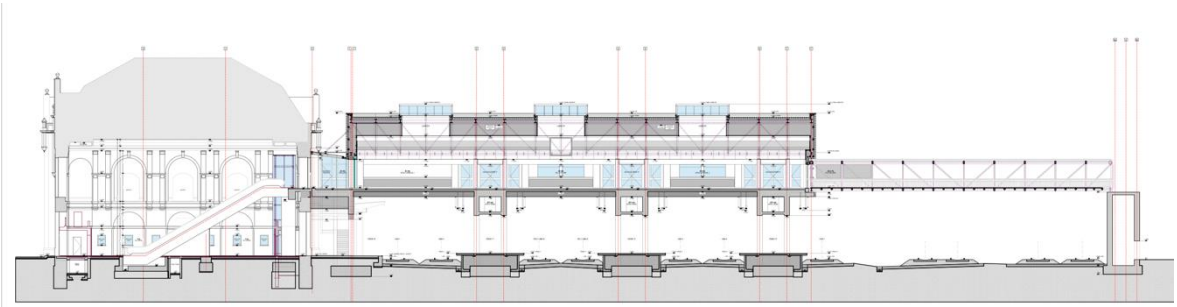


Fig. 3. Section through the extension of the passenger building in Arad railway station - project realised in 2008-2012 by Poyry - Viotop

4.Social Research.

Many railway stations have a rich history and are often considered architectural monuments as noted in archival research. They reflect important periods in the city's history and contribute to preserving the collective memory. For example, the North Railway Station in Bucharest is a symbol of the city and a point of reference for residents and visitors, with the majority of respondents considering the historic architecture of railway stations to be of good quality. 98% of the buildings restored in the last 35 years were identified in the questionnaire responses as being of good architectural quality and 41.9% of respondents considered the architecture of railway stations on which works have been carried out in recent years to be of very good quality (e.g. Arad Railway Station).

Train stations are often hubs of activity, attracting not only travellers but also businesses, traders and cultural events. They contribute to the urban dynamism and economic development of the surrounding areas *(Table 1).*

The architecture and design of railway stations influence how they fit into the urban landscape. A well integrated station can improve the overall aesthetics of the city and create a sense of visual and functional harmony. Alongside accessibility, over 77% of respondents consider this area of modernisation to be at least important.

Transforming stations into multifunctional spaces, including shopping, cultural and entertainment areas, allows them to become centres of attraction and socialisation. This contributes to revitalising urban areas and creating a sense of community, and is considered by respondents to the questionnaire as essential for stations (69.1%)

Modern stations that adopt smart technologies and sustainable solutions become symbols of progress and innovation. They reflect the city's commitment to sustainable development and to

improving the quality of life of its residents (36.9% of respondents consider technology as the most necessary element of modernisation).

Table 1. Perception of heritage interventions (where - represents the least score or unpleasant, insufficient and ++ represents the most pleasant, exceptional etc.). The data from the survey (https://forms.gle/VpkCp5UV9rn19r2q7) was accesed on 13th of April, 2025 at 13:00

Question	--	-	+	++
How do you rate the current architecture of your city's best-known railway station?	40.0%	36.8%	18.3%	4.9%
In your opinion, what role does the railway station play as an element of urban identity?	0.0%	3.2%	67.7%	29.1%
Do you think that rehabilitating or modernising the station can help revitalise the public spaces around it?	0.0%	0.7%	26.9%	72.3%
How important is modernising station infrastructure for urban development?	0.0%	1.5%	34.1%	64.4%

Train station architecture can influence social behaviour, encouraging socialising and a sense of belonging. Well-designed spaces can create a pleasant and safe environment for social interactions. In the case of the modernisation of Arad Railway Station, a survey was conducted by the author who documented from the accounts of the security staff that the new investment (of modernisation by creating a visually open and flowing space along with the removal of some pocket-type spaces) led to more adaptive behaviour of travellers, with vandalism decreasing considerably.

Through the questionnaire we were able to determine that railway station architecture plays a crucial role in people's quality of life in several aspects:

– Accessibility and mobility as well-designed stations facilitate quick and efficient access to public transport, reducing journey times and travel stress. This contributes to smoother urban mobility and reduced traffic congestion where 99% of respondents believe it is at least important in any modernisation of stations.

– Modern station architecture includes safety and comfort measures such as adequate lighting, comfortable waiting areas, facilities for disabled people and security systems. These elements contribute to creating a safe and pleasant environment for travellers according to 98.8% of the survey respondents.

– The aesthetic design of railway stations influences the visual perception of the city and can create a sense of pride and belonging for residents. Stations with an attractive design and well integrated into the urban landscape can improve the overall image of the city as we correlated the responses of more than 96.3% of respondents.

– Of the respondents to the questionnaire, 94.8% consider the implementation of green and sustainable solutions in railway station architecture, such as the use of renewable energy and sustainable materials, as at least important, contributes to protecting the environment and reducing the carbon footprint. This has a positive impact on community health and well-being.

– Stations that include multifunctional spaces, such as shopping, cultural and entertainment areas, offer opportunities for socialising and recreation according to 98% of those surveyed. These spaces can become centres of social and economic activity, contributing to urban dynamism.

– A railway station well integrated into the urban landscape contributes to the visual and functional harmony of the city according to 23% of the respondents, ranking third after functionality and design. This integration can improve urban cohesion and can create a sense of continuity and connectivity between different areas of the city as interpolated by 94.2% of the respondents to the questionnaire.

– Rehabilitation and modernisation of railway stations can revitalise the public spaces around them, transforming them into attractive and functional areas. This can stimulate the economic and social development of the community according to 98.5% of respondents.

– The architecture of stations can influence social behaviours, encouraging interactions and a sense of belonging with a significant impact for 89.4% of respondents. Well-designed spaces can create a pleasant and safe environment for socialising and community activities.

5. Conclusions.

The analysis of the hypostases of evolution of the railway industrial heritage, the situation of railway transport in Romania, through the rehabilitation and modernisation projects of railway stations as nodal points of the railway network is necessary in order to be able to determine the future of the field as it resulted from the questionnaire (Table 2). It remains to be seen whether or how railway stations will (re)become important centres in everyday life, ensuring the duality between the local and global context.

From the archival research coupled with the social survey in the questionnaire, we have shown that the majority of the respondents believe that railway station architecture significantly influences their perception of urban quality of life. It is seen as an essential element in creating a positive image of the city and improving the urban transport experience.

Functionality of spaces: is considered essential for the majority of respondents, being a key factor in the assessment of station architecture.

Aesthetic design: It is also seen as an important aspect, contributing to the overall image of the city.

Integration into the urban context: It is essential to ensure visual and functional harmony with the rest of the city.

Table 2. The impact of railway station architecture on the quality of urban life (where - represents the least score or unpleasant, insufficient and ++ represents the most pleasant, exceptional, etc.). The data from the survey (https://forms.gle/VpkCp5UV9rn19r2q7) was accesed on 13th of April, 2025 at 13:00

Question	--	-	+	++
To what extent do you think railway station architecture influences perceptions of the quality of urban life	0.0%	3.5%	42.4%	54.1%
Do you think that a modern railway station makes urban transport safer and more comfortable?	0.0%	1.0%	21.4%	77.3%
To what extent do you think that station architecture influences social behaviours (e.g. socialising, sense of belonging) in an urban environment?	0.7%	9.9%	47.4%	42.0%
Do you consider that current investments in railway infrastructure are adequate to support urban development?	14.8%	45.4%	16.0%	23.7%

Modernisation of station infrastructure is considered important or essential for urban development. Respondents believe that it contributes to increased safety and comfort in urban transport.

Rehabilitation or modernisation of stations is seen as a significant factor in revitalising the public spaces around them. The creation of multifunctional spaces (commerce, culture, entertainment) is a favoured development direction.

Stations are perceived as having an important role in defining urban identity. They contribute to a sense of belonging and social behaviours such as socialising.

The deployment of smart technologies is seen as a beneficial direction for urban development.

The adoption of green and sustainable solutions is considered important for energy efficiency and urban sustainability.

Assessments of the current station architecture vary, but there is a general tendency to consider that significant improvements are needed, particularly in access and safety facilities.

Involving the local community in the design and rehabilitation of railway stations is seen as a factor that can improve the final results, ensuring that the needs and wishes of residents are taken into account.

In this sense, we have determined with the established tools that railway station architecture has a significant impact on people's quality of life, contributing to mobility, safety, comfort, aesthetics, sustainability and urban dynamism. Thus, stations are not only transit points, but also essential elements of urban identity, contributing to the cultural, economic and social development of cities. These conclusions underline the importance of railway station architecture not only as transport points, but also as central elements in urban development and revitalisation.

REFERENCES

[1] D. Banister, Transport and Urban Development. London: Routledge, 1995.

[2] R. Bellu, Mica monografie a căilor ferate din România, vol. I-VI, Filaret, Bucharest, Romania, 1995-2001.

[3] R. Bellu et al., Encyclopaedia of railway stations in Romania. CDCAS, 2003.

[4] L. Bertolini, "Nodes and places: complexities of railway station redevelopment," European Planning Studies, vol. 4, pp. 331-345, 1996.

[5] R. Cervero, Transit-Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2004.

[6] H. Dittmar and G. Ohland, The New Transit Town: Best Practices in Transit-Oriented Development. Washington, DC: Island Press, 2004.

[7] G. Giuliano, "Land use impacts of transportation investments: Highway and transit," in The Geography of Urban Transportation, S. Hanson and G. Giuliano, Eds., 3rd ed. New York: Guilford Press, 2004, pp. 237-273.

[8] Charles River Editors, Grand Central Station - The History of New York City's Famous Railroad Terminal. New York, USA, 2015.

[9] F. Ionescu, "Brașov's New Railway Station," Revista Arhitectura, no. 6, 1962.

[10] K. Lynch, The Image of the City. MIT Press, USA, 1960.

[11] C. L. V. Meeks, The Railroad Station - An Architectural History. Dover Pub. Inc, New York, USA, 1995.

[12] T. Popescu, Romanian Railway Project (1832 - 1916). Ed. Simetria, Bucharest, Romania, 2014.

[13] Th. Săvulescu and Gr. Mitran, "A new passenger railway station in the city of Constanța," Revista Arhitectura RPR, no. 5, 1960.

[14] G. Stâncioiu, The Architecture of Railway Passenger Buildings [multifunctional space]. Ed. Universitară Ion Mincu, Bucharest, Romania, 2011.

[15] The Master Architect Series: Jean Marie Duthillieul and Etienne Tricaud - AREP. The Image Publishing Group, Australia, 2008.

[16] M. Vasile and I. Tulbure, "Text Critic- Gara din Predeal," [Online]. Available: https://e-zeppelin.ro/istoria-acum/gara-de-calatori-predeal-1967-1968/text-critic-irina-tulbure-marius-vasile-gara-din-predeal.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ В АРХИТЕКТУРНАТА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ: ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО ЧРЕЗ STABLE DIFFUSION

Мартин Евлогиев[1]

РЕЗЮМЕ:

Интегрирането на изкуствения интелект (ИИ) в архитектурната визуализация значително подобрява техниките за рендериране, като повишава реализма и ефективността. Stable Diffusion (SD) - софтуер с отворен код, ползващ генеративни ИИ модели, осигурява на архитектите и визуализаторите възможности за подобрение на изображенията, увеличаване на детайлността и мащабиране на резолюцията. Настоящото изследване разглежда методите на SD, включващи високорезолюционно мащабиране, премахване на шум (denoising), inpainting и приложението на специализирани модели за оптимизация на архитектурни изображения.

Ключови думи: изкуствен интелект, stable diffusion, подобряване на изображения, премахване на шум, запълване, фотореалистично изображение, генеративен ИИ, оптимизация

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ARCHITECTURAL VISUALIZATION: ENHANCING QUALITY THROUGH STABLE DIFFUSION

Martin Evlogiev[1]

ABSTRACT:

The integration of Artificial Intelligence (AI) in architectural visualization significantly enhances rendering techniques, improving realism and efficiency. Stable Diffusion (SD), an open-source software utilizing generative AI models, provides architects and visualizers with capabilities for image enhancement, increasing detail, and resolution scaling. This study examines the methods provided by SD, including high-resolution scaling, denoising, inpainting, and the application of specialized models for optimizing architectural images.

Keywords: artificial intelligence, stable diffusion, image enhancement, denoising, inpainting, photorealistic rendering, generative ai, architectural design optimization, workflow efficiency

[1] арх. Мартин Здравков Евлогиев, асистент, Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия
m. arch. Martin Zdravkov Evlogiev, Senior Assistant Professor, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, evlogievm_far@uacg.bg ; evlogiev_martin@yahoo.com

1. Увод

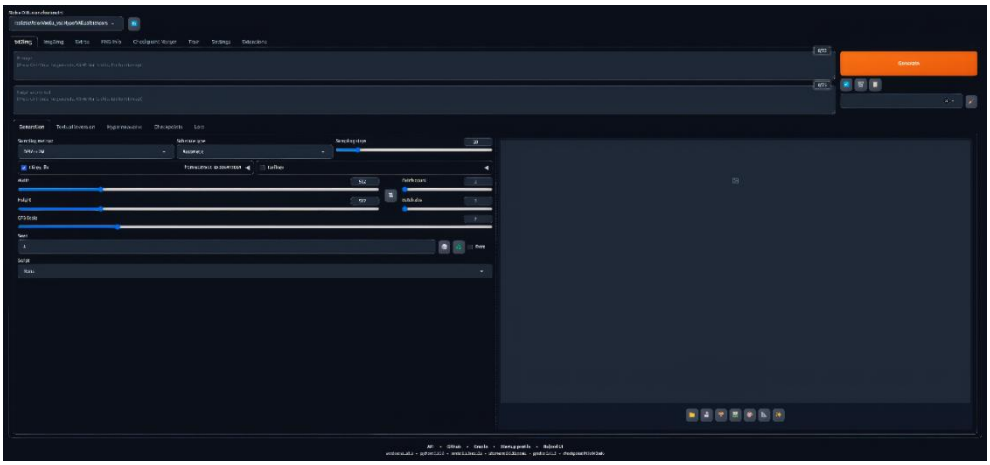
Архитектурната визуализация се развива както от традиционни ръчни техники като рисуване на скици и физически макети, така и от съвременни цифрови технологии, включващи 3D моделиране и реалистично рендериране. Тази еволюция води до по-бързи, точни и убедителни представяния на архитектурни идеи и концепции. „Използването и усъвършенстването на тримерни технологии за сканиране позволява създаването на изключително точна и детайлна цифрова реплика“ на заобикалящия свят – тримерни модели, текстури на реални обекти и други. [1] Чрез използването на софтуерни продукти, които използват изкуствен интелект (ИИ) за работния архитектурен процес, включително Stable Diffusion, архитектите получават възможност не само да ускорят процесите си, но и да генерират нови и по-креативни решения. [2] Известни архитектурни фирми, например Zaha Hadid Architects, вече активно използват ИИ за автоматично генериране на варианти, оптимизиране на дизайна и повишаване на ефективността на представянията си, което утвърждава значението на тези технологии в съвременната архитектурна практика. [3]

Докладът е разработен чрез проучване и анализ на специализирана литература и онлайн източници. Направен е анализ на база преки наблюдения от личен опит. В разработката са изведени синтезираните решения на база проведени експерименти.

2. Въведение в Stable Diffusion.

Stable Diffusion (SD) е иновативен софтуерен инструмент, базиран на генеративни модели за дифузия[1], предназначен за създаване на изображения от текстови описания. Разработен е като софтуер с отворен код, което предоставя възможност за гъвкава персонализация и адаптация към специфични задачи и цели в областта на архитектурата и дизайна. [4] На Ф*иг. 1* е изобразена екранна снимка от инсталираната версия на софтуера, използвана за изследването.

Една от ключовите отличителни характеристики на SD е свободното използване на генерираните изображения, което предоставя правна сигурност и свобода на потребителите, избягвайки проблемите с авторските права, които могат да възникнат при използването на комерсиални решения. Освен това, SD функционира като самостоятелно приложение, което не изисква постоянна Интернет връзка, осигурявайки конфиденциалност и защита на чувствителната информация по време на творческия процес. Тези особености правят SD предпочитан избор за професионалистите, търсещи сигурни и ефективни решения в архитектурната визуализация.



Фиг. 1. Работно пространство в Stable diffusion Automatic 1111[2]

[1] Методът, при който чрез шум от пиксели на база параметри, текст и модели се получава генерирано изображение.

[2] Авторско изображение – екранна снимка на дисплея, изобразяваща инсталираната версия на Stable Diffusion с Automatic 1111.

3. Stable Diffusion модели

Stable Diffusion разчита на предварително тренирани модели, наричани checkpoint модели, които диктуват типа и качеството на генерираните изображения. Тези модели са обучени върху големи набори от изображения, което им позволява да възпроизвеждат широка гама от визуални стилове. Изборът на подходящ модел е от съществено значение за архитектурните рендери. Например, архитектурно-специализираните модели често включват набори от снимки на реални сгради, интериори и градски пространства, което гарантира по-достоверни и професионални резултати. Някои от популярните предварително тренирани модели включват ArchViz Model, който е предназначен за реалистично изобразяване на архитектурни проекти, както и модели за специфични стилове като модерна или класическа архитектура. Основните източници на тези модели включват:

- Civit ИИ – архитектурни модели и примери за употребата им. [5]
- ReLiberate – репозитория[3] за сваляне и персонализация на модели. [6]

Stable Diffusion също така предлага възможност за смесване на няколко модела чрез регулируеми механизми, което позволява подобрение на текстури, осветление, композиция и перспектива, създавайки реалистични и персонализирани резултати. [7] Тази гъвкавост за персонализация е от съществено значение за създаването на уникални визуални представяния, които да отговарят на конкретните изисквания на проектите и клиентите. Чрез функцията за смесване на модели, потребителите могат да комбинират стилистични характеристики от различни архитектурни периоди или дизайнерски школи, което дава допълнителна творческа свобода. Освен това, смесването на модели помага за ефективното адаптиране на изображенията към специфични географски или културни контексти, което е особено важно при международни архитектурни проекти. [8]

4. Техники за подобряване на изображения

Съществуват различни техники за подобряване на изображенията в архитектурната визуализация чрез използване на възможностите на Stable Diffusion. Всяка от тези техники предлага специфични методи и подходи за повишаване на качество, детайлност и реализъм за нуждите на архитектурната визуализация.

4.1. Високорезолюционно мащабиране (Hires Fix)

Функцията Hires Fix позволява значително подобрение на резолюцията и детайлността на изображенията [9], като първоначално генерира изображение с по-ниска резолюция и след това прилага алгоритъм за мащабиране, който увеличава детайлите и остротата. Тази техника е особено полезна в архитектурната визуализация, където фините детайли като текстури на материали, светлинни отражения и декоративни елементи имат критично значение. „Hires Fix“ осигурява висока визуална точност, необходима за професионални презентации и публикации, като същевременно намалява значително времето и изчислителните ресурси, необходими за директно генериране на изображения с висока резолюция.

4.2. CFG мащаб и точност

CFG параметърът (Classifier-Free Guidance) помага за балансиране на прецизността и творческата интерпретация на генерираните изображения. [10] Този параметър определя до каква степен генерираните резултати следват точно зададените описания или позволяват по-свободна и креативна интерпретация. При по-високи стойности на CFG, изображението стриктно следва предоставените насоки, което може да ограничи разнообразието, но повишава точността. При по-ниски стойности се дава по-голяма свобода на модела да генерира разнообразни и креативни резултати, което може да е полезно при изследване на различни визуални концепции.

[3] Репозитория – хранилище, място в което се съдържат и събират данни

4.3. Партидна обработка (Batch Processing)

Тази техника позволява едновременно генериране на множество варианти за бързо и ефективно вземане на решения [11], което значително ускорява процеса на дизайн и ревизии. Чрез партидната обработка архитектите могат лесно да сравняват различни варианти на текстури, осветление и композиционни подходи, което улеснява избора на най-подходящото решение. Това е особено полезно при взаимодействие с клиенти, тъй като им дава възможност визуално да сравнят различни предложения и да изберат вариант, който най-добре отговаря на техните изисквания и предпочитания.

4.4. Inpainting и Image-to-Image

Inpainting и Image-to-Image са техники за селективни промени и подобрение на детайлите без цялостна преработка. [12] Inpainting позволява прецизно редактиране на специфични участъци от изображението, като отстранява нежелани елементи или добавя нови детайли, което прави този метод изключително ефективен при архитектурните визуализации, където са необходими локализирани корекции. От своя страна, Image-to-Image подходът дава възможност за преобразуване на първоначално създадени базови визуализации в по-детайлни и професионални изображения, без необходимост от пълно повторно генериране, което спестява значително време и ресурси.

4.5. Отрицателни задания (Negative Prompt)

Задаването на отрицателни ключови думи или текст е метод за отстраняване на нежелани елементи и подобряване на визуалното качество на изображенията. [13] Отрицателните промптове са особено полезни при архитектурната визуализация, тъй като позволяват на потребителите да дефинират конкретни елементи, които трябва да бъдат изключени от крайния резултат. Причините за употребата им включват предотвратяване на появата на нежелани обекти, като хора, превозни средства или неправилни текстури, които могат да нарушат хармонията и реализма на изображението. Основните предимства включват подобряване на чистотата и прецизността на изображенията, по-добро контролиране на визуалния стил и акцент върху важните архитектурни детайли. Въпреки това, прекомерната или неправилна употреба на отрицателни промптове може да доведе до неестествено изглеждащи изображения или загуба на важни детайли. Практически съвет е да се използват ясни и конкретни отрицателни промптове, като постепенно се настройва тяхната специфика, за да се намери оптималният баланс между прецизност и креативна свобода.

5. Експериментална оценка

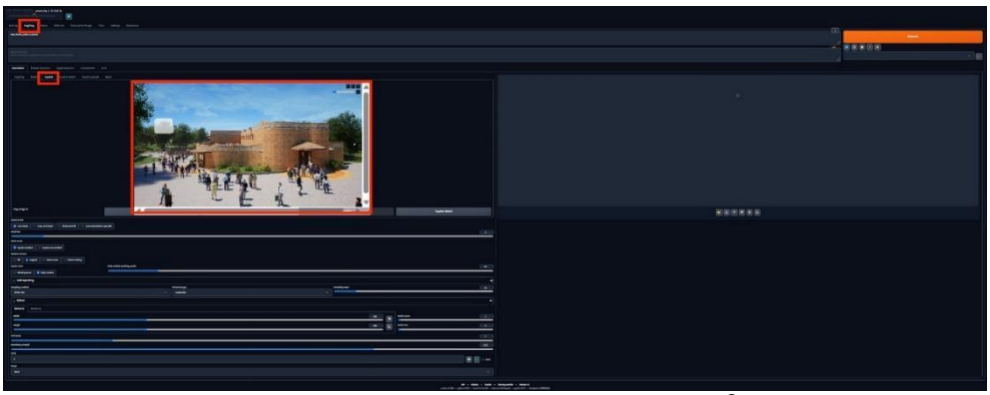
За да се оцени ефективността на различните техники на Stable Diffusion, се провежда ограничен експеримент обвързан с подобряване на архитектурното изображение през процеса на Inpaint и Hires Fix.

5.1. Подобряване на изображението чрез Inpaint

Архитектурната визуализация може да бъде подобрена чрез функцията ImgtoImg[4] в секция Inpaint – видна от *Фиг. 2*. За целта на настоящия експеримент се използва предварително създадена визуализация. Настоящата визуализация е изготвена през 2024 година чрез тримерен модел в средата на Twinmotion[5] и представлява лична разработка.

[4] Създаване на ново изображение на база съществуващо изображение.

[5] Софтуер за архитектурни визуализация в реална среда разработен на базата на Unreal Engine на Epic Games.



Фиг. 2. Подготовка за Inpaint действия[6]

Настоящото архитектурно изображение има своите качества и е изпълнило задача, за която е било създадено. Причината да се избере в настоящата разработка е заради големия брой тримерни модели на хора и растения. Чрез техниката на Inpaint в SD ще се подмени вече визуализираната околна среда чрез поредица от действия, които се състоят в:

5.1.1. Предварителна подготовка и настройка:

За постигане на желания резултат е необходимо да се извършат серия от предварителни стъпки и настройки. Тези стъпки за изобразени във *Фиг. 3*, а настройките в *Табл. 1*.

Фиг. 3. Предварителни подготвителни действия[7]

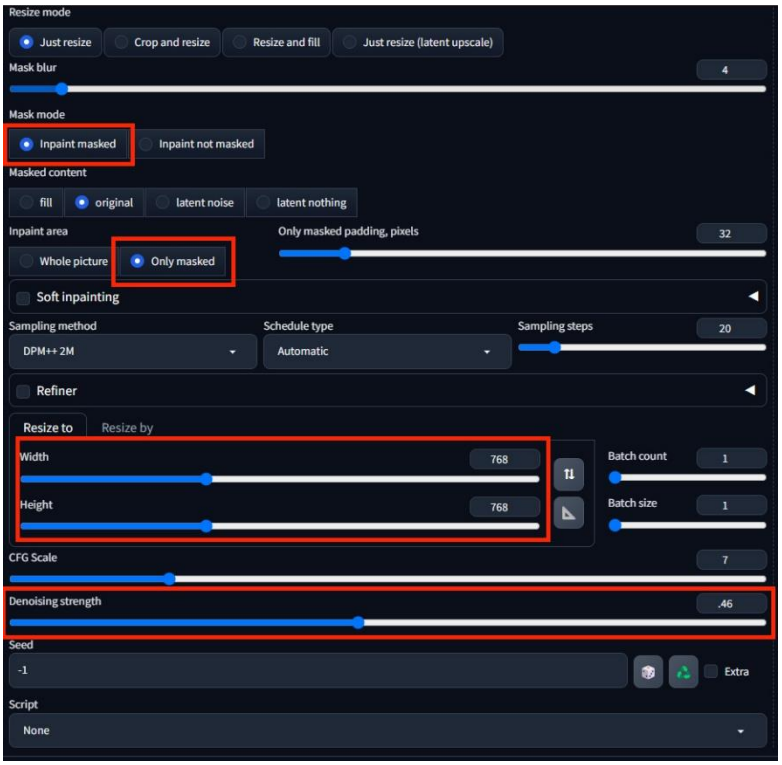
Табл. 1. Необходими промени в настройките за Inpaint редакции[8]

НАСТРОЙКИ		
Модел		Realistic Vision v6.0 B1[9];
Настройка на параметрите за генериране на полета	Inpaint area	за да се контролира крайният резултат да е замяна на желаната зона, а не цялото изображение да бъде в съответния размер.
	Resize to	по подразбиране настройките са на 512/512, като тук може този размер да се качи до максималния

[6] Авторско изображение – екранна снимка на дисплея, изобразяваща подготвеното изображение за Inpaint.
[7] Авторска графична разработка за онагледяване на информацията, създадена чрез Canva.
[8] Авторска таблица от изследването синтезираща необходимите настройки за постигане на оптимален резултат.
[9] https://civitai.com/models/4201/realistic-vision-v60-b1

НАСТРОЙКИ		
Модел		Realistic Vision v6.0 B1[9];
		за подобни дейности – 768/768. Това зависи и от избрания модел, тъй като зависи изображенията в него с каква резолюция са.
	Denoising strength	кориги се периодично от желания резултат. Стойността е от 0 до 1, като колкото по-висока е стойността, толкова повече свобода за интерпретация има софтуера. В случая искаме да подобрим изображението без това да повлие драстично на крайния резултат

Приложените промени от *Табл. 1* са онагледени в извадката от софтуерния продукт изобразени във *Фиг. 4*



Фиг. 4. Настройки за процедиране на подобрения в посочени зони[10]

5.1.2. Действителна редакция

След като предварителните настройки са изпълнени се продължава към изпълнението на поставената задача. За целта дейностите по нея са посочени в *Фиг. 5*.

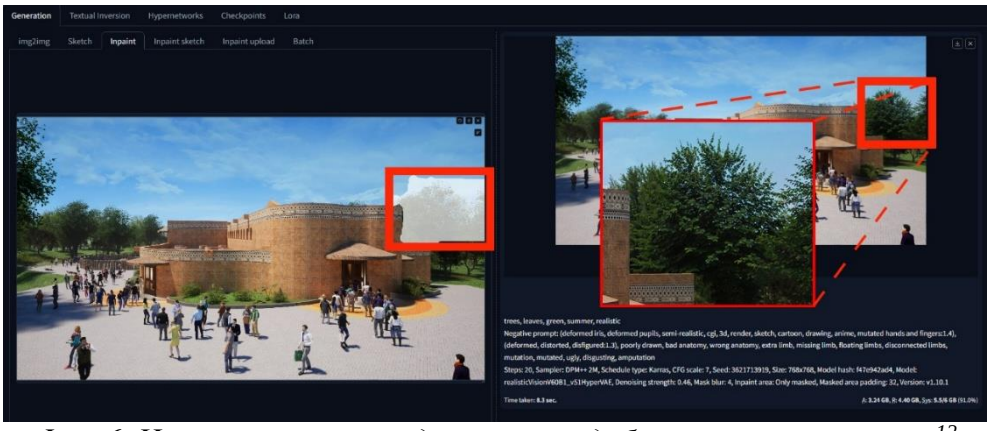
[10] Авторско изображение – екранна снимка на дисплея, представяща направените настройки на софтуера за целите за изследването.

Фиг. 5. Настройки за процедиране на подобрения в посочени зони[11]

Обозначава се работната зона като с четка се маркира зоната, която искаме да се редактира. Можем да редактираме и цялото изображение, но заради ограничението за пиксели следва да се ограничим до маркирани полета с максимален размер до 768/768. Възможно е маркирането на по-малки полета. Тогава полученото ново изображение в посочената зона ще бъде много по-детайлно, но и доста по-времеемко за обогатяване на качествата на изображението. Колкото по-детайлно е очертаването на зоните в които се иска редакция, толкова по-точно ще бъде и полученото изображение.

В зависимост от зоната на редакция се задава подходящо текстово задание. Във Фиг. 6 може да се визи заложеното за редактиране на част от дърветата. Тук е желателно да се заложи и негативно задание за да може да се избегнат максимално много от възможните грешки, които може да направи генеративния модел.

След като компютърът преизчисли зоната получаваме готово изображение както може да се визи в *Фиг. 6*. Лявата зона, в която стои изображението за разкрасяване се изчиства и се заменя от новополученото изображение.



Фиг. 6. Настройки за процедиране на подобрения в посочени зони[12]

Това действие се повтаря докато не се постигне максимално търсения резултат. Средното време за всяка итерация е малко над 6 секунди, което е изключително кратко за постигане на крайния резултат. В случая на експеримента – подобряване на околната среда – елементите на ландшафта и тримерните модели на хора, като впечатлява с краткото време за направата си.

---

[11] Авторска графика за описване процеса на редактиране на изображенията чрез Stable Diffusion. Графиката е създадена чрез Canva.

[12] Авторско изображение – екранна снимка на дисплея, изобразяваща процедирането на изображението. Полученият резултат е повдигнат.

В случая може да се направи оценка на получения резултат видим във *Фиг. 7*. В настоящото изображение се забелязва-известна доза грешки – проблеми в анатомията на хора в тълпата (къде е имало хора и къде не в първоначалното изображение). Тези неточности могат да бъдат коригирани чрез допълнителни итерации по същия метод или чрез постпродукция в подходящи софтуерни продукти[13].

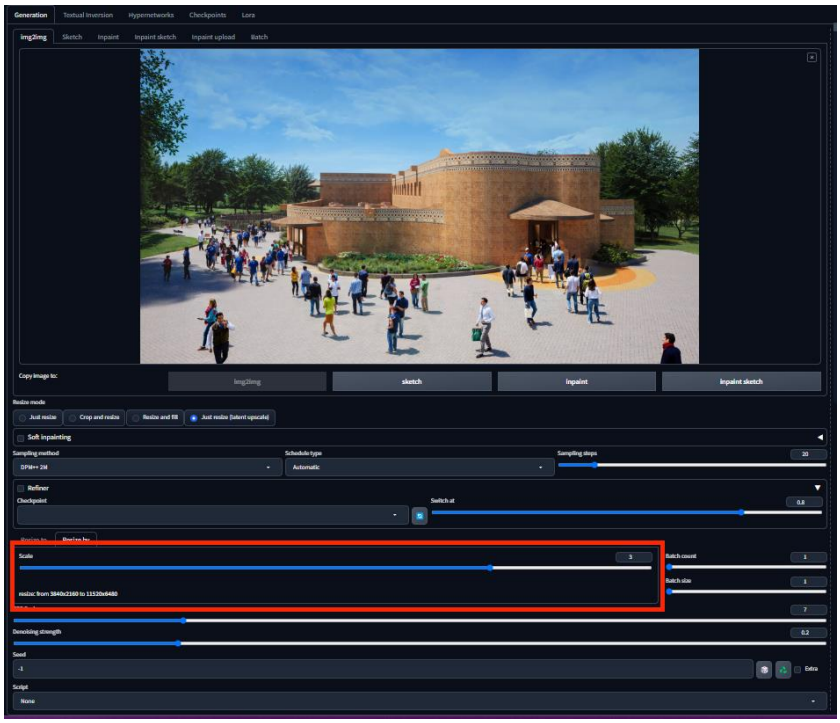
Фиг. 7. Сравнение на оригиналната архитектурна визуализация (А) и подобрената чрез SD (Б)[14]

5.2. Увеличаване на размера на изображението.

Оригиналната архитектура визуализация е с резолюция 3840/2160 пиксела. По време на редакцията чрез Inpaint този размер беше запазен благодарение на метода на работа. Самото изображение може да бъде увеличавано допълнително чрез функцията му за Hires, чрез която изображението ще бъде увеличено в разумни размери. Софтуерът изчислява допълнителните пиксели между оригиналните и реално запълва липсващите чрез итерирането им. Този процес е софтуерно-технологичен и не е предмет на настоящата разработка. Както може да се види

[13] Софтуерни продукти за художествена и фотографска редакция на изображения – Adobe Photoshop, Krita, Procreate и други подобни.
[14] Авторско изображение.

във *Фиг. 8* – тестовото визуализацията се увеличава 3 пъти до 11520/6480 пиксела. Максималната възможност е до 5 пъти.



Фиг. 8. Настройки за увеличаване на размерите на изображението[15]

Крайният резултат е увеличена версия на оригиналното изображение, което позволява по-широкото му приложение при печат и демонстрация. В този процес е възможно изображението да бъде редактирано в зависимост от настройките, които са извършени по време на процеса.

5.3. Резултати

В извод от направения експеримент може да се констатира, че методът с Inpaint редакция спестява доста рендер време за генериране на по-фотореалистични растения и хора. В допълнение поправя и неточностите от тримерните модели. Допуснатите грешки могат да бъдат редактирани по различни начини и предвид спестеното време – допустимо е да се отдели време за допълнителни редакции.

В резултат на другия проведен опит с увеличаване на размера на изображението - може да се твърди убедително, че изкуственият интелект може да спомага да ускоряването и подобряването на архитектурни визуализации. Сравнението с традиционните рендеринг методи показа, че Stable Diffusion осигурява конкурентно качество при значително намалено време за обработка и изисквания към хардуера[16]. Тези резултати подчертават предимствата на Stable Diffusion в съвременната архитектурна визуализация.

6. Заключение

Stable Diffusion представлява значителна иновация в сферата на архитектурната визуализация, предоставяйки широк набор от инструменти за подобряване на качеството, детайлността и реализма на изображенията. Възможностите му за персонализация,

---

[15] Авторско изображение – екранна снимка с направени настройки за увеличаване на размери на изображение.

[16] Graphics Card: At least 4GB of VRAM.
Storage: 12GB or more install space, preferably an SSD for faster performance.
Operating System: Compatible with Windows 10/11, Linux, or Mac. [X] - https://www.proxpc.com/blogs/system-requirements-for-stable-diffusion-in-2025

комбинирани с разнообразните техники като „Hires Fix“, Inpainting, отрицателни промптове и batch processing, допринасят за значително ускоряване на работния процес и подобряване на резултатите. Бъдещи изследвания могат да се фокусират върху интегрирането на Stable Diffusion с реалновремеви рендеринг двигатели като Unreal Engine или Unity, за да се постигне още по-висока степен на интерактивност, ефективност и адаптивност в архитектурното проектиране и представяне.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Стефановска-Цветковска, Ивана. (2023). Опазване на архитектурното наследство: Еволюцията на виртуалната реалност. XI Научна конференция „Съвременни технологии в културно-историческото наследство`2023“. Сборник с доклади. София, Технически университет. ISSN 2367-6525. Стр. 198-202

[2] CO-architecture, “5 ways Artificial Intelligence is revolutionising architecture,” CO-architecture Editorial, 18-Sep-2023. [Online]. Available: https://site.co-architecture.com/artificial-intelligence-ai/artificial-intelligence-in-architecture/. [Accessed: 12-Apr-2025].

[3] “Zaha Hadid Architects,” Zaha-hadid.com. [Online]. Available: https://www.zaha-hadid.com. [Accessed: 12-Apr-2025].

[4] “Stability AI,” Stability AI. [Online]. Available: https://stability.ai. [Accessed: 12-Apr-2025].

[5] “Civitai: The home of open-source generative AI,” Civitai.com. [Online]. Available: https://civitai.com. [Accessed: 12-Apr-2025].

[6] Reliberate.ai. [Online]. Available: https://reliberate.ai. [Accessed: 12-Apr-2025].

[7] stable-diffusion-webui: Stable Diffusion web UI. .

[8] Designinputstudio.com. [Online]. Available: https://designinputstudio.com/stable-diffusion-architecture/. [Accessed: 12-Apr-2025].

[9] Stable-diffusion-art.com. [Online]. Available: https://stable-diffusion-art.com/high-resolution/. [Accessed: 12-Apr-2025].

[10] J. Ho and T. Salimans, “Classifier-Free Diffusion Guidance,” arXiv [cs.LG], (2022).

[11] “Stable Diffusion online,” Stablediffusionweb.com. [Online]. Available: https://stablediffusionweb.com/batch-processing/. [Accessed: 12-Apr-2025].

[12] Huggingface.co. [Online]. Available: https://huggingface.co/docs/diffusers/stable_diffusion/inpainting. [Accessed: 12-Apr-2025].

[13] Promptbase.com. [Online]. Available: https://promptbase.com/blog/negative-prompts. [Accessed: 12-Apr-2025].

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ТИПОГРАФИЯТА В КОНТЕКСТА НА ГРАДСКАТА НАВИГАЦИЯ: ЕСТЕТИКА, ЧЕТЛИВОСТ И КОМУНИКАЦИЯ.

Ани Димитрова[1]

РЕЗЮМЕ: Типографията като инструмент за пренос на информация играе ключова роля в градската навигация, като комбинира естетика, четливост и комуникация за улесняване на ориентацията в публичните пространства. Изборът на стилове шрифтове, размери, контрасти и разстояния е решаващ за четливостта и разбирането на навигационните указания, особено във визуално натоварени среди. Естетическите характеристики на типографията не само че подобряват визуалното възприятие, но и формират идентичността и социалното значение на градските пространства. Четливостта е критична при проектирането на навигационни системи, тъй като осигурява достъпност на информацията за широк кръг потребители, включително и тези с различни потребности. Така типографията в градската среда не е само визуален елемент, но и важен фактор за културното и социално интегриране в урбанистичния ландшафт.

Ключови думи: типография, градска навигация, четливост, комуникация, ориентация, публични пространства, навигационни системи, идентичност, визуално възприятие.

TYPOGRAPHY IN THE CONTEXT OF URBAN NAVIGATION: AESTHETICS, LEGIBILITY, AND COMMUNICATION.

Ani Dimitrova[1]

ABSTRACT: Typography, as an information transfer tool, plays a key role in urban navigation, combining aesthetics, legibility, and communication to facilitate orientation in public spaces. The choice of font styles, sizes, contrasts, and spacing is crucial for the legibility and understanding of navigation signs, especially in visually dense environments. Typography's aesthetic characteristics enhance visual perception and shape the identity and social significance of urban spaces. Legibility is critical when designing navigation systems as it ensures accessibility of information for a wide range of users, including those with varying needs. Thus, typography in the urban environment is not only a visual element but also an important factor in cultural and social integration within the urban landscape.

Keywords: typography, urban navigation, legibility, communication, orientation, public spaces, navigation systems, identity, visual perception.

[1] Ани Димитрова, докторант, асистент, ВСУ „ Черноризец Храбър“, гр. Варна
Ani Dimitrova, PhD student, Assistant, VFU “ Chernorizats Hrabar”, Varna, email: ani.dimitrova@vfu.bg

1. Увод

Типографията е неразделна част от визуалната комуникация и играе съществена роля в начина, по който възприемаме, навигираме и се ориентираме в заобикалящата ни среда. В съвременния свят, където информацията е навсякъде около нас, шрифтовете се превръщат в невидими, но изключително важни елементи на градската среда. От пътните знаци и табели в обществения транспорт до указателните системи в обществени сгради, летища и търговски обекти – типографията е основен фактор, който влияе на нашето пространствено ориентиране, безопасност и дори емоционално възприятие.

Независимо дали го осъзнаваме или не, ние сме нейни постоянни консуматори – тя присъства в опаковките на продуктите, мобилните устройства, дигиталните дисплеи и традиционните печатни медии. Въпреки че често остава незабелязана, типографията има мощен ефект върху разбирането на информацията и възприятието на пространството. В градската навигация шрифтовете не само предават указания, но също така формират визуална идентичност на пространствата, допринасяйки за създаване на културни и социални значения. Изборът на шрифт, размер, контраст и разстояние между буквите не е просто въпрос на стил, а ключов елемент за ефективна комуникация. Добре подбраната типография осигурява достъпност за всички потребители, включително хора с различни зрителни и когнитивни затруднения. Четливостта на знаците е критично важна при проектирането на навигационни системи, тъй като тя гарантира, че информацията е възприемана бързо и точно, независимо от динамичността на градската среда. В исторически и съвременен контекст, четливостта е била обект на задълбочени изследвания – от ранните експерименти на Émile Javal [1] и Miles A. Tinker до по-новите анализи на David Jury [2] и Tim Ahrens [3].

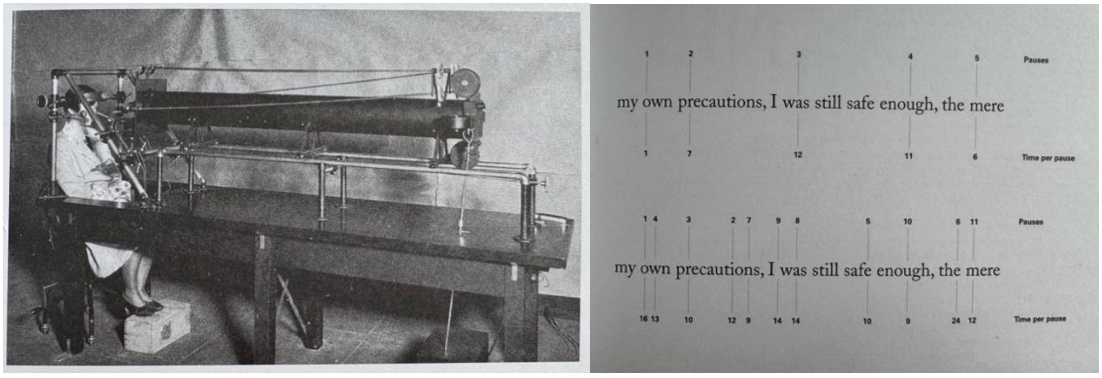
Настоящото изследване се фокусира върху връзката между четливостта и комуникацията в типографията подходяща за градска навигация. Има за цел да бъдат разгледани ключови аспекти като естетическата роля на шрифтовете, фактори, определящи тяхната четливост, и значението на типографските решения за ориентация в урбанизираната среда.

Методологията на настоящото изследване включва анализ на съществуващи изследвания, визуално-сравнителен анализ на типографски практики в градска среда, както и интерпретация на емпирични изследвания и стандарти, свързани с четливостта и достъпността.

2. Естетика на типографията в градската навигация

Типографията е не само инструмент за комуникация, но и естетически фактор, който допринася за идентичността на градските пространства. Изборът на шрифт, формата на буквите и тяхното подреждане имат въздействие върху визуалното възприятие на средата. Тези аспекти създават атмосфера и формират настроения. В този контекст типографията служи като визуален език, който подсказва културната и социална насоченост на пространството. Що се отнася до функционални аспекти на четливостта и читаемостта, типографската четливост (legibility) и читаемост/четивност (readability) са два основни параметъра, които определят ефективността на визуалната комуникация. Четливостта се отнася до способността на потребителя бързо и ясно да разпознава отделни букви и знаци – особено в движение или в условия на визуално натоварване. Тя зависи от избора на шрифт, големината му, контраста между фона и текста, както и разстоянието между знаците. Читаемостта от своя страна се отнася до лекотата, с която читателят може да следи и възприема по-дълги текстове – ред по ред, абзац по абзац. Тя зависи от подредбата на текста, йерархията му, дължината на редовете, междуредовото разстояние и подчертаването на ключова информация. Важно е да се подчертае, че добрата четливост не винаги гарантира добра читаемост, и обратно. Един шрифт може да е лесно разпознаваем на табела отдалеч, но да не е подходящ за продължително четене в текстов абзац. Именно затова при проектиране на навигационни системи е критично важно да се търси баланс между двете характеристики според контекста и целта на комуникацията.

Важен принос към разбирането на четивността идва от емпиричните изследвания на Милос Тинкър, проведени през 50-те години на XX век. Те се фокусират върху движението на очите по време на четене и демонстрират как физиологичните реакции на читателя могат да бъдат измерени в реално време. В книгата *Reviving the rules of typography* на David Jury е включена илюстрация от изследванията на Тинкър, показваща фиксационните точки и времето на престой върху отделни думи в един и същ текст, сравнени при добър и по-слаб читател [2].



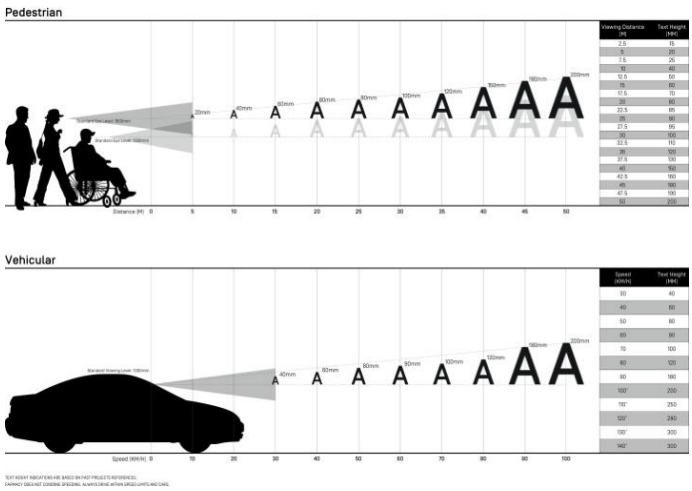
Фиг. 1. Апаратът за движение на очите в Минесота, 1965 г. и диаграма показваща местоположението на паузите за фиксиране.
източник: Jury, D.; About Face: Reviving the Rules of Typography. Rotovision, UK, 2004, стр. 67

Както е показано на (Фиг. 1), устройството за проследяване на движенията на очите и съпътстващата диаграма илюстрират ключови аспекти на фиксационните паузи при четене. Диаграмата ясно демонстрира как визуалната организация на текста – включително размерът на буквите, разстоянието между думите и контрастът – влияе на ритъма на четене. Колкото по-малко фиксации и по-кратки паузи са необходими, толкова по-четивен се счита текстът. Добре проектираният шрифт, с ясна структура и пропорции, оптимизира движението на окото и намалява умората при четене.

Тези данни са особено уместни в контекста на градската навигация, където времето за възприемане на информацията е ограничено, а средата е визуално натоварена. Затова типографските решения в публични пространства трябва да се основават не само на естетически критерии, но и на обективни измерими показатели за четивност.

Размер, стил и контекст – какви шрифтове работят най-добре?

Проектирането на ефективна типография за градска навигация изисква съобразяване не само с визуалните характеристики на шрифта, но и с обкръжаващия контекст. Изборът на размери и стилове шрифтове, трябва да отговаря на конкретните условия – дали знакът е предназначен за пешеходци, шофьори, или потребители в закрити пространства като метро и търговски центрове. Успешната типография в тези условия не само насочва, но и успокоява визуалното възприятие, намалявайки когнитивното натоварване. В резултат на това се създава по-достъпна и ориентирана градска среда за всички ползватели.



Фиг. 2 Ръководство за размери на шрифта за намиране на път,
източник: https://www.farm.sg/farmacy/article/a_guide_to_wayfinding_font_size

Изследванията на Panna Chee и Oh Wenxin (2019), онагледени в диаграма (Фиг. 2), показват как размерът на текста се променя в зависимост от разстоянието на възприятие и скоростта на движение. Например, текст, четим от пешеходец на 10 метра, изисква минимална височина на буквите около 40 mm, докато за шофьор, движещ се с 90 км/ч, същата информация трябва да бъде изписана с букви с височина поне 180 mm [4].

Фиг.3 Сравнение между безсерифни и серифни шрифтове, показани и със замъглен ефект и каква е разликата между тях/къде се проявяват серифите,
източник: авторски изображения създадени във векторна програма

Подобна прецизност е необходима и при избора на стил на шрифта. Изображението (Фиг. 3) сравнява безсерифни и серифни шрифтове (sans-serif и serif) в нормално и замъглено състояние [5]. Безсерифните шрифтове, като Frutiger, демонстрират по-голяма устойчивост на четливост при нисък контраст и динамично възприятие – причина, поради която са широко използвани в пътни знаци и системи за ориентиране.

Важно е също така да се отбележи, че шрифтовете, предназначени за заглавия и големи надписи, не са подходящи за наборен текст в малки размери – както е илюстрирано с примера на Avante Garde. Използването на неподходящ шрифт за даден контекст може да намали разпознаваемостта и да объркa потребителя.

Шрифтовите семейства могат да бъдат разграничавани и класифицирани по групи и по вида на своите серифи. Серифът е функционален и естетически графичен елемент от буквата, който се намира в края на всички вертикални и хоризонтални крайчета или завършеци на

буквите. За тях проф. Васил Йончев пише в книгата си - Шрифтът през вековете: „Серифите са завършващи украсата елементи, които в архитектурната постройка на буквата играят декоративна роля. Ако премахнем серифите на различните видове букви, те ще се лишат от украса, но ще запазят архитектоничното си изграждане.” [6]. Тоест в основата на всяка буква независимо от кое семейство спада и на какъв точно стил принадлежи, има изграден скелет, които е като основа над която се надгражда. Точно за това и много често типографията се сравнява с архитектурата. В изображението по-долу (Фиг. 4) можем да направим сравнение на букви с общ скелет в основата на формите си и букви с различен такъв. Буквеният скелет е основната структура, към която се добавят всички останали функции и детайли на буквите. Този скелет може да се нарече и гръбнак на буквата или основа на строежа ѝ.

При проектирането на цяла шрифтова система, спазването на скелета на буквите един и същ е от особено значение, тъй като в тези системи най-често се създават много разновидности на шрифта в дебелини, контрасти, ширини и стилове.

Фиг. 4 Скелет - гръбнак на буквите,
източник: авторско изображение създадено във векторна програма

Серифите като видове, също варират в най-различни форми и дебелини, произлизащи от инструмента за писане (перото). Не е задължително серифите като графични елементи да се отнасят само и единствено към семейството на серифните шрифтове, тъй като много често се срещат и безосови или така наречените безсерифни шрифтове с много малки, но видими серифи - наричани още скрити серифи. Скритите серифи придават на иначе по-опростените форми на буквите една подвижност и много добра графично-визуална картина на текста написан с такъв стил шрифт. Обикновено в малък размер шрифт, подходящ за дълго четене те не се забелязват с просто око, но придават подвижност и характер на текста, докато когато такъв шрифт се използва на голям размер, те придават допълнителен акцент в буквите.

Различните стилове имат и голямо разнообразие във формите си, но серифните шрифтове се смятат за по-лесно четими благодарение точно на тези завършеци, които притежават. В печатния ред серифите образуват прекъсната линия успоредна на писменния ред или шрифтовата линия, които водят погледа на човек по реда, улеснявайки скоростта на четене.

Серифните шрифтове се използват най-често за основен текст в печатни материали, като вестници, книги и други, докато безсерифните имат доста широка употреба, могат да се използват както за основен текст, акцент, заглавия, така и за екран. Съществуват най-разнообразни стилове безсерифни шрифтове, предназначени за различен вид употреба. По-декоративни за акцент и привличане на внимание, по-спокойни за дълъг текст, опростени стилове които да служат за информативна употреба, каквито са и табелите в градска среда.

В изображението по-горе (Фиг.3) ясно може да се проследи точно тази разлика във формите на буквите образуващи по-малки затворени части. Освен в тези части четливостта се отразява и в други части на буквите, каквито са завършеците им. В първите три примера от

изображението, в стила безсерифни се наблюдават два вида завършеци каквито са в примерите „Helvetica“ и „Frutiger“, виждащи се най-ясно в буква „c“ и „e“. Във варианта на „Frutiger“ точно заради тези по-отворени форми на завършеците се наблюдава много ясна и разпознаваема форма на буквите, дори и в замъгления им вариант. Също отличителна е и буква „a“, която и в трите варианта на стила безсерифни шрифтове има съвсем различна форма, но ясно се вижда как в първите два варианта въпреки, че буквата е с малко затворено пространство, тя стои доста балансирана и ясно четима. Относно серифните три варианта отдолу, може лесно да се направи сравнение с буквите съдържащи малки затворени пространства като „a“ и „e“, които и в трите варианта са доста по-небалансирани в сравнение с безсерифните примери над тях. Това затваряне най-ясно се забелязва в примера на шрифт „Polifil“ [5].

Така става ясно, че най-четливите шрифтове са тези с по-големи, отворени или затворени вътрешни пространства (око на буквата). Това обаче неизбежно означава и по-щедра x-височина / височина на малките букви. Въпреки това, ако тази височина на малките букви е прекалено висока има опасност възходящите и низходящите елементи на буквите или горните и долни дължини в букви като „p“, „b“, „ф“ и други да бъдат твърде къси, което не само влияе неблагоприятно върху четливостта на отделните знаци, но и затруднява разпознаването на формите на думите.

3. Исторически подходи и емпирични изследвания

През 1961 г. Лондонският транспорт провежда научно контролирани тестове с цел да определи кой тип типография е най-подходящ за обозначаване на дестинациите върху челните табла на автобусите. Основният въпрос, който експериментът се стреми да реши, е дали изцяло главни букви (ALL CAPS) или комбинация от главни и малки букви (Upper and Lowercase) предлагат по-добра четливост [7].

Всички тестове са проведени със специално разработен кондензиран безсерифен шрифт, създаден от Едуард Джонстън (Edward Johnston) – дизайнерът на шрифта, използван в Лондонското метро. Експериментът изследва два основни аспекта на четливостта:

- *Четливост от разстояние (distance legibility)* – измерва се какъв е максималният обхват, от който дадена табела остава разпознаваема.
- *Четливост при бърз поглед (glance legibility)* – наблюдателите се поставят зад екран, като пред тях се отваря затвор, който за кратък момент разкрива автобусното табло. Времето, необходимо за разпознаване на името на дестинацията, се записва.

Резултатите от тестовете показват, че няма научно доказателство, че текстът само с малки букви е по-четлив от този изцяло с главни букви. Въпреки това, когато Лондонският транспорт провежда допълнителни тестове с два различни дизайна на таблата – един с изцяло главни букви и един с комбинация от главни и малки букви, се установява, че последният вариант получава по-добро обществено одобрение [8].

Фиг.5 Сравнение между изцяло главни букви (ALL CAPS) и комбинация между главни и малки (Upper/Lowercase) в автобусни табели от Лондон,
източник: Jury, D.; About Face: Reviving the Rules of Typography. Rotovision, UK, 2004, стр. 59

Финалното решение е компромисно: дестинациите остават изписани с главни букви, но останалата информация на таблото използва комбинация от главни и малки букви за по-добра разпознаваемост. Изображението по-горе (Фиг. 5) представя този сравнителен пример визуално и ясно демонстрира разликата в четливостта и възприятието между двете версии.

Едно от ключовите заключения в официалния доклад на Лондонския транспорт е: „...the dispute which is now brewing as to serif versus sans serif type is so old (and so futile) that we are happy to continue to use the masterly sans of the great Edward Johnston." („Спорът между серифните и безсерифните шрифтове е толкова стар (и толкова безсмислен), че ние с удоволствие продължаваме да използваме майсторския безсерифен шрифт на великия Едуард Джонстън.") [7].

Тези резултати затвърждават позицията на безсерифните шрифтовете като предпочитан избор в транспортни системи и утвърждават значението на съобразяването с реални условия при типографския дизайн. Що се отнася до достъпността, потребители със специални нужди и универсален дизайн, един от най-важните аспекти при създаването на ефективни навигационни системи в градската среда е съобразяването с различните възможности и нужди на потребителите. Това включва хора с нарушено зрение, възрастни граждани, както и такива с когнитивни или моторни затруднения. Типографията има ключова роля в осигуряването на достъпност и включеност, като използването на ясни, контрастни и разпознаваеми шрифтове може да направи средата по-приобщаваща.

Както е подчертано в изследванията, свързани с британската Disability Discrimination Act от 1995 г., инклузивният типографски дизайн е в основата на модерния обществен дизайн [9]. Типографите и създателите на обществени системи вече са длъжни да вземат предвид разнообразието от потребности на публиката, което прави универсалният дизайн не просто препоръка, а необходимост.

Различни зрителни състояния създават различни предизвикателства. Докато повечето незрящи хора не възприемат светлина, има и такива, които различават само силуети, имат тунелно зрение или възприемат визуалния свят като мъглива мозайка. За тези групи шрифтът трябва да бъде достатъчно контрастен и структуриран, за да осигури разпознаваемост в сложна визуална среда.

Контрастът между текст и фон също е важен фактор. Изследванията сочат, че черно върху бяло не винаги е най-доброто решение. Обратният контраст (бяло върху черно) създава усещане за по-големи букви, но може да предизвика отблясъци. Най-ефективни са комбинации като бяло върху тъмнозелено (както при британските пътни знаци) или черно върху жълто (при предупредителни знаци), които балансират между видимост и четимост.

Типографи като Johnston и Banks акцентират върху важността на големи, отворени вътрешни пространства в буквите (око на буквата), което допринася за по-лесното им разпознаване [10]. Това е особено ценно за потребители с нарушено зрение, тъй като елиминира риска от сливане на буквени форми при слабо осветление или отдалечено възприятие.

Не на последно място, възрастта на населението е значим фактор: до 2012 г. 60% от британската популация попада във възрастовата група 65–95 години. Това поставя допълнителен акцент върху нуждата от шрифтове с добра четливост, по-големи размери и оптимална междуредова разредка. В този контекст типографията не е само визуален въпрос – тя е и социална отговорност.

4. Заключение

Типографията в градската навигация далеч надхвърля декоративната си роля – тя се утвърждава като съществен елемент на функционалния и социалния облик в градската среда. Изследванията и практическите примери показват, че внимателно подбраните шрифтове, съобразени с контекста, дистанцията, скоростта на възприятие и разнообразните нужди на потребителите, могат съществено да улеснят ориентацията, да повишат безопасността и да подобрят естетическото качество на публичните пространства.

Ключовите изводи от това изследване включват:

- Четливостта и четивността са взаимно свързани, но различни характеристики, които трябва да се балансират при типографския избор;
- Безсерифните шрифтове са по-четливи в динамични и визуално натоварени среди, особено при навигационни приложения;
- Размерът на текста трябва да бъде съобразен с разстоянието и скоростта на възприятие, както при пешеходци, така и при шофьори;
- Исторически примери, като тестовете на Лондонския транспорт от 1961 г., подчертават важността на емпиричното тестване и потребителската перспектива;
- Типографията трябва да бъде проектирана с оглед на достъпността – включително зрителни, когнитивни и възрастови особености.

В този смисъл, типографията не е само въпрос на стил или графичен избор, а израз на културна отговорност и социална грижа. Градската среда е споделено пространство, а добрата типография е инструмент за това тя да бъде по-подредена, по-разбираема и по-човешка. Затова дизайнът на навигационни системи трябва винаги да поставя човека в центъра – с неговите нужди, ограничения и очаквания.

Типографията е не само текст, а опит: преживяване, ориентация и идентичност. В един свят, в който градовете стават все по-динамични и комплексни, добрата типография е неразделна част от навигацията в тях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Javal, E.; *Изследвания върху частичното визуално възприятие и значението на формите на буквите*. 1878.

[2] Jury, D.; *About Face: Reviving the Rules of Typography*. Rotovision, UK, 2004.

[3] Ahrens, T.; *Size-Specific Adjustments to Type Designs*. Just Another Foundry, 2006.

[4] Chee, P., Wenxin, O.; *A Guide to Wayfinding Font Size* // F A R M Farmacy, 2019, https://www.farm.sg/farmacy/article/a_guide_to_wayfinding_font_size

[5] Авторски изображения; Сравнение между безсерифни и серифни шрифтове, показани със замъглен ефект – визуална демонстрация (Фиг. 3).

[6] Йончев, В.; *Шрифтът през вековете*. София: Изд. на БАН „Марин Дринов“, 1974.

[7] Johnston, E.; *London Underground Typeface – исторически контекст и приложение*.

[8] Jury, D.; Пример от книгата *About Face* – Сравнение на автобусни табели от лондонския транспорт, 1961 г. // *About Face*, Rotovision, UK, 2004.

[9] UK Parliament; *Disability Discrimination Act*. United Kingdom, 1995.

[10] Banks, C.; *New Johnston – анализ и типографска еволюция*.

[11] Вълканова, В.; *Дизайн на книгата: Комуникационни и композиционни парадигми на традиционните и модерните типографски стилове*. София: ФЖМК, 2014. Седларски, Д.; Визуална комуникация в градска среда // *Сфера*, 2017, https://www.risk.bg/design/Work-D.Sedlarski/Brochures/Sfera/BrochureCity_v2_SEC.pdf

ВЪЗРАЖДАНЕ НА НАСЛЕДСТВОТО – ДОМЪТ НА ИВАН ДРАСОВ ВЪВ ВАРНА

Десислава Георгиева[1]

РЕЗЮМЕ:

В статията е представено възникването, историята и актуалното състояние на ул. „Преслав“ във Варна, с акцент върху нейното значение в организацията на съвременното градско пространство. Старата улица „Преславска“ е най-значимата търговска улица във Варна и се е настанила трайно в градската памет на жителите му. Именно там се намира Домът на Иван Драсов – виден революционер, общественик и държавник.

В изследването се представят факти от живота на Иван Драсов и интересни публикации, касаещи изграждането на неговата сграда, обект на проучване. Във времева линия се проследяват различните периоди на нейното обживяване, чрез множество функции, поместени в нея. Авторът представя своето виждане за реставрация, консервация и адаптация на сградата, с цел насочване към устойчиво развитие, предлагайки функционални и естетически решения, които да отговарят на съвременните нужди на обществото.

Ключови думи: Варна, улица Преслав, Иван Драсов, опазване на архитектурното наседство

REVIVAL OF HERITAGE – THE HOUSE OF IVAN DRASOV IN VARNA

Desislava Georgieva[1]

ABSTRACT:

The article presents the origins, history, and current state of Preslav Street in Varna, emphasizing its significance in the organization of the contemporary urban space. The old "Preslavska" Street was the most important commercial street in Varna and has remained deeply embedded in the city's collective memory. It is precisely there that the house of Ivan Drasov – a prominent revolutionary, public figure, and statesman is located.

The study presents facts and intriguing publications about Ivan Drasov's life and regarding the construction of his home, which is the subject of research. A timeline follows the different periods of its use, showcasing the various functions it has housed. The author presents a vision for the restoration, conservation, and adaptation of the building, aiming for sustainable development by proposing functional and aesthetic solutions that meet contemporary societal needs.

Keywords: Varna, Preslav Street, Ivan Drasov, preservation of architectural heritage

[1] Десислава Георгиева, студент, ВСУ „Черноризец Храбър“
Desislava Georgieva, student, VFU Chernorizets Hrabar, desislavag.va@gmail.com

1. Увод.

В условията на съвременната градска трансформация, все по-актуален става въпросът за съхраняване и адаптиране на културното наследство в активна, социално отговорна среда. Архитектурните паметници, носители на историческа памет и идентичност, често остават изолирани от съвременния живот или попадат в състояние на физическа и социална деградация. Именно затова подходът към тяхното възраждане трябва да бъде двупосочен – едновременно насочен към опазване на материалната субстанция и към реинтеграция в ежедневната градска тъкан.

Настоящото изследване разглежда случая на домът на Иван Драсов във Варна – сграда с висока архитектурна и обществена стойност, разположена в историческия център на града, на ул. „Преслав“ (Фиг. 1). Построена в края на XIX век, тя е свидетелство за урбанистичното и културното развитие на град Варна. Сградата е неразривно свързана с личността на Иван Драсов – виден общественик, държавник и революционер, съратник на Ботев и радетел за българското просвещение и национално самоопределение (Фиг. 2).

Фиг. 1. Ситуация (авторска схема)

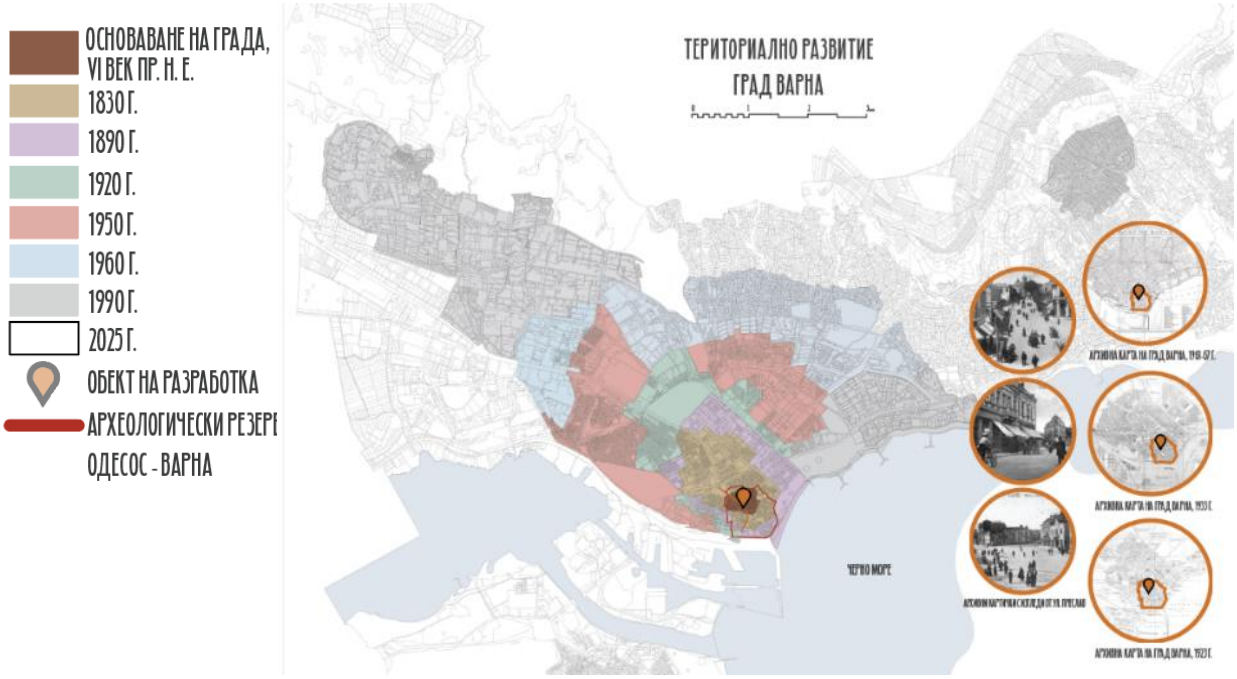
Фиг. 2. Фотография на Хр. Ботев, Никола Славков и Иван Драсов (от ляво на дясно), източник – Europeana

Проектът, предмет на настоящия доклад, има за цел да възстанови тази ценна сграда и да я адаптира като Център за деца със специални образователни потребности – функция с висока обществена значимост, която ще осигури нов социален живот на сградата - архитектурно наследство. Изборът на тази функция не е случаен – той произтича от дългогодишната роля на обекта като образователна територия, както и от липсата на достъпни и добре разположени центрове за деца със специални нужди в централната градска зона.

Проектното решение стъпва на принципите на устойчиво развитие, социална ангажираност, минимална намеса и универсален дизайн. Целта е не просто реставрация на фасада или запазване на форма, а пълноценно възраждане на сградата като функционален и достъпен обществен обект.

2. Исторически контекст

Още в ранните етапи от развитието на Варна, управниците са осъзнали стратегическото значение на тази улица като важна връзка между икономическото ядро и политическия център – площад "Мусала". Това предопределя нейното по-широко изпълнение и превръщането ѝ в първата павирана улица в града. Анализът на териториалното развитие на Варна и историческите карти (Фиг. 3) подчертават устойчивото централно значение на улица "Преслав" в градската структура.



Фиг. 3. Териториално развитие на град Варна (авторска схема)

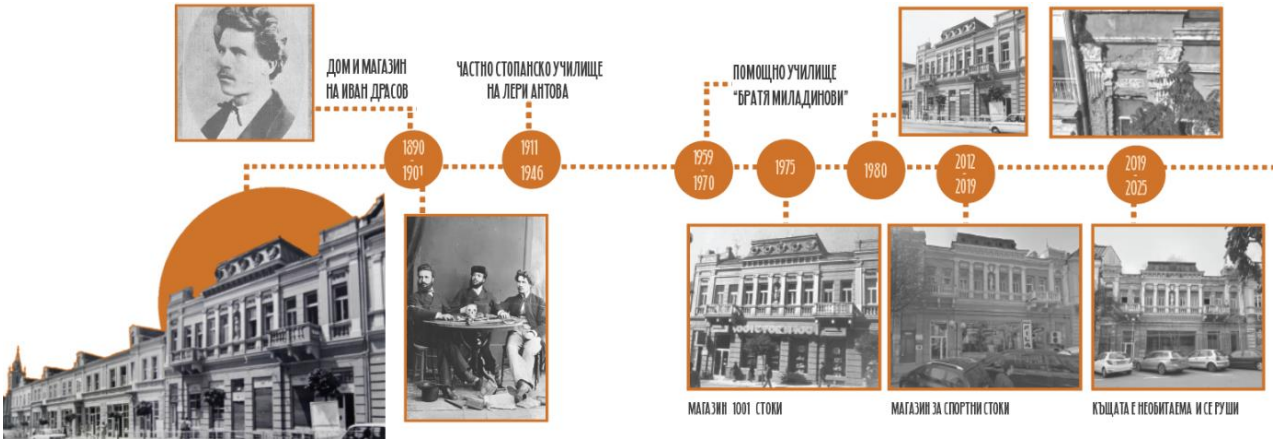
В контекста на съвременна Варна, улица "Преслав" продължава да бъде важна комуникационна връзка, попадаща почти изцяло в границите на археологическия резерват "Одесос – Варна". Направеното функционално зониране (Фиг. 4) разкрива преобладаващия характер на средата като жилищно-търговска, наситена със сгради, притежаващи статут на Недвижими културни ценности. Въпреки историческото си значение, автентичната паважна настилка е запазена само частично, като по-голямата част от улицата е асфалтирана. Разрешеното автомобилно движение и обособените паркоместа в някои участъци създават значителни затруднения за пешеходното движение.

Фиг. 4. Ценност на средата и функционално зониране (авторска схема)

Съществува сериозен проблем с визуалното замърсяване във Варна (Фиг. 5), проявяващо се в разностилни рекламни табели, нерегламентирани намеси по фасадите, както и остарели и неестетични елементи от електрическите инсталации. Тези фактори нарушават визуалната цялост и обезличават архитектурната красота на сградния фонд.

Фиг. 5. Визуално замърсяване (авторска схема)

Проектът проследява богатата история на сградата, построена около 1890 г. за видния революционер, общественик и държавник - Иван Драсов. През годините къщата е приютявала разнообразни обществени функции – от търговски обекти и частно училище, до помощно училище за деца със специални потребности. Това историческо натрупване от функции показва гъвкавостта и потенциала ѝ да служи на обществото за различни социални дейности (Фиг. 6). В последните десетилетия обаче сградата изпада в състояние на сериозно физическо и функционално занемаряване. Понастоящем тя е необитаема, частично разрушена, със силно компрометирани фасади.



Фиг. 6. Времева линия (авторска схема)

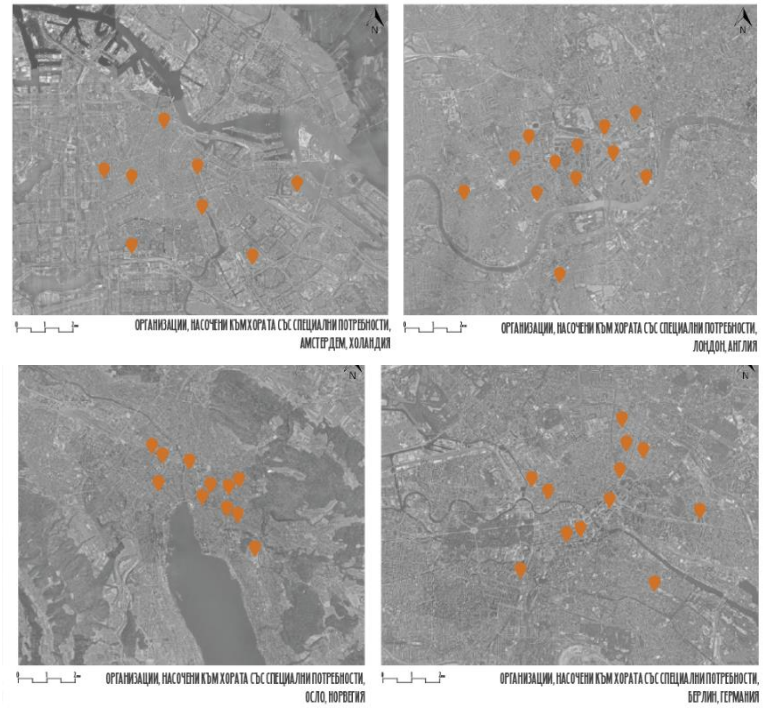
3. Европейски практики

За съжаление, съществуващото положение в град Варна показва тревожна тенденция за локализиране на центрове за деца със специални потребности в периферните, често промишлени зони на града (Фиг. 7). Това създава редица социални проблеми: ограничава достъпа до тези центрове, затруднява взаимодействието между тях, води до социална изолация на децата и техните семейства и намалява обществената осведоменост за техните нужди.

Фиг. 7. Локализиране на центровете за деца със специално потребности във Варна (авторска схема)

Проектът изследва успешни европейски модели, където подобни центрове са стратегически разположени в централните градски части, на пешеходно разстояние един от друг. Тази система от взаимосвързани центрове насърчава сътрудничеството, общите инициативи и повишава видимостта на проблемите на хората със специални потребности сред широката общественост.

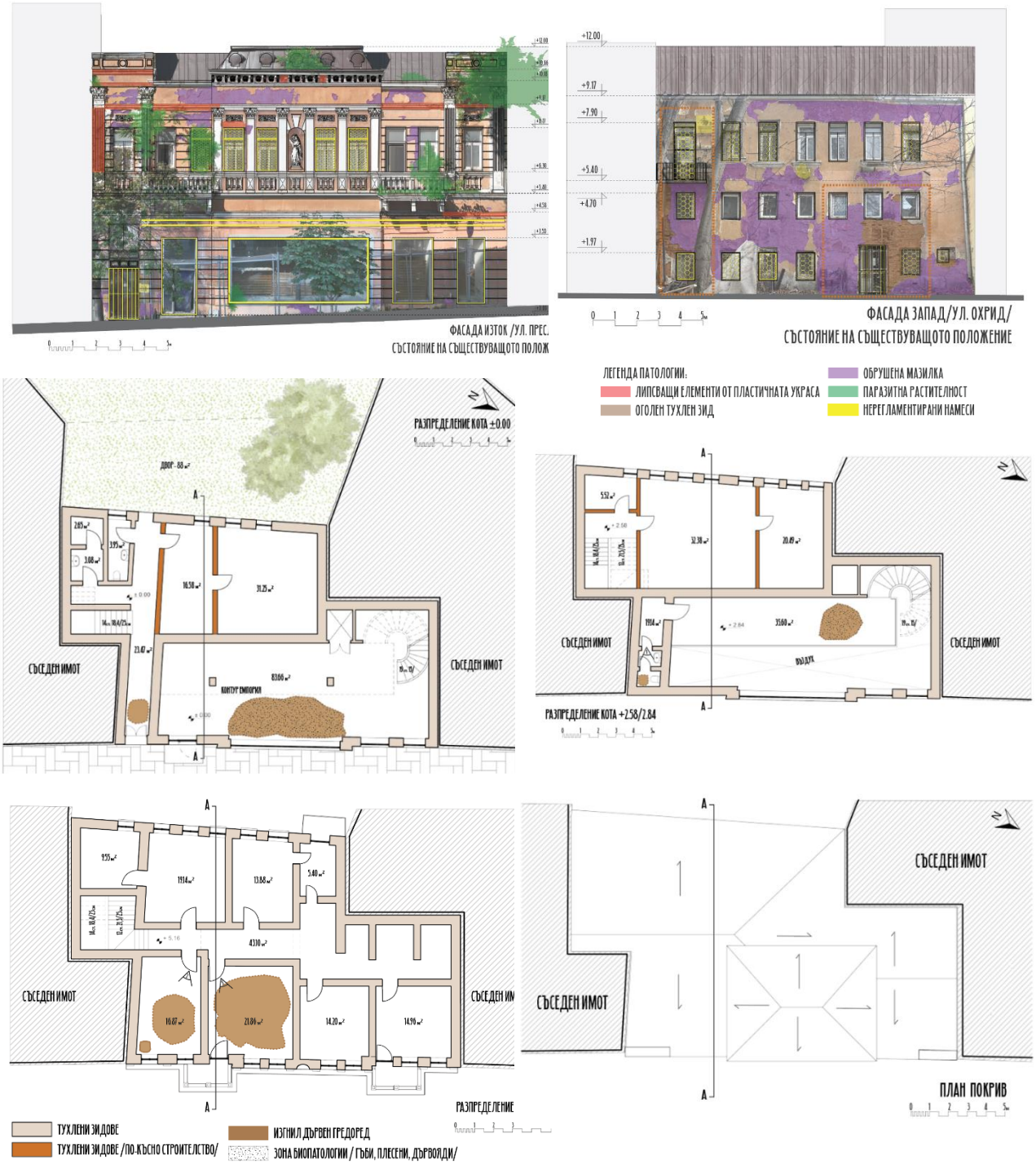
Настоящият проект представлява стъпка към изграждането на такава система във Варна. Чрез възстановяването на социалната функция на сградата и превръщането ѝ в съвременен Център за деца със специални потребности, проектът цели да противодейства на социалната изолация и да създаде приобщаваща среда в сърцето на града.



Фиг. 8. Центровете за деца със специално потребности по света (авторска схема)

4. Състояние на сградата

Подробното архитектурно заснемане (Фиг. 9) документира съществуващото състояние на сградата, което е основа за бъдещите реставрационни и консервационни мерки. Същевременно, анализът на фасадите и установените патологии сигнализират за значителни проблеми, резултат от дългогодишна експлоатация и атмосферни влияния, като силно обрушена мазилка, оголен тухлен зид, биопатологии и липсващи декоративни елементи.



Фиг. 9. Архитектурно заснемане на дома на Иван Драсов (авторска схема)

5. Проектно решение

Проектът обръща внимание и на височинния контекст на сградата, като установява съществуваща дисхармония, причинена от незаконен етаж на съседен обект, което подчертава необходимостта от спазване на градоустройствените норми. Проектът проучва и възможността за изграждане на нов, функционален мансарден покрив, съобразен с допустимите височини, който ще предостави допълнително пространство за дейностите на центъра.

Проектът предвижда функционално преразпределение на вътрешните пространства, осигуряване на пълна достъпност чрез интегриране на асансьор и създаване на специализирани учебни кабинети и административни помещения. В партерния етаж, в зоната на бившето търговско помещение, се обособява кафе-бар с благотворителна цел, чиито приходи ще подпомагат финансово дейността на центъра. Стратегическото съседство със Социалната чайна създава благоприятна среда за сътрудничество и съвместни инициативи.

По отношение на фасадата, проектът предлага възстановяване на историческия растер на прозорците, базирано на архивни изследвания, с цел възвръщане на симетрията и естетическата хармония (Фиг.10).

Фиг. 10. Проектно решение на дома на Иван Драсов (авторска схема)

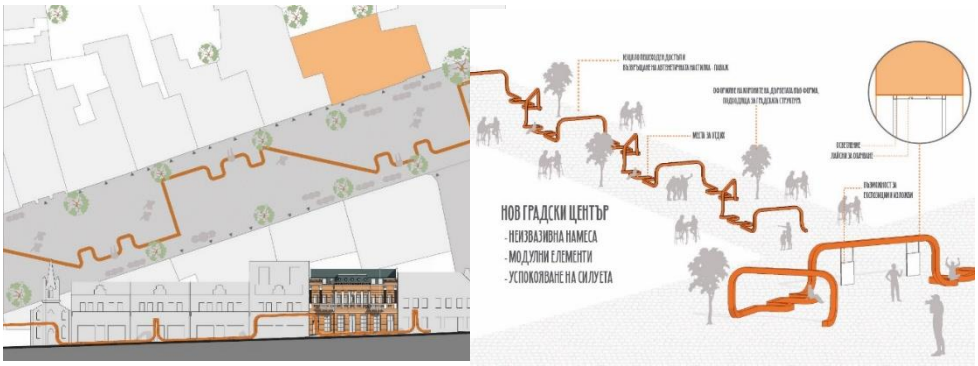
6. Нов градски център

Проектът надхвърля рамките на ревитализацията на единична сграда и има за цел да допринесе за създаването на нов градски център, интегриран в съществуващата структура на Варна. Проектът разглежда улица "Преслав" като важен елемент от тази концепция, като предвижда възстановяване на автентичната паважна настилка, както и приоритизиране на пешеходното движение с цел подобряване на достъпността и качеството на градската среда.

В контекста на озеленяването, проектът предлага оформяне на короните на съществуващите дървета във форма, съобразена с естетиката и структурата на централната градска част, което ще допринесе за по-хармоничен визуален облик на улицата.

Съществен елемент от концепцията за нов градски център е предлаганата арт инсталация (Фиг.11). Тя е проектирана като неинвазивна намеса в градската среда, отличаваща се със своята модулност и мобилност, което позволява нейното лесно преструктуриране, преместване на друга локация или демонтиране при необходимост.

Функционално, арт инсталацията изпълнява няколко ключови роли: предоставя места за сядане и отдих на пешеходците, интегрира осветителни тела, допринасящи за безопасността и естетиката на уличното пространство през нощта, и предлага възможност за експониране на табла, изложби и други културни прояви. Едновременно с това, единната форма и дизайн на арт инсталацията имат за цел да успокоят съществуващата визуална дисхармония в силуета на улицата, внушавайки усещане за единство и завършеност на градското пространство.



Фиг. 11. Арт инсталация по ул. „Преслав“, Варна (авторска схема)

7. Заключение

В заключение, настоящият дипломен проект представлява многопластова интервенция, която надхвърля чисто архитектурните решения. Той е социално ангажиран отговор на сериозен проблем, свързан със социалната интеграция и подкрепата на хората със специални потребности във Варна. Чрез възстановяването на историческа сграда с доказана социална значимост и създаването на модерен, достъпен и интегриран център, проектът цели да постави началото на системна промяна в подхода към тези деца, повишавайки качеството им на живот, насърчавайки тяхното пълноценно социално включване и повишавайки обществената чувствителност към техните нужди.

Едновременно с това, чрез интегрирани мерки за подобряване на градската среда, проектът се стреми да превърне района около ревитализираната сграда в активен и привлекателен градски център. Този обновен център ще отговори не само на специфичните нужди на децата със специални потребности и техните семейства, но и ще обогати обществения живот и ще укрепи визуалната идентичност на Варна, създавайки по-приветливо и приобщаващо градско пространство за всички.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Кацарски, Г. „ВАРНА АРХИТЕКТУРНИ ПАМЕТНИЦИ ИСТОРИЯ ЛИЧНОСТИ“, Издаделство МС, 2016 г.

[2] Георгиева - Везнева, М. „АРХИТЕКТУРАТА НА ГРАД ВАРНА ОТ ПЕРИОДА НА КАПИТАЛИЗМА“, Комитет за изкуство и култура, Национален институт за памметниците на културата, 1975 г.

[3] Архивни чертежи „Реконструкция на магазин 1001 ст. По ул. Вапцаров - Варна“

[4] вестник Черно море, № 103, 02.06.1894 г.

[5] вестник Черно море, № 104, 11.06.1894 г.

[6] вестник Черно море, № 105, 18.06.1894 г.

СКРИТОТО КУЛТУРНО НАСЛЕДСТВО НА ВАРНА - БИВШИТЕ КАЗАРМИ НА ОСМИ ПРИМОРСКИ ПЕШИ ПОЛК

Ралица Чобанова [1]

РЕЗЮМЕ:

Статията ще представи историческата и културна стойност на сградата на бившите казарми на Осми приморски пехотен полк във Варна, в която днес се помещава Професионалната гимназия по текстил и моден дизайн. Авторът акцентира върху значението и съхраняването на този обект, като част от културното наследство на града. Ще бъдат представени аргументите за декларирането му като културна ценност с национално значение. Целта на авторът е да повиши осведомеността за стойността на сградата и необходимостта от защита на нейната автентичност в контекста на съвременните процеси на урбанизация и културна трансформация.

Ключови думи: историческа стойност, културна стойност, бивши казарми, Осми приморски пехотен полк, Варна, културна ценност, национално значение, осведоменост, автентичност, урбанизация, културна трансформация

THE HIDDEN CULTURAL HERITAGE OF VARNA – THE FORMER BARRACKS OF THE EIGHTH COASTAL INFANTRY REGIMENT

Ralitsa Chobanova [1]

ABSTRACT:

The article will present the historical and cultural significance of the former barracks of the Eighth Coastal Infantry Regiment in Varna, which today houses the Vocational High School of Textile and Fashion Design. The author emphasizes the importance of preserving this site as part of the city's cultural heritage. Arguments for declaring it a cultural asset of national significance will be discussed. The author's goal is to raise awareness of the building's value and the need to protect its authenticity in the context of contemporary urbanization and cultural transformation processes.

Keywords: historical significance, cultural significance, former barracks, Eighth Coastal Infantry Regiment, Varna, cultural heritage, national significance, awareness, preservation, authenticity, urbanization, cultural transformation

[1] Ралица Чобанова, студент Архитектура, ВСУ "Черноризец Храбър"
Ralitsa Chobanova, student Architecture, VFU "Chernorizets Hrabar", ralitsa.k.chobanova@gmail.com

1. Увод

Фиг. 1. Погледи към сградата на ПГТМД - Варна
(бившите казарми на Осми приморски пеши полк)
Източник - https://eurohome.bg/galeria/varna-snimki-s-dron, авторска снимка

В последните десетилетия въпросът за опазването на културното наследство в България придобива все по-голяма актуалност на фона на нарастващата урбанизация и засиленото инвестиционно строителство. Обекти с висока културна, историческа и архитектурна стойност често се оказват маргинализирани в периферията на съвременното градско развитие или напълно унищожени в процеса на трансформация на градската среда. В този контекст, ролята на научното изследване върху обекти с културна стойност става ключова за тяхното документиране, осмисляне и защита.

Настоящата статия има за цел да анализира стойността на сградата на бившите казарми на Осми приморски пехотен полк във Варна, която в наши дни приютява Професионалната гимназия по текстил и моден дизайн. Обектът е представителен не само за военната архитектура от края на XIX век, но и за по-късните социални и културни трансформации на градската тъкан. Анализът се основава на историческо проучване, архитектурно заснемане и градоустройствен контекст, с цел да се аргументира необходимостта от институционална защита на сградата и нейното бъдещо развитие като значим културен ресурс.

2. Исторически контекст

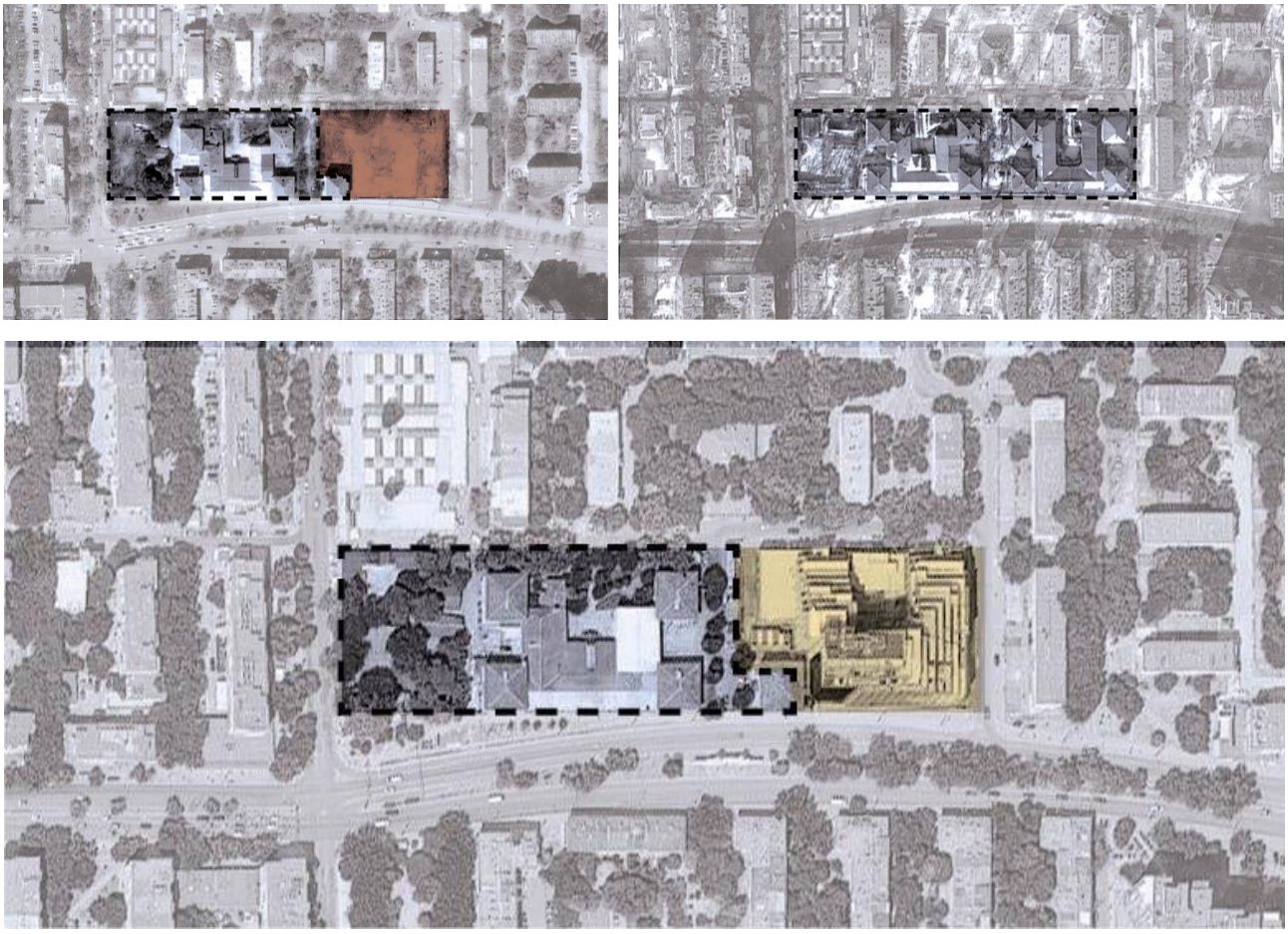
Казарменият комплекс на Осми приморски пехотен полк е изграден в периода 1895–1898 г. като част от процеса на изграждане на модерна българска армия след Освобождението. Основният камък на сградата е положен лично от княз Фердинанд, а полкът е създаден с указ на княз Александър Батенберг още през 1884 г. Комплексът първоначално е разположен извън границите на тогавашната Варна, в съответствие с военностратегическите и санитарни изисквания на времето.

През началото на XX век сградата временно променя своята функция, като в периода 1900–1906 г. приютява Морското машинно училище – предшественик на днешното Висше военноморско училище „Н. Й. Вапцаров“. Това придава на обекта ново измерение – не само военно, но и образователно. Сред възпитаниците на училището в този период е и самият Никола Вапцаров – едно от най-разпознаваемите имена в българската култура.

През 1934–1935 г. командир на Осми приморски пехотен полк е полковник Петър Димков – видна фигура в българската военна и културна история. Роден през 1886 г. в София, Димков участва във всички войни за обединението на България и е раняван осем пъти. След военната си служба, която завършва през 1936 г., той се посвещава на народната медицина и става известен като лечител.

По време на службата си във Варна, полковник Димков ръководи изграждането на значими инфраструктурни и културни обекти, включително Аспаруховия вал, Арката на Осми пехотен приморски полк и парк-мавзолея „Владислав Варненчик“.

През 2007 г. значителна част от казармените сгради в комплекса са съборени, като остава единствено обектът на настоящото изследване. [1], [2], [3], [4], [5], [6]



Фиг. 2. Периодизация на развитието на сградата през годините. Сателитнни снимки от 2003, 2007 и 2011 година.
Източник – авторова схема

3. Съвременно състояние

Сградата в сегашния ѝ вид функционира като образователна институция – Професионалната гимназия по текстил и моден дизайн. Макар и с адаптирани вътрешни пространства, обектът е запазил голяма част от своята първоначална носеща структура и значителна част от архитектурната си автентичност. Проведеното архитектурно заснемане разкрива, че фасадната каменна зидария е в добро състояние, като не се наблюдават конструктивни увреждания. Повредите са основно козметични и ограничени до разрушения на мазилката и липсващи елементи, нерегламентирани намеси, локални замърсявания, графити.

Фиг. 3. Фасада югоизток - фрагмент

Покривната конструкция е стабилна, а санитарните възли – макар и променени, запазват основната си пространствена логика и са използвани повторно в настоящия функционален режим.

Пространствената структура на сградата – с ясно обособени обеми, редова организация на прозоречни отвори и ритмична композиция – я прави подходяща за адаптация с минимални архитектурни интервенции. Разположението ѝ на ключов градски булевард и близостта ѝ до няколко висши учебни заведения ѝ придават стратегическо значение в съвременния градски контекст.

Фиг. 4. Местоположение и връзка с висшите учебни заведения във Варна
Източник - Авторска схема

4. Архитектурно и градоустройствено значение

Сградата на бившите казарми на Осми приморски полк е разположена на кръстовището между бул. „Осми приморски полк“ и бул. „Чаталджа“ – важна градска артерия, която исторически оформя връзката между централните и южните части на Варна. Булевард “Осми приморски полк” е продължение на бул. „Мария Луиза“ – градска ос, водеща директно към сградата на Община Варна. В този смисъл сградата може да бъде разглеждана като начална точка на социална и символна градска ос с потенциал за обществена активизация.

Фиг. 5. Ситуация на сградата на ПГТМД - Варна

Източник - Авторска схема

Фиг. 6. Зрителни конуси
Източник - Авторска схема

5. Културна стойност и необходимост от защита

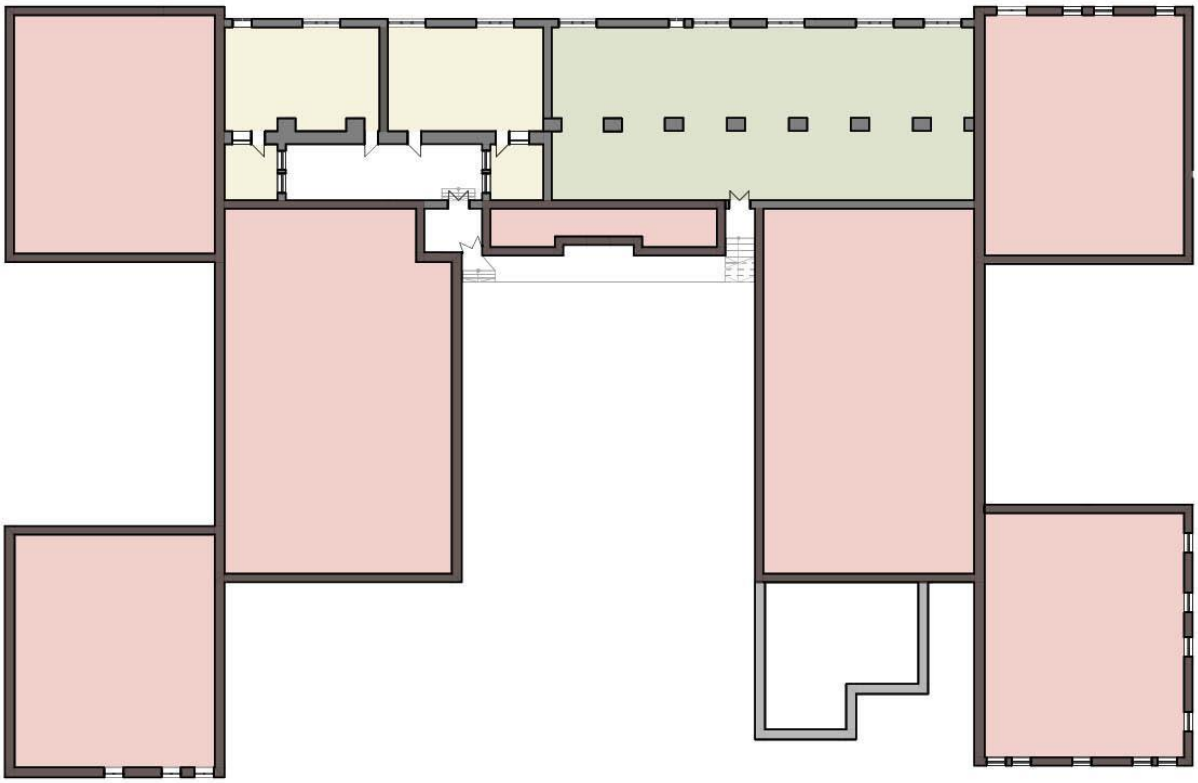
Сградата на бившите казарми на Осми приморски пехотен полк представлява обект с изключителна културна стойност, разглеждана в няколко взаимосвързани аспекта – исторически, архитектурен, градоустройствен и социален.

От историческа гледна точка, обектът е пряко свързан с процесите на формиране на българската държавност и армия след Освобождението. Построена в края на XIX век, сградата е свидетел на ключови моменти от националната история, както чрез самото си предназначение като военна инфраструктура, така и чрез личностите, свързани с нея. Сред тях се откроява фигурата на полковник Петър Димков, както и присъствието на Морското машинно училище с неговия най-известен възпитаник – Никола Вапцаров. Всеки от тези исторически елементи утвърждава сградата като материален носител на национална памет.

Архитектурната стойност на обекта произтича от неговата автентичност и стилова последователност. Композицията, мащабът и пропорциите на сградата отразяват принципите на военното строителство от края на XIX и началото на XX век – строгост, ритмичност, симетрия и функционалност. Фасадната обработка с естествен камък и симетричната подредба на отворите запазват оригиналната образност на епохата и я отличават от по-късните интервенции в градската среда. Сравнително доброто състояние на конструкцията и материалите позволява минимални интервенции, което е предпоставка за нейното опазване.

Градоустройственото значение на сградата се корени в стратегическата ѝ локация – разположена на една от основните артерии на Варна, бул. „Осми приморски полк“, и в близост до важни обществени институции и университети. Така обектът има потенциала да се превърне в активен елемент на градската публичност и в културно ядро на по-широкия квартал.

Социалната ѝ стойност е резултат от натрупаната функционална история – военна, образователна и културна. Тези разнообразни функции прави обекта подходящ за съвременни форми на културна и обществена активност. Наличието на локална памет и връзка с гражданската общност са допълнителни основания за нейното включване в списъка на недвижимите културни ценности.[1], [2], [3],[4], [5]

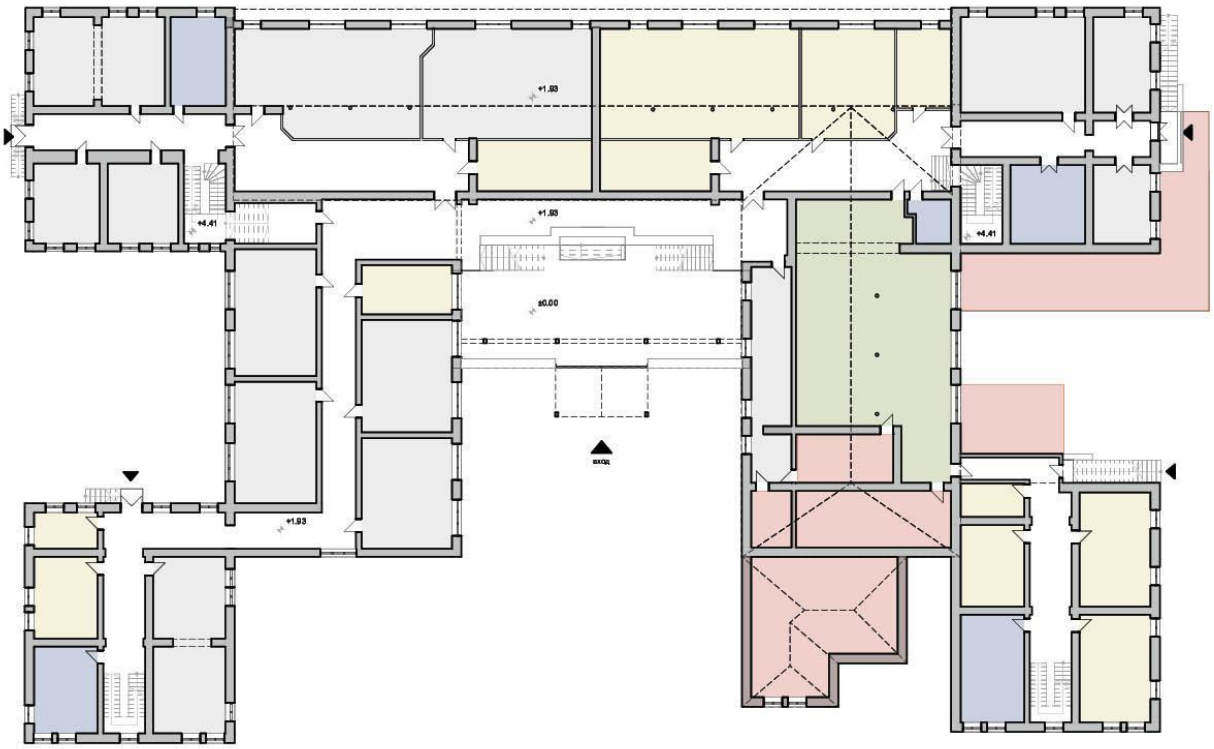


ПЛАН КОТА -3.00 СЪЩЕСТВУВАЩО ПОЛОЖЕНИЕ

ЗОНИ БЕЗ ДОСТЪП | УЧЕБНИ ЗАЛИ | САНИТАРНИ ВЪЗЛИ

АКТОВА ЗАЛА И СПОРТ | АДМИНИСТРАЦИЯ И ТЕХН. ПОМЕЩЕНИЯ

0 1 5 10 15

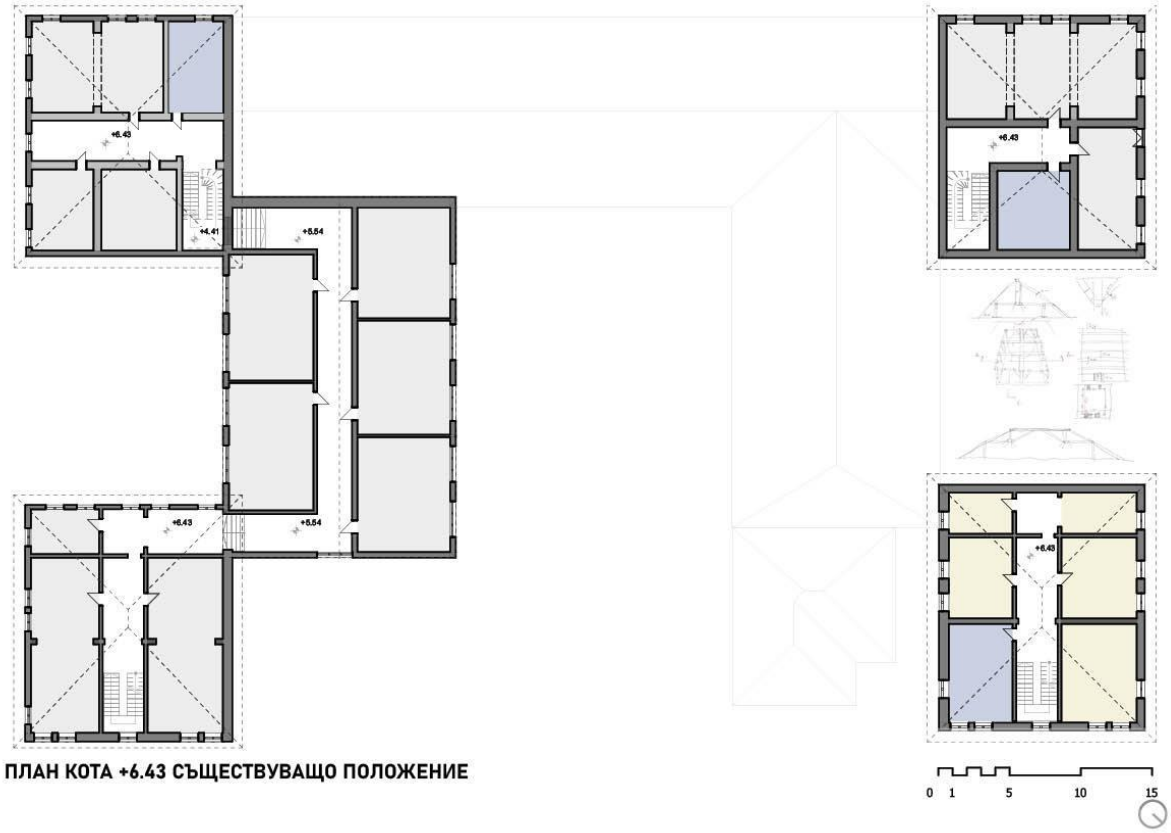


ПЛАН КОТА ± 0.00 СЪЩЕСТВУВАЩО ПОЛОЖЕНИЕ

ЗОНИ БЕЗ ДОСТЪП | УЧЕБНИ ЗАЛИ | САНИТАРНИ ВЪЗЛИ

АКТОВА ЗАЛА И СПОРТ | АДМИНИСТРАЦИЯ И ТЕХН. ПОМЕЩЕНИЯ

0 1 5 10 15



Фиг. 6. Архитектурно заснемане
Източник - Авторска схема

С оглед на изложеното, обектът отговаря на редица критерии, заложени в Закона за културното наследство за определяне на обекти с национално значение: историческа важност, архитектурна цялост, градска значимост и потенциал за бъдещо обществено ползване. Декларирането ѝ като недвижима културна ценност с национално значение би осигурило нужната защита, институционален ангажимент и възможност за устойчиво използване и развитие. Подобна мярка не само ще защити физическия обект, но и ще укрепи връзката между миналото и бъдещето в рамките на бързо променящата се градска среда.

6. Личен поглед към обекта

Настоящото изследване се основава не само на обективен архитектурен и исторически анализ, но и на личен ангажимент на автора към обекта. Прякото местоживеене в съседство със сградата дава възможност за дългосрочно наблюдение и осъзнаване на нейната роля в градската тъкан. Освен това липсата на достъпни културни, образователни и социални пространства в района подсказва за неизползван потенциал, който тази сграда притежава.

Варна е град с изразено културно минало, но със сравнително слабо проявени граждански платформи в съвременното обществено пространство. Сградата има възможност да се превърне в неформален културен и социален център – място, където историята и бъдещето се срещат, без да бъдат инструментализирани от политически и институционални влияния.

Този личен поглед не цели да подмени академичната стойност на анализа, а да го допълни с мотивирана социална перспектива, която също трябва да бъде отчетена при оценка на културната значимост на обекта.

7. Заключение

Сградата на бившите казарми на Осми приморски пехотен полк е културен обект със значим потенциал за бъдеща трансформация. Анализът ѝ разкрива съвкупност от качества – исторически, архитектурни, социални и пространствени – които не само я правят заслужаваща институционална защита, но и я посочват като модел за устойчиво развитие в контекста на съвременния град.

Преизползването на съществуваща сграда е в синхрон с принципите на екологична устойчивост – „най-зелената сграда е тази, която вече е построена“. Чрез ограничена интервенция и подходяща адаптация може да се постигне нов социален ефект с минимален материален ресурс. Паметта за миналото не трябва да бъде пасивен декор, а активна част от градския живот.

Сградата притежава потенциала да бъде място, в което градът може да води диалог със самия себе си.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Атанасов, Г. „Военната архитектура на Варна (1878–1944 г.)“, Регионален исторически музей – Варна, 2007

[2] Панайотов, В. „Кратка история на Осми приморски полк“, Военноисторически сборник, бр. 4, 1984, с. 15–29

[3] Добрев, Д. „Архитектурното наследство на Варна“, Списание Архитектура, бр. 3, 2009

[4] Архив на Община Варна: Инвентарна карта на недвижими културни ценности – бивши казарми на Осми приморски пехотен полк

[5] Интервю с преподаватели от ПГТМД – Варна, март 2024

[6] Регионален държавен архив – Варна: Документи за строителството на казармения комплекс, фонд №144, оп.1, а.е.12

ОПАЗВАНЕ НА АВТЕНТИЧНОТО АРХИТЕКТУРНО НАСЛЕДСТВО – РОЛЯТА НА ЧОВЕКА ПРИ СЪХРАНЯВАНЕ ИСТОРИЯТА НА СГРАДИТЕ ВЪВ ВАРНА, БЪЛГАРИЯ

Деляна Пенкова [1]

РЕЗЮМЕ:

Опазването на архитектурно наследство е процес, който се стреми да разкрие автентичната субстанция и стойността на изучаваната сграда. Благодарение на съхранените структури се получат сведения за битието на обитателите от определен времеви период. Сградите са паметта на миналото, носещи в себе си познанието и креативността на човечеството векове назад.

Днес, в нашата държава, не е приоритет съхраняване на архитектурния облик на историческите градове, което води до загуба идентичността на мястото. Поради засилен инвестиционен интерес архитектурните обекти биват разрушавани или преизграждани. Тези процеси погубват автентичния облик на историческия град, съхранен до момента от сградите завещани от нашите предци.

Ключови думи: автентичност, история, съвременен град, недвижими културни ценности, опазване на наследството, облик, минало, настояще

THE AUTHENTIC ARCHITECTURAL HERITAGE – THE ROLE OF HUMAN IN PROTECTING THE HISTORY OF BUILDINGS IN VARNA, BULGARIA

Delyana Penkova [1]

ABSTRACT:

The maintenance of architectural heritage is a process that seeks to reveal the authentic substance and value of the studied building. Thanks to the preserved structures, information about the existence of the inhabitants from a certain time period is obtained. Buildings are the memory of the past, bearing in them the knowledge and creativity of humanity centuries ago.

Today, in our country, it is not a priority to preserve the architectural appearance of the historic cities, which leads to the loss of the identity of the place. Due to increased investment interest, architectural sites are being demolished or rebuilt. These processes destroy the authentic appearance of the historic city, preserved until now by the buildings bequeathed by our ancestors.

Keywords: authenticity, history, contemporary city, cultural heritage, heritage preservation, appearance, past, present

[1] Деляна Пенкова, студент спец. Архитектура, ВСУ „Черноризец Храбър“, Варна
Delyana Penkova, Architectural student in Varna Free University "Chernorizets Hrabar", e-mail: 233711006@vfu.bg

1. Увод

Опазването на автентичното архитектурно наследство представлява ключов аспект в живота на човека. Чрез сградите, намиращи се в дадено населено място, се разкрива историята, битът и дори религиозните вярвания на нашите прадеди. Наследството не е просто физическа структура, а носител на социокултурна информация, отразяваща различните епохи и ценностни системи на хората по това време. В България това културно богатство е особено разнообразно. То започва своето развитие с възрожденски къщи в Копривщица (Ослековата къща, *Фиг. 1*) и достига до градските сгради, построени през края на XIX и началото на XX век, повлияни от западноевропейския стил (къща Недкович, *Фиг. 2*).

Опазването на културната памет е силно свързано с човешката дейност, като ролята на човека е отговорна и ключова. Архитектурният обект в много случаи надхвърля функцията си на съществуваща сграда. Той се превръща в символ на национална идентичност, която е станала свидетел на културни, икономически и социални процеси в миналото.

В съвременния демократичен свят човекът изразява свободно своите права и защитава своите позиции, именно затова може да подпомогне съхраняването на сградите, които представляват културното наследство на страната.

Фиг. 1 Ослековата къща, Копривщица
(източник: Bnr.bg, статия на Венета Николова)

Фиг. 2 Къща Никола Недкович, Пловдив
(източник: oldplovdiv.bg)

2. Проблемите в съвременния свят

Хората имат силата, както да бъдат създатели на велики творения, така и да бъдат разрушители на културата. С развитието на съвременната архитектура човекът все по-често се превръща от пазител в заплаха за историческото и архитектурно наследство. Той е склонен да забрави за миналото си, като по този начин пренебрегва националната и културната принадлежност. В днешно време обществото е податливо на това да разруши, вместо да реставрира; да продаде, вместо да съхрани; да се отдаде на масовото и комерсиалното и да загърби автентичното за своя район. Тези действия често са ръководени от нуждата за печалба, в която не присъстват естетика, културна стойност и съхраняване на паметта на местната общност.

2.1 Причини за превръщането на човека в разрушител на културната памет

• Липса на осъзнатост към архитектурното наследство

Ниското образование и култура могат да насочат човек в неправилната насока. В много случаи поради невежест хората не могат да вникнат в значението на една сграда, в нейната естетика и функционалност, за да разберат нейната стойност. Това довежда и до неглижиране на запазването на културния свят.

• Липса на контрол и отношение на институциите

Нарушаването на закони бележи пикове в страната, като всичко това се прикрива и не се забелязва от масата хора. Липсата на контрол дава свобода да присъства вандализъм към сградите, да бъдат умишлено опожарявани или дори изцяло разрушавани.

• Загуба на автентиност с цел комерсиална продажба

Смяната на цялостния облик на сградата, породена от нуждата за реклама или придаване на друга функция, променя изцяло културната стойност на дадения обект. Унищожаването на архитектурния облик довежда до фатален край на историята, която някога сградата е разказвала. Така се подменя автентичната сграда с преизградена нова структура, която не е съхранила традициите на времето си, по отношение на пропорции, материал и техники.

2.2 Примери за загубите на архитектурни паметници

Тези негативи могат да се забележат в много от българските градове. Пример е морската столица на България – Варна. Наричана в миналото Одесос, тя е един от най-старите градове в държавата, който води своето развитие от 570 г. пр. Хр. и преминава през различни катарзиси, за да достигне до XXI в. Черноморският град е дом на множество сгради, датирани през различни десетилетия на историята. Благодарение на талантливите архитекти като Дабко Дабков, Петко Момчилов, Косьо Христов и много други, архитектурните паметници в града разкриват историята на миналото с изящество и красота. След 1990г. във Варна се развиват нови проекти, преустройства, а в началото на новия век се осъществяват реставрации на стари жилищни и обществени обекти.

Естетиката на сградите не се разкрива само в техния външен вид, но и в грижата за тях, правилна реставрация, мерки против разрушаване от атмосферните условия и вандализъм.

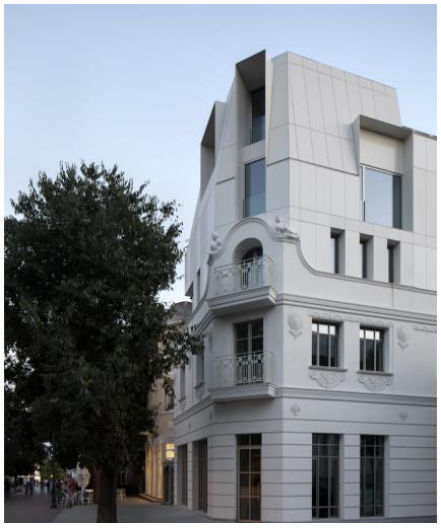
Много могат да бъдат примерите на архитектурните ценности на Варна, които са претърпели промени във времето заради човешката неосъзнатост. Характерен обект е жилищна сграда на бул. „Сливница“ № 15, на два етажа, датирана от 1923 г., която се намира на пешеходната алея, на ъгъла на бул. „Сливница“ и ул.„ Стефан Караджа“, като в съседство е хотел „Черно море“. Първоначалният вид на сградата е оформен с наличието на варо-пясъчни пластики, два декоративни орнамента по фронтона, изобразяващи детски фигури, дело на Кирил Шиваров. [1] (*Фиг.3)*

Фиг. 3 Жилищна сграда, бул. „Сливница“ № 15,2019 г. (източник: wikimapia)

Варненската сграда не е включена в списъка на архитектурните ценности на града, но прави впечатление със своето местоположение и смесена функция на обитаване – жилищна и обществена. Сградата става обект на реконструкция през 2021 г., като за постигане на сегашния облик архитектурната компания използва реплики на пластичните елементи**,** включително емблематичните скулптури на Кирил Шиваров. Това запазва малка част от идентичността на жилищната сграда, но това не е достатъчно. Макар че няма предоставен статут на културна ценност, сградата е част от ансамбъл с архитектурна стойност. Добавени са три допълнителни етажа, които създават неправилно съотношение на мащаба и симетрията на уличния фронт. *(Фиг. 4)* Надстройката на обекта се различава от цялостния образ– тя е строга, непропопрционална и не съответсва на вече изградените отвори на долните етажи.

Друг недостатък се явява в това, че първоначалните цветове на бледорозово и кремаво са заместени от еднотипен цвят– бяло, който не прави добър паралел с околната среда. *(Фиг. 5)* Новоизградената част на сградата губи своята идинтичност чрез наличието на друг вид структура на нейната фасада–окачени панели. Въпреки стремежа за опазване на елементи от стария обект, оригиналната двуетажна сграда с нейните пластични детайли, мащаб и атмосфера е почти изцяло погълната от модерната надстройка. [2] Автентичната реставрация е заместена от желанието за постигане на съвременен нов модел, който създава предпоставка за изчезването на историята и паметта за дадения архитектурен обект. Сградата вече не разкрива културната памет, а прави паралел със съвременния лукс и визуалния прототип на модерния град. *(Фиг. 6)*

Фиг. 4 Поглед към обект на бул. „Сливница“ №15, главна фасада, по време на реконструкцията 2021 (снимка: vsk-bg.com/slivnitsa)

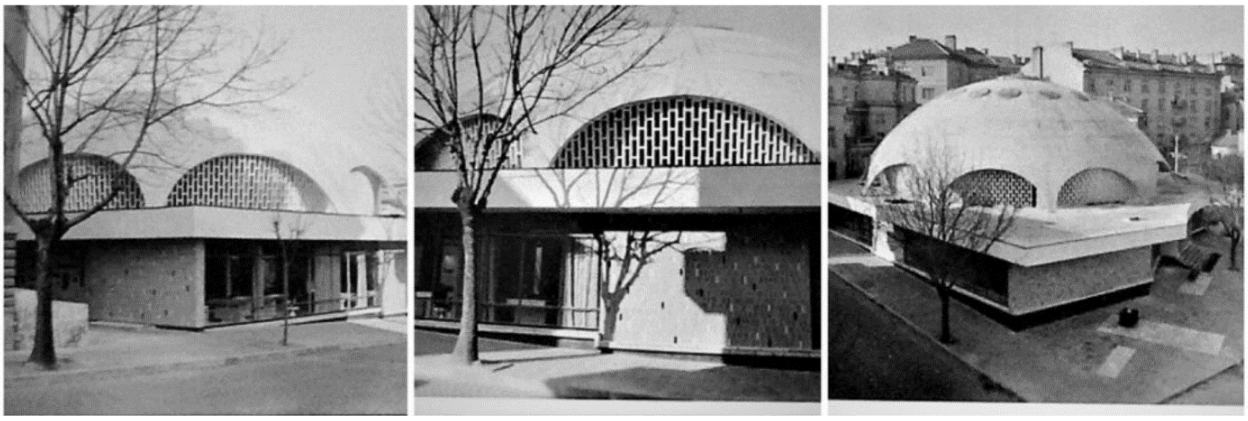


Фиг. 5 Поглед към обект на бул. „Сливница“ №15, главна фасада на завършен обект 2023 г. (снимка:.starh.bg)

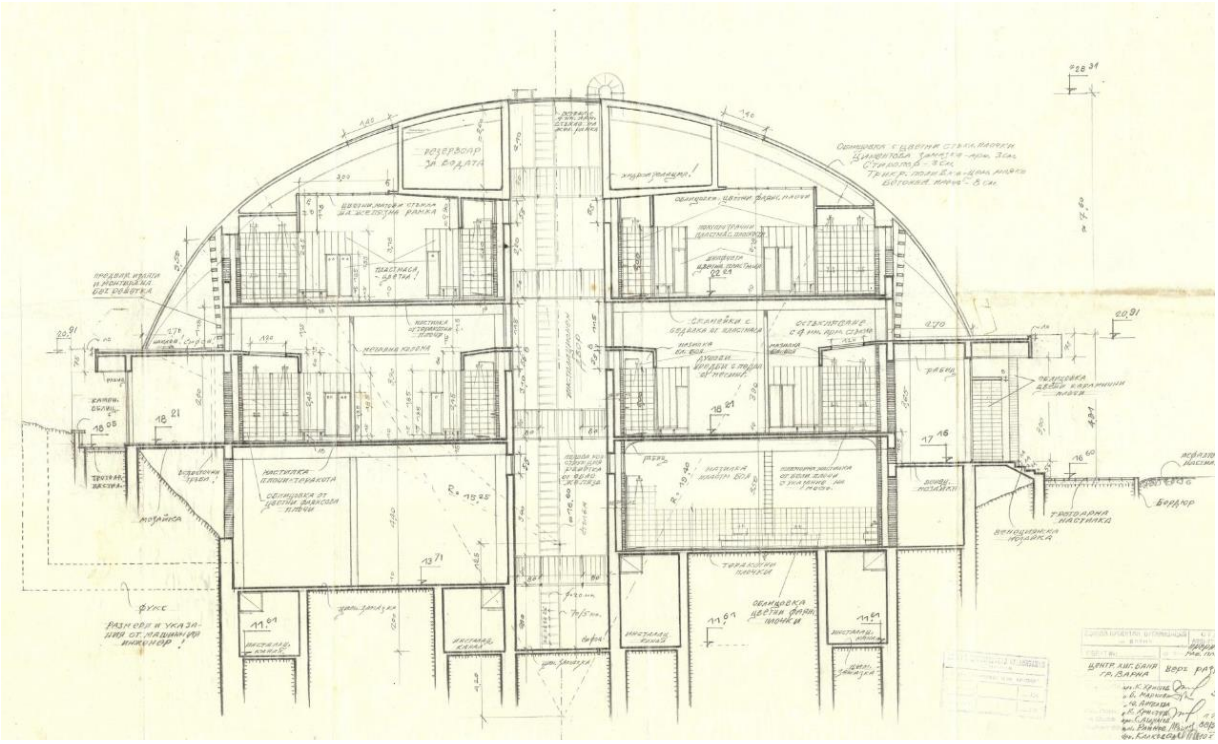
Фиг. 6 Поглед отгоре на вече завършен обект на бул. „Сливница“ №15 2023 г. (снимка:.starh.bg)

Друг пример за погубване на наследството на Варна е обществената баня „Гъбата“, намираща се на ул. „Стефан Стамболов“ №16 в централната част на Варна, в близост до площад „Независимост“ и до Гръцката махала. Сградата е емблематична градска структура,

построена между 1963 г. и 1966 г. по проект на арх. Косьо Христов. *(Фиг 7)* Градската баня се отличава със своята куполовидна конструкция, която е вдъхновена от спиралата на раковина. „Гъбата“ е била една от най-модерните бани за времето си и е събирала множество посетители, като така тя се превръща и в един от символите на модерната българска архитектура от средата на XX век. Тя продължава първоначалната си функция на баня до началото на XXI в., като след това преустановява основното си предназначение, а като действащи остават магазини и фризьорски салон. *(Фиг. 8)*



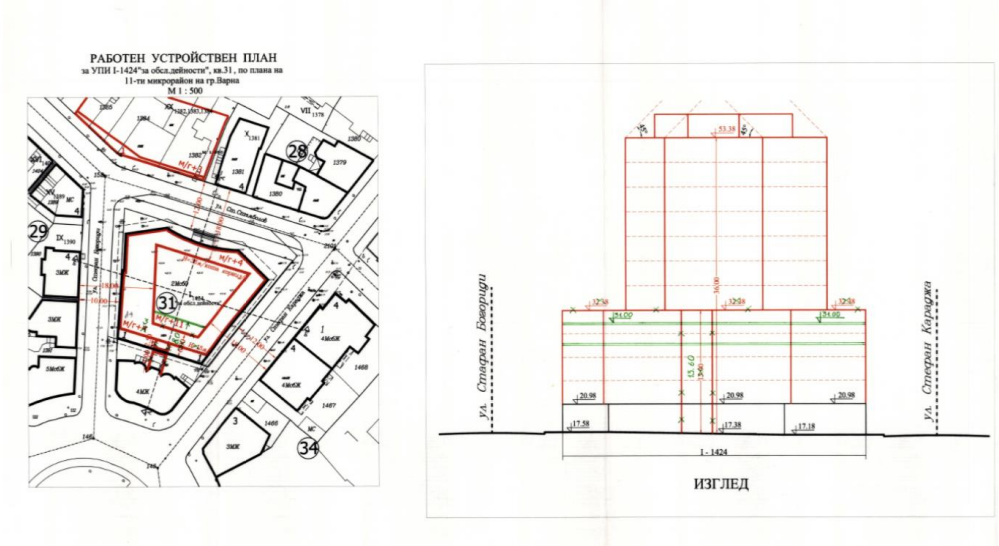
Фиг 7. Обществена баня „Гъбата“ (снимки :.dnevnik.bg)



Фиг. 8 Разрез на обществена баня „Гъбата“ (снимка :.dnevnik.bg)

Варненският обект „Гъбата“ е характерен пример за архитектурна ценност на миналия век. Въпреки своята важна роля, тя не получава статут на културно наследство на морската столица, с което не може да си осигури защита от държавата или общината. През годините имотът, на който е построена сградата, преминава през частни собственици, което я прави обект на личен интерес. През 2023 г. бившата градска баня е съборена поради лошото си техническо състояние, макар и да не е изготвено експертно мнение за състоянието на сградата.

На нейно място, с одобрен ПУП през 2015 г., теренът е подготвен за строеж на 12- етажна жилищна сграда. [3] *(Фиг . 9)*



Фиг. 9. Работен устройствен план и изглед на новата жилищна сграда
(източник на снимките: Прокет Варна)

Построяването на високоетажна постройка не е добре обмислено решение от страна на управляващите институции и архитектурната фирма. Варна, погледната от историческа гледна точка, е град с ниско застрояване, като отличаващи елементи на градоустройствената площ се явяват вертикалните обеми на хотел „Черно море“ и Общната. [4] Подобен тип силует на 12-етажна жилищна постройка в близост до входа на морската градина би нарушил хармнонията на вече изградената градска структура. Високата сграда не само изменя характера на централната градска част, но и притиска общественото пространство. *(Фиг . 10)* Разрушаването на „Гъбата“ разкрива пренебрежителното отношение на човека към културната памет от миналото и тенденцията към заличаване на местната идентичност в името на печалбата.

Фиг. 10. Проект на 12-етажна жилищна сграда (снимки: starh.bg) [5]

2.3. Добрият пример за съхраняване на недвижимото наследство на града

Въпреки негативното отношение на хората към опазването на културното наследство, в морската столица се наблюдат и примери на изключителна отдаденост към съхраняването на историята на сградата– такава, каквато е била.

Обект, представляващ запазването на автентичността е хотел „Париж“, намиращ се на ул. „Панагюрище“ №1 и ул. „Преслав“ №57. Сградата датира от 1906 г. по проект на арх. Геро Геров. Фасадата на хотела е ориентирана към неокласическата традиция, но с ясно изразени

декоративни елементи, като част от тях са: свити балкони с ковано желязо, орнаментирани корнизи, фасадна симетрия с подчертани вертикални линии, богато декориран вход с арка и каменни колони. Сградата, построена през 1906 г., е представлявала хотел на два етажа с наличието на мансарден керемиден покрив и пирамидален бароков купол.

Фиг. 11. Хотел „Париж“ 1906 г. (снимка: thesite24.net, статия на Десислава Василева) [6]

Вторият етаж на хотела бива унищожен през 1910г. от неволно предизвикан пожар. Година по-късно по проект на арх. Дабко Дабков сградата се възстановява. Промените се явяват в надстрояване на трети етаж и в промяна на покрива от мансарден към плосък, пирамидалният купол е заменен с гибел с монограм, в който е изписана годината 1906-та.

Фиг. 12. Хотел „Париж“ след реставрация след 1911г. (снимка: reddit.com, публикация на r/bulgaria)

Фасадата на новоизградената сграда се отличава с хоризонтално фугирана мазилка, създадено фризово поле над партерния етаж, в което са поставени големи пластични ромбове. Второ поле е образувано от етажния и подпрозоречния корниз, който обединява прозорците на първия етаж. В полето е поставена пластика от медальони и фугирани в тях кръгове.

В периода на установяването на комунистическия режим след 1944 г. сградата е национализирана. По това време в нея се помещава Втори милиционерски участък, което я превръща в строго административна сграда. С течение на времето постройката е изоставена, а

липсата на поддръжка, води до разпада на конструкцията. С началото на новия век започват процедури по реставрацията на хотел „Париж“, като през 2017 г. сградата е обявена за недвижима културна ценност с ансамблово значение.

Реставрацията на хотел „Париж“ започва през 2018 г. и приключва през 2023 г. Възстановени са автентичните фасадни елементи, като гибела с монограм, включително е запазен с характерния син цвят и декоративни орнаменти.[7] Реконструираната сграда е със статут на жилищна сграда, като за последен етаж е добавена съвременна постройка. Въпреки модерния си вид, мансардният етаж успява да съчетае историческата ценност на сградата и функционалните изисквания на новото строителство.

Фиг. 13 Хотел „Париж“ 2015 г. (снимка: thesite24.net, статия на Десислава Василева) [6]

Фиг. 14 Жилищна сграда „Париж“ 2024 г. след реставрация (снимка: albona.bg) [8]

Реконструкцията на бившия хотел „Париж“ във Варна е отличен пример за съчетаването на архитектурата на XXI в. и опазването на културното наследство в страната. Чрез внимателната реставрация и съхраняването на идентичността на сградата, както и добавянето на модерни удобства и допълнителни два етажа, способстват да се създаде идеалната симбиоза между запазването на културната стойност и съвременения стил.

3. Заключение

Опазването на архитектурното наследство представлява все по-голямо предизвикателство пред обществото. Чрез посочените примери става ясно различното отношение на човека в съхраняването на сградите. В първите два обекта се разкрива пренебрежението към опазването на културния обект. Въпреки че той не е част от културното наследство на града, това не е причина за неосъзнатата нужда от реставрацията на архитектурния паметник.

Правилният подход за запазването на наследството на определена територия е в откриването на баланса между миналото и настоящето и правилното му приложение на сградите. Чрез наличието на качествени реставрации и добре обмислени и приложени модерно функционални системи се разкрива свидетелството за културната памет. Пътят към правилното съхранение на сградите от миналото е в осъзнаване на значимостта на архитектурното наследство на града и в стремежа на човека към етстетика и усъвършенстване на културните ценности.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] https://www.buildingoftheyear.bg/bg/uchastnici/jilistni-sgradi-do-2000-kv-m

[2] https://citybuild.bg/news/proektyt-starh-renovirane

[3] https://stroiinfo.com/poveche-za-kazusa-s-banq-gubata/

[4] Пеков, Нягол; Казарски, Георги; ВАРНА АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО 1944- 1990-2020, Варна; 2020г.
[5] https://www.starh.bg/projects
[6] https://thesite24.net/zavarshva-restavracziyata-na-bivshiya-hotel-parizh-vav-varna/
[7] https://invarna.bg//
[8] https://albona.bg/paris

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

МАЩАБНОТО СТРОИТЕЛСТВО ПРИ РАЗРАСТВАНЕ НА ВАРНА ПРЕЗ ПЪРВАТА ПОЛОВИНА НА XX ВЕК

Иван Попов[1]

РЕЗЮМЕ:

След Освобождението през 1878 г. България е изостанала страна, а останалите европейски държави са в икономически възход. Още след възстановяването на България започват строителните дейности във Варна. Сред най-изявените архитекти са: Стефан Венедикт Попов, Желязко Богданов, Николай Хорозов - от първото поколение и Никола Лазаров, Димо Ничев, Георги Фингов, Никола Юруков и Дабко Дабков - от второто поколение варненски архитекти. Те са задали облика на Варна и са го превърнали в модерен за времето си град. Много са архитектурните обекти, включени в културното наследство на Варна. През първата половина на XX в. се прокарва канализацията, основните улици, строят се много административни и жилищни сгради и паркове.

Ключови думи: Архитект, строителство, разрастване, архитектура, облик

SCALE BUILDING IN CROWING IN VARNA IN THE FIRST HALF OF THE XX CENTURY

Ivan Popov[1]

ABSTRACT:

After the Liberation in 1878 Bulgaria is a backward country, while the rest of the European countries are on the rise economically. Already after the restoration of Bulgaria, construction activities began in Varna. Among the most prominent architects are:Stefan Venedict Popov, Zheliazko Bogdanov, Nikolai Horozov - frim the first generation and Nikola Lazarov, Dimo Nachev, Georgi Fingov, Nikola Yurukov and Dabko Dabkov from the second generation Varna architects. They defined the appearance of Varna and turned it into a modern city for its time. There are many architectural objects included in the cultural heritage of Varna. In the first half of the 20th century sewerage, main streets are laid, many administrative and residential buildings and parks are built.

Keywords: Architect, construction, growth, architecture, appearance

[1] Иван Попов, Съюз на офицерите и сержантите от запаса и резерва за Република България;
Ivan Popov, Reserve officers and noncommissioned officers union for the Republic of Bulgaria, e-mail:popovii@abv.bg

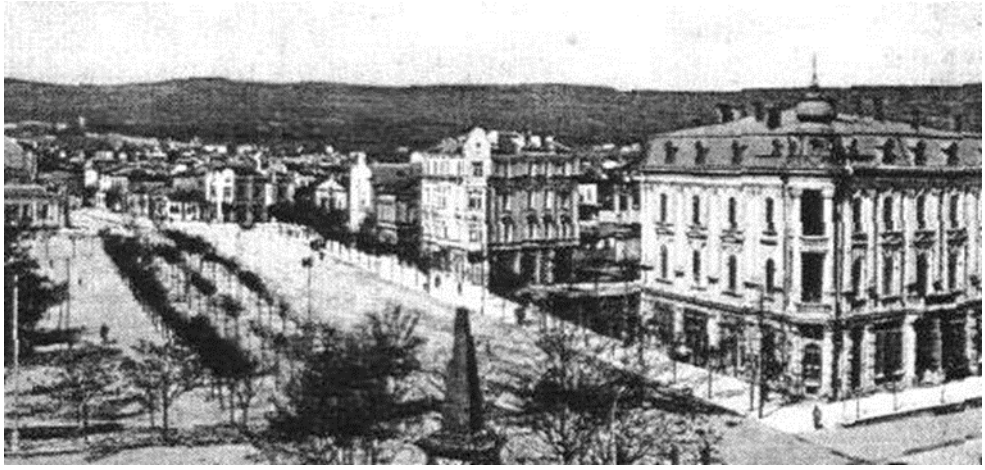
1. Увод

Варна е стар град, населен още от преди около 2600 г. За година на основаването на града се приема 572 пр. Хр. Първите заселници са милетските гърци, по-късно прониква римското влияние, а след тях - аварите и българите. През I в. сл. Хр. навлиза Християнството, а първи епископ на Одесос е Амплий. През годините тук са идвали различни народи и са станали паметни събития. Едно от тях е Битката на народите, както наричат битката на Владислав III Ягело и Ян Хунияди срещу Османската империя през ноември 1444 г. След дългия османски период Варна се освобождава. Приета е датата 27.07.1878 г., но през последните години се появи нова информация и някои изследователи я оспорват. При Освобождението Варна е средно голям за размерите на Третото Българско царство град с население около 24 500 жители. За около четири десетилетия населението се удвоява. След Втората Световна война числеността на Варна е приблизително 80 000. Както се вижда от статистическите данни разрастването на града е голямо. Като една от причините може да се посочи факта, че Варна е пристанищен град. Варна и Бургас са основните български пристанища. За този период Варна се е разраснал многократно, а заслуга за благоустройството на града имат архитектите. От облика на града се вижда, че те са били способни и са мислили с перспектива. При разглеждане на архитектурата на Варна се спирам на направеното през първата половина на XX в., някъде до Втората Световна война. През този период са творили много архитекти, чиито заслуги за благоприятния облик на града са големи. В днешни дни дори и при многото промени и масовото застрояване на незаетите терени си проличава първоначално зададения облик.

2. Сведения за Варна

Към настоящия момент Варна е трети по големина град в България с население над 340 000 души. За близо век и половина броят на хората във Варна е нараснал цели 14 пъти. Увеличаването на хората изисква подобряване на инфраструктурата: нови жилищни помещения, магазини, болници, училища, улици и други. В географско положение край Варна се намира Варненското езеро, което малко стеснява възможните страни за разрастване на града, а на север - Франгенското плато. В това отношение изглежда че Бургас е в по-неблагоприятна ситуация, поради наличието на три големи езера наоколо. Районът на Варна е подходящ за разширение от много места. Към началото на XX век Варна е бил само на територията на сегашната Гръцка махала, която наричаме още “Старата част”, широк център и до към ул. “Отец Паисий”. Военноморското училище и Дворецът на спорта и културата, както и старите гробища са били извън града. Отначало градът основно е бил пристанищен и поминъкът на хората е бил мореплаването и риболова. След подписването на Ньойския договор през 1919 г. Южна Добруджа е несправедливо отнета от България в полза на Румъния и износът на зърно, който се е осъществявал от Варна намалява. Зърното е идвало от Добруджа, а след предаването ѝ на Румъния не е имало производство на жито и необходимост от износ. Всичкото зърно е отивало за изхранване на българския народ [1]. Към началото на XX в. Варна бележи голям ръст на населението, заетостта, промишлеността. Благоприятно за развитието и разрастването на Варна се отразява и построяването на много промишлени заводи и предприятия в град Девня, който е само на 30 км. и в Западната промишлена зона. Започва мащабно строителство на сгради и подобряване на инфраструктурата. За целта много архитекти са работили във Варна и техните заслуги се споменават по време на празниците. Някои от тях не са родени, но са живели във Варна, а има дори и чужденци, особено в периода след Освобождението на България от Османско господство. Центърът на Варна *(Фиг. 1)* е имал съвсем различен вид.

Архитектите са влагали всичко за изпълнение на основната цел - Варна да стане добър град с развита инфраструктура и достатъчно сгради за осигуряване на нормалния живот на жителите. Отначало градът се разширява и населението се увеличава с много бързи темпове. Разбира се трябва да има паркове и зони за отдих. В тази насока е работил най-вече Антон Новак - създателя на Морската градина и още много паркове в града и околностите.



Фиг. 1: Центъра на Варна от 20-те години на XX в.
Източник: Разказ за Стара Варна в снимки – Лора Минева, 17.09.2023 г., публикувано в TheSite24.net

В началото на XX в. ул. "Преслав" *(Фиг. 2)* е била главната улица за града и затова на нея има много красиви сгради, ползвани от администрацията по това време.

Фиг. 2: Улица "Преслав" в началото на XX в.
Източник: „Улиците на Стара Варна"

На ул. "Преслав" (сега "Велики Преслав") се намират: Сградата на Областна управа, Командването на Военноморските сили (ВМС), Дружество за българо-чешко-словашка дружба "Томаш Масарик", Арабската сладкарница, Държавната опера, Ню Йоркър (бившата Валентина, в двора на която има стара колона), Дом на архитекта, Окръжния съд, сградата на филиала на Тракийския университет, бившата Експрес банк, Областна дирекция МВР, много магазини и жилищни сгради. Преди на ул. "Преслав" са били: Управлението на пристанището, Митницата, общинска сграда "Белидие хаане", конакът (сега Държавния архив), политическия център, банка "Напредък"[2]. Улицата минава през площада, където е Шадравана и се организират коледни мероприятия и културни прояви. Архитектурните стилове и направления, които са ползвани в сградостроенето са най-разнообразни – необарок и класицизъм, сецесион, мудехар, арт деко и неоготика [2]. Поради многото стари запазени стари сгради се взе решение настилката на ул. "Велики Преслав" да бъде паваж.

3. Чуждестранните архитекти

Първия градски архитект е Сава Димитриевич. Като архитект и началник на техническия отдел през периода 1893-1900 г. работи и арх. Анри И. Пиер. Негов проект е къщата на Асарето – известен като италианското консулство (сега в сградата се помещава Военноморския музей),

както и сградата на благотворителното дружество “Майка” (на центъра, сега там е военното комендантство и матроския клуб). Италианският архитект Валентино проектира и строи католическата църква “Безгрешното зачатие на Св. Богородица” на ул.”Преслав” - срещу Областния съвет. Австрийският архитект Румпел Маер проектира и строи двореца “Евксиновград”. Същият е довършен от швейцарският архитект Херман. Всички сгради на швейцареца проектирани и построени, са тържествени в монументален стил, като умело са вградени класическите форми и добре пропорционирана външна и вътрешна архитектура [1]. Процесът на търсене и намиране на подходящи архитекти е резонен, като се има предвид скорошното Освобождение на България от Османско владичество и липса на подготвени и обучени кадри.

4. Архитектите от първото поколение

- Стефан Венедикт Попов - Български архитект, роден през 1889 г. във Варна. Баща му Венедикт Попов е бесарабски българин. Завършва правни науки в Европа, след което идва в прародината. “Назначен е за съдия в Русенския апелативен съд, а след няколко години се премества във Варна. Става окръжен управител и народен представител. Тук се жени за гъркиня. Синът Стефан Венедикт Попов завършва със златен медал класическия профил на Мъжката гимназия и заминава за Белгия, за да следва архитектура. Не след дълго се прехвърля в Германия и взема диплома в Мюнхен тъкмо в навечерието на Балканската война. Завършва в съкратен срок Школа за запасни офицери и участва като младши офицер във всички войни” [3]. Към края на Първата световна война е ранен тежко, като за това получава военно инвалидна пенсия. Награждаван е с орден за храброст. Работи на частна практика, ерудит, владее шест езика, свири на три инструмента, отличен оратор и с всестранни познания. “Осъден е от Народния съд на 15 г. затвор, от които излежава пет. Семейството му е екстрадирано, имотът национализиран, а имуществото разграбено. Умира на 2.IX.1956 г.” [4]. Основни сгради, проектирани и построени от Стефан Венедикт Попов:

- сградата на бул. “Княз Борис I” №46 (къщата на търговеца Мешу);
- сградата на бул. “Владислав” №7 (къщата на аптекаря Новкиришк);
- халите на улица “Сан Стефано” (сега съборени);
- сградата на бившето Съветско консулство на ул. “Братя Шкорпил” №22;
- първата жилищна кооперация в града на бул. “Приморски” №9, известна повече като “Плаж Варна” или като “сградата на Венедикт Попов” (тя е строена върху 340 кв. м на пет етажа с партер и магазини);
- къщата на Антон Пейчев на бул. “Сливница” №20 (бившият Окръжен комитет на БКП, сега Булбанк);
- сградата на Българското параходно дружество на бул. “Приморски”;
- къщата на Боян Блъсков на ул. “Преслав” №59;
- къщата на семейство Холевич на ул. “Драган Цанков”;

На името на Архитект Стефан Венедикт Попов има улица във Варна, местност “Траката”.

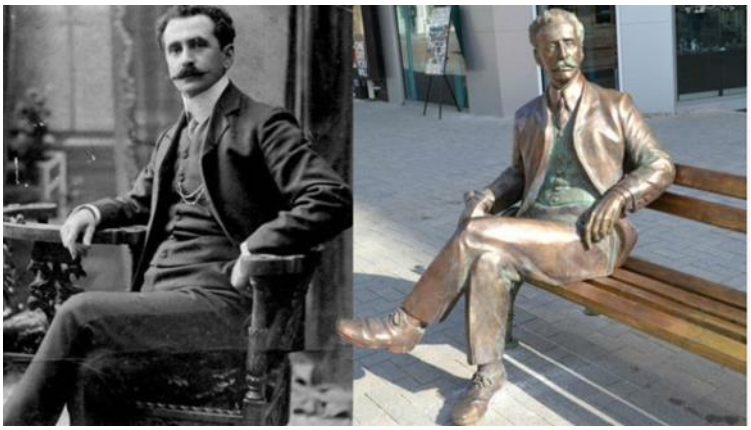
– Желязко Богданов - варненски архитект, творил през първата половина на XX в. Той е малко забравен от хората и за него не се споменава почти нищо. В Музей на нова история на Варна може да се намерят материали за архитект Желязко Николов. Неговата сграда на ул. “Дръзки” №1-3 на ъгъла е включена във Наследството на Варна [5]. Други негови сгради са: Морското казино (Приморски парк), апартаментна сграда „Балкан“ (бившият площад "Мусала", днес - "Независимост"), Популярната банка (ул. „Преслав“ № 69), Жилищна кооперация „Виктория“ (ул. „27-ми юли“ № 11).
– Петко Момчилов - роден е в Горна Оряховица, но твори в различни градове. В София основните му сгради са Минералните бани, църквата “Св. Седмочисленици” и Синодалната палата. Във Варна е оставил ярка следа с две характерни постройки: Регионалния исторически музей (РИМ), по негово време Девическата гимназия и сградата на Варненска и Великопреславска митрополия. Учил е архитектура в

Мюнхен и Прага [6]. През 1892 г. архитект Петко Момчилов печели конкурси за изграждането на два моста в Европа: в Будапеща на кралица Елизабет Брюне и Литийният мост на река Нева в Санкт Петербург.

5. Архитекти от второто поколение

Най-известният от това поколение архитекти е Дабко Дабков *(Фиг. 3)*, когото с право наричат "Строителят на Варна".

– Дабко Дабков - "българин, роден в Трявна на 21 януари 1875 г., тогава в пределите на Османската империя. Когато е малък, семейството му се преселва във Варна. Завършва с отличен успех Варненската мъжка гимназия, а след това следва висше образование архитектура в Мюнхен, Германия. Завръща се във Варна през 1899 година в Техническия университет в Мюнхен. В периода 1905–1912 година е архитект и окръжен инженер."[7].



Фиг. 3: Архитект Дабко Дабков - паметника на главната пешеходна улица във Варна (вдясно) и снимката, която е гледана при построяването му (вляво)
Източник: 144 години от рождението на арх. Дабко Дабков се навършват днес, публикувано на 21.01.2019 г. в БНР, новини

Аквариума, Дом на архитекта, Гранд хотел „Лондон", Зоологическата градина, кино-театър Ранков, сградата на щаба на ВМС, жилищни сгради на ул. „Шипка", къщи на бул. "Мария Луиза" и "Княз Борис", ВИНС, Търговската сграда и административни сгради на ул. „Преслав", Македонския дом, Католическата църква „Св. Архангел Михаил", Турската баня, хотел „Мусала", фабрика „Христо Ботев, хотел „Роял" [7] са само част от многото сгради, които Дабко Дабков е проектирал. Архитектът умира на 8-ми април 1945 г., но оставя след себе си ярка следа. Наричат го "Строителя на съвременна Варна". Много са заслужилите архитекти за Варна, но сред тях на първо място стои Дабко Дабков. Близо до някои от неговите сгради е направен негов паметник по снимка от 1922 г., седнал на пейка. Дабко Дабков е единствения архитект в България, на който са направили паметник. Големи заслуги за облагородяването на Варна с паркове има Антон Новак.

– Никола Лазаров е сред най-бележитите имена от архитектурната история на България. На 32 години той става първият архитект, избран за депутат в Народното събрание [5]. Негови забележителни постройки са: Дворец Евксиноград, хотел "Сплендид" на ул. "Братя Шкорпил", Драматичния театър "Стоян Бъчваров", Народно читалище "Варненски будители - 1926", Висшия икономически университет, много жилищни и административни сгради.

– Геро Геров - проектирал е жилищни сгради на ул. "Панагюрище", "Велики Преслав", "Одрин", складовата база на ул. "Софроний Врачански" [6]. Негов проект е Арабската сладкарница, собственост на търговеца Абут Халбуни.

– Георги Костов - твори в началото на XX век. Проектирал е много сгради, най-известни от които са: хотел Ню Йорк, жилищни сгради в старата част на града: ул. „Георги Живков" №1А, ул. "Шипка" №3, бул. "Приморски" №43 , ъгъла на ул. "Епископ Константин", ул. "Русе" №15, ъгъла на. ул. "Кръстю Мирски", ул. "София" №26 [6].
– Камен Горанов - архитект с големи заслуги по-скоро за възстановяване и реставриране на много от старите сгради и придаването им на добър вид. Най-значимите обекти във Варна и региона, върху които архитект Камен Горанов е работил са: Планетариума, парк-музей "Владислав Варненчик" и зала "Съединение" – днес филиал на Драматичния театър във Варна, Музеят на мозайките в Девня, паметникът на Българо-Съветската дружба, Пантеона. Голям е приносът на Камен Горанов за консервацията, реставрацията и адаптацията на стари сгради. Много от неговите чертежи и разработки се съхраняват в Държавния архив. Във фоайето на Регионалната библиотека „Пенчо Славейков" във Варна е подредена и изложбата „Наследството на Камен Горанов".

6. Архитектурни паметници във Варна

Навсякъде из България има интересни постройки, обявени за архитектурни паметници. Във Варна те не са никак малко. По-известни и интересни са; улица "Велики Преслав", площад "Независимост", Дома на архитекта, хотел "Мусала", Доктор-Шишковата градинка (площад "Екзарх Йосиф"), сградата на Командването на Военноморските сили (ВМС), Юнашкия салон, Операта, някои сгради в старата част, Етнографския музей *(Фиг.4)*, Градския часовник, Военноморския клуб, Аспаруховия мост, Държавния архив и други. Много от тях за знакови за жителите на града и дори се възприемат от жителите като символи.

Фиг. 4: Етнографския музей във Варна
Източник: Официален туристически портал на Варна

Старата част на Варна е добре запазена и доколкото е възможно, предвид мащабното строителство много артефакти са запазени. Символите на Варна са три типа [8]:

– към първият спадат характерни архитектурни постройки: Делфинариума, Аквариума, Двореца на спорта и културата, Военноморското училище (ВВМУ), Планетариума, Парк-музея "Владислав Варненчик", Фестивален и конгресен център (ФКЦ), хотел „Черно море", Ботаническата градина;
– втората група са свързани с историята на града: езическия бог Дарзалас, Римските терми, Конникът, изобразен на монети и печати от I в. пр. Хр., светилището на Хигия и Асклепий, съкровището от Варненски халколитен некропол;

– третата група са по-скоро любими на хората места из различни райони в града; Катедралата, Пантеона, Морското казино, Морската градина, Вълнолома, Аспаруховия мост [7].

Към Съюза на архитектите в България има клон - дружество Варна. На Осмия извънреден конгрес на Съюза на архитектите в България, проведен във Варна през 1991 г. е взето решение за възстановяване на Камара на архитектите.

7. Дом на архитекта.

Домът на архитекта *(Фиг.5)* се намира до хотел Мусала в някогашната турска махала. Той е характерна красива сграда, построена през далечната 1850 г. Била е собственост на Зейнет бей Пашаолу, богат турски търговец. Сградата на Дома на архитекта се състои от приземен каменен етаж и още два етажа над него, които са дървени. Централната фасада е триделна, средната част изнесена напред като ос с последен етаж еркер, носен от четири дървени колони, стъпващи върху дървена балюстрада. Интериорът е не по-малко забележителен от фасадите, тъй като се е проявила далновидност да се реставрират дърворезбованите тавани, стълбища и балюстри [9].

Фиг. 5: Дом на архитекта
Източник: „Дом на архитекта, Варна“ – БНТ2, предаване „10000 крачки“, 20.03.2019 г.

Любопитно е, че още при построяването си в тази сграда е имало кръчма на първия етаж с вход, чиято ширина остава непроменена повече от 160 години след строежа. През 1972 г. арх. Камен Горанов реставрира обекта и изгражда градинско пространство пред сградата, където е поставен паметник на поета Никола Вапцаров. В същата година в сградата се настанява Съюзът на архитектите, който ежегодно организира изложби, научни форуми и конференции. Към днешно време в Дома на архитектите е седалището на Камарата на архитектите. Сградата е е една от малкото, запазили се от преди Освобождението от Османско владичество. Отличава се с характерна архитектура и в цяла Варна има малко сгради в подобен стил. В София е учредено Българското Инженерно Архитектурно Дружество (БИАД), от което започва дейността си през 1893 г. Професионално сдружение на архитекти и инженери в България. През 1908 г., варненските архитекти и инженери учредяват варненски клон на БИАД, който се нарича Варненска Техническа Дружба. През 1991 г. се провежда учредително събрание на Камара на архитектите в България в комплекса „Св. Св. Кирик и Юлита”. Сега организацията на архитектите се нарича “Съюз на архитектите в България - дружество Варна”.

8. Сгради във Варна от първата половина на XX в.

Началото на модернизацията на Варна през XX в. се поставя с построяването на красивата сграда на Военния клуб, проектирана от архитект Тодор Бояджиев [9]. По-

характерните сгради от разглеждания период са: Аквариума, хотел “Лондон”, Драматичен театър “Стоян Бъчваров”, кино-театър “Ранков”, сградата на командването на ВМС, Дом на транспортните работници, Народно читалище “Варненски будители-1926”, административни и жилищни сгради на ул. “Одрин”, “Софроний Врачански”, “Дръзки”, “Велики Преслав” и други в старата част на Варна, Зоологическата градина, кино “Роял”, много хотели, Македонския дом, Сградата на районния съд, сградата на Операта, Етнографския музей, Градска художествена галерия “Борис Георгиев”.

Строителството на **жп гарата** започва през лятото на 1907 г. Използван е проектът, направен за Бургас след задълбочено проучване на големите европейски гари. Нейни автори са арх. Никола Костов и арх. Кирил Маричков (дядо на бас-китариста на група “Щурците”). Строителните дейности са прекъснати по време на войните жп гарата е завършена и открита през пролетта на 1925 г.

Централната поща е строена между 1930-1935 г., проектирана от архитект Ангел Момов [6]. Гарнизонният матроски клуб на бул. “Хр. Ботев” №7 е построена през 1900 г. Автор на проекта е френския архитект Анри Пиер. Сградата на Варненска и Великопреславска митрополия е от 1901-1902 г.

Всички стари постройки във Варна са модернизирани и поддържани. От практиката се забелязва, че при строеж близо до стара сграда - архитектурен паметник често тя се унищожава с оправданието “срутила се е при строителни дейности” [10]. Пример за това е сградата на старата **Военна болница** на ул. “Опълченска”.

За модернизирането се използват следните три метода:

- подмяна поради амортизиране е приложен в сграда, реализирана в център на Варна;
- за подмяна на автентична архитектура е в резултат на масово прилаганото саниране на сгради, особено актуално след влизане в сила на Закона за енергийна ефективност, обнародван в ДВ. Бр. 98/ 14.11.2008 г.;
- подмяна на темпоралната характеристика на архитектурата и се отнася само за ново строителство, изграждано днес;

В първите два метода имаме движение от опазване на недвижимите културни ценности (НКЦ) през тяхното разрушаване/ деконструкция и след това към реконструкция/ нова структура [10].

От по-ранно време е **Висшето военноморско училище** (ВВМУ) и много от църквите и параклисите, а от по-късно време:

Двореца на спорта и културата, Фестивалния и конгресен център (ФКЦ), Планетариум “Николай Коперник”, хотел “Черно море”, Община Варна, сградата на РИМ Варна, Аспаруховия мост.

От най-новото време - Гранд МОЛ, МОЛ Варна, Двете кули, сгради Кампус, Лендмарк и други.

С настъпването на XX в. Варна много бързо се преобразява. След разглеждания период през първата половина на XX в. се наблюдава известно забавяне на темповете на строителство. Може би причината е трудната процедура по вземане на решение и одобрение от Община Варна. Според мен това до известна степен е оправдано, тъй като една постройка може да остане и след повече от век. Винаги трябва да се мисли с перспектива. Не случайно има българска поговорка “Три пъти мери, един път режи”, която за архитектурата важи с пълна сила. През новото хилядолетие отново сме свидетели на много бързи темпове на строителство и благоустройство на почти всички райони на града. След Освобождението на града трябва да споменем и кметовете за заслуга за бързото възстановяване и привеждане в съответствие с облика на другите европейски градове. Кметовете след Освобождението са ръководили добре Варна и са успели да намерят и убедят способни архитекти, които да работят за града по време на разрастването му. Заслуги за Варна имат Михаил Колони, Кръстьо Мирски, Янко Мустаков и още много градоначалници. В архитектурно отношение в България има запазени барокови сгради и в останалите водещи стилове от късното Средновековие, но са малко. Причината е

ясна - османското владичество. В началото на XX в. Варна започва да придобива един вид, който кореспондира с останалите европейски градове.

9. Заключение

Както се вижда през първата половина на XX в. строителството във Варна върви с пълна сила. Изграждат се много съоръжения, които задават облика на Варна веднага след Освобождението. През лятото населението му благодарение на туристи и курортисти се увеличава двойно. Много са архитектурните паметници и обектите, включени в културното наследство на Варна. С цел опазване на архитектурните паметници през 2020 г. беше създаден "Информационен регистър на недвижимото културно наследство на Варна"[11]. В основата на регистъра е изследване, извършено през 2015 г., по обществена поръчка на Община Варна за актуализиране на цялостния списък с недвижимо културно наследство на града. В него се съхранява географска, историческа, графична и документална информация за всеки отделен обект. Много са архитектите, които са работили и са оставили след себе си красиви сгради. Затова Варна е красив подреден град, приятно място за живеене. В годишната класация "Най-добър град за живеене" Варна печели през 2007 и 2008 г. Повечето архитекти, работили във Варна са почетени, като на тях са именувани улици, вписани са като почетни граждани в книгите, а единствен отскоро Дабко Дабков има паметник. Сред всички заслужили архитекти, много от които забравяме да споменем винаги на първо място се сещаме именно за него. Съвсем заслужено варненските жители са го нарекли "Строителя на съвременна Варна".

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Град Варна - история, факти и забравени неща, раздел "Европейските архитекти", публикувано в "Днес+", 06.11.2014;

[2] "Улица "Преслав" - историческа справка", 2016;

[3] Кацарски Г. "Стефан Венедикт Попов - между реториката, музиката и сградостроенето", статия, публикувана във вестник "Простори", януари 2006;

[4] Велев С. "Къщите на Варна - Кооперация Стефан Венедикт Попов, статия, публикувана във вестник "Черна море" на 26.07.2020;

[5] www.varnaheritage.com, раздел "Архитекти";

[6] "Старото архитектурното наследство на Варна, част 2";

[7] Попов И. "Символите и гербът на Варна", доклад, изнесен на конференция "География, регионално развитие и туризъм" в Шуменски университет "Епископ Константин Преславски", 04.11.2022;

[8] Попов И. "Дабко Дабков и Антон Новак с основен принос за съвременния облик на Варна" - доклад, изнесен на конференция "Епохи, личности, памет" в гр. Дряново, 04.10.2025;

[9] "История на Варна", "Варна след Освобождението", стр. 2;

[10] Веков С. "Накъде се движи недвижимото културно наследство на Варна"; "Известия на Съюза на учените - Варна", 2014;

[11] Иванова М. "Към въпроса за състоянието на недвижимото културно наследство на град Варна", Икономически университет Варна, 2023.

ГЕНЧО НОВАКОВ – СТРОИТЕЛ И РЕЗБАР

Милен Маринов[1]

РЕЗЮМЕ:

Представяме Ви, един споменат но неизследван цялостно тревненски майстор. Много често в забързаните проучвания се споменава името на твореца, но това е свързано с редица неточности и исторически неверни факти. В настоящият доклад са изследвани всички възможни източници, като са уточнени от годините му на живот и творчество до известни или по-малко популярни негови обекти. За първи път се представя като строител и дърворезбар с доказани негови произведения. Прави се частичен анализ на похватите му, творчеството и новаторството на майстора. В библиографията са цитирани от интервюто на майстора в списание БИАД -1902 г. до всички издирени публикации по темата , както и архиви от музея и община Трявна.

Ключови думи: Майстор, дърворезбар, храм, църква, камбанария, иконостас, царски двери, кондика.

GENCHO NOVAKOV – BUILDER AND CARVER

Milen Marinov[1]

ABSTRACT:

We present to you, a mentioned but completely unexplored master from Tryavna. Very often in hurried studies the name of the creator is mentioned, but this is associated with a number of inaccuracies and historically incorrect facts. In the present report, all possible sources are explored, specifying from the years of his life and work to his famous or less popular sites. For the first time he presents himself as a builder and woodcarver with proven works of his. A partial analysis of his skills, creativity and innovation of the master is made. In the bibliography they are quoted from the master's interview in BIAD magazine in 1902 to all searched publications on the subject, as well as archives from the museum and Tryavna municipality.

Keywords: Master, woodcarver, temple, church, belfry, iconostasis, royal doors, condica.

[1] Д-р.арх.Милен Маринов
Arch PhD Milen Marinov – arhmmarinov@gmail.com

1. Увод.

Генчо Новаков-Малкия е роден през 1838г. в махала Генчовци, Тревненско и е един от най-противоречивите и спорни майстори строители и дърворезбари. (*Фиг.1)*. Погрешно се смята от много автори, че Генчо Кънев-Големия и Генчо Новаков-Малкия са ученици на първомайстор Колю Фичето. Каква върховна заблуда те са доказани ученици на архитектон Димитър Сергюв от Трявна. За да ги различават са ги наричали Големия и Малкия. Повярвайте приликата е само по ръст и тегло но никак не е Малък Генчо Новаков. Той е роден през 1838г./доказано/ в село Генчовци в семейството на Новак Кираджи. Генчо единствен показал желание да учи за строител и резбар. Още осемгодишен го дават чирак при майстора резбар Генчо Тихолов от колиби Бижовци, после, когато напредва значително в занаята, при Никола Кънев от Томчевци и накрая, за да доизкусури майсторлъка - при Стоян Добрев от Генчовци. Макар да бил отличен резбар, Генчо все пак повече го влече строителството. Бащата не устоява на молбите му и го дава чирак при техния роднина уста Генчо Кънев, вече утвърден майстор строител.

2. Творчество.

Новаков получава майсторско звание - на 27г. при строежа на църквата „Успение на Света Богородица" в Габрово 1865г. - един от шедьоврите на Генчо Кънев-Големия. През 1880 година се отделя от Големия като строи първата си самостоятелна сграда – телеграфо-пощенската станция в Стара Загора, а едновременно с това възстановява разрушената през Освободителната война църква „Света Троица" и безистена в Ямбол. Всички обекти са разгледани по годините на съграждане. Много от тях се приписват на други майстори, но доказателствата са налице-писмени и характерните за него елементи, оформящи един характерен и разпознаваем почерк.

Първият проектиран и построен негов обект е Църквата „Св. Архангел Михаил" в с. Лесичери 1873г.[1] (*Фиг.2)*. Въпреки отделни недоказани твърдения, храма е проектиран и изграден от Генчо Новаков, като същото се документира и в тефтера на църквата, където са отбелязани плащанията и разноските по храма.

Фиг.1.Уста Генчо Новаков – Малкия, Архив Цаньо Антонов - ОДА Габрово

1 Уста Генчо Новаковъ интервю, статия в списание БИАД , Кн.5 и 6- София 1902г. 94-97стр.

Фиг.2.Църквата „Св. Архангел Михаил“ в с.Лесичери–завършена през 1873 година. снимка автора

След завършване на храма, Генчо Новаков резбова и царските или светите двери на иконостаса. (*Фиг.5).* Тук си личи още неоформения почерк на майстора. Ясни са заемките от Генчо Кънев Големия на западната фасада, както на южната и северната.

През есента на 1879 година настоятелството на габровската църква „Света Троица” решава на мястото на старата, вкопана в земята сграда да построи нов, висок и просторен храм. Поканили Генчо Кънев като майстор над майсторите, но той отказал поради голяма заетост. Тогава идва звездният миг за Новаков, който прави проект и го защитава пред църковното настоятелство. (*Фиг.3)*. От него е запазена само част от северната фасада, изработен е с молив върху платно и е подписан от майстора.

Фиг.3.Храм Св.Троица в град Габрово 1889 година. снимка интернет

Както пише в архивите, Мъглижкият манастир беше построен от Тревненски майстори и когато жителите на Мъглиж, решават да си направят нова църква те прескачан Балкана и пазарят най-известният Тревненски майстор уста Генчо Новаков-Малкия. Той приема и сътворява една барокова църковна сграда Храм Св. Великомъченик Димитрий- построен през 1891г. (*Фиг.4).* Камбанарията на храма е построена от местни майстори по-късно. Изработва и целият иконостас с царските двери през 1907 –1908г.

Фиг.4. Храм „Св. Великомъченик Димитрий“ в град Мъглиж- 1891г. - снимка автора

Храма е изграден с характерните за Майстора елементи и е бароков по своята същност и стил. Отдолу погледнат купола е елипса, пиластрите по стените са отчетливи прави по ъглите и тънки полуколонки маркиращи напречния трансепт. Храмът се намира в самостоятелен двор до преминаващото през селището дере. Иконостаса е следосвобожденски, имитиращ румънски или руски такъв-извисен с много дървени боядисани профили. Царските двери са типично негови като форма, мотиви и сцени. Фиг.5. При реставрацията на храма се разкриха много от характерните за почерка на майстора елементи, както архитектурни така и дърворезбени.

Фиг.5.Царски двери в храм „Св. Архангел Михаил“ с.Лесичери и в храм „Св. Великомъченик Димитрий“ гр.Мъглиж, снимките са на автора

Като дърворезбар Генчо Новаков се изявява блестящо, на всяка негова църква той се договаря за иконостаса или за царските двери да изработи. Иконостасите са повлияни от руските и румънските, изработени с фризове и колонки, барокови и с малко дърворезба, така наречените „следосвобожденски“ иконостаси. Царските двери са един ярък акцент, дърворезбен и позлатен в центъра на композицията. Кръста е водещ при композирането но

горния завършек, Генчо го обръща противоположно на „тревненските двери“-високата част е в края а ниската в средата. Завършека не е със змей а с птици, в човката на които има грозд. Използва много рози и листа на бук.Плетеницата е сложна и фина, гирляндите са тънки. Завършека на царските двери в Мъглиж е от две птици кълвящи слънчоглед като символ на мъдрост. Елипсата преобладава като медальон за изписване на сцената на благовещението. В долната част на дверите разполага като основа и един ред малки квадратни икони, като отражение на апостолския рен на иконостаса.

Най-големия храм на архитектон Димитър Сергюв е „Успение Богородично“ в Търговище. Първенците на богатото селеще Ески Джумая, отиват до Трявна и спазаряват най-известният майстор в цяла северна България-Димитър Сергюв. След освобождението пак се обръщат към възрожденския град да им изпрати майстор за камбанарията. Фиг.6. Проект имат за нея изготвен от италианския инженер Паул Фурлани, пребиваващ и назначен за градски инженер. Наемат Генчо Новаков-Малкия. Започва се работа, майстора изпълнява проекта на инженера, който е запазен. Стига се до средата на камбанарията и инженера започва да се меси в работата. Става скандал и Фурлани е изгонен от Търговище като Новаков завършва сам по свое усмотрение кулата. Прави я по-добре от проекта на инженера. И днес камбанарията на храма се извисява над покривите в града и внася един бароков оттенък на цялата структура. От долу започва с колонада и фронтон, преминава в класика и завършва с барок. Тя е добре пропорционирана, ритмична и ефирна в своя завършек.

Фиг.6.Храм „ Успение Богородично“ в град Търговище 1848-1849,1851г.–1899г. снимка автора

Следва работата на Генчо Новакав-Малкия в град Свищов на шедьовъра на първомайстор Колю Фичето- храма „Света Троица“. (*Фиг.7)*. Една от емблемите на Свищов и като завършен архитектурен образ на Фичето – но остава със започната камбанария, изградена до корниза, като майстора умира през 1881г. Свищовлии се обръщат към тревненските майстори и сключват съглашение с Генчо Новаков-Малкия да завърши камбанарията на прочутия майстор. Какъв творчески кураж и самочувствие се е изисквало да завършиш творба на такъв известен и всепризнат майстор. Генчо се наема, сключва договор, където изрично се споменава никой да не му се меси и да не гледа работата докато не я завърши. Започва, огражда строежа с плътна ограда и работи като каменоделец, наравно със всички майстори. В спомените се записва един интересен факт. Пристига господин, добре облечен и от далеч, преминава през оградата и търси главния майстор. Изскача Генчо с работни дрехи на каменоделец, като госта иска да види проектите на майстора. Тогава Новаков се ядосва „…грабва една гьостерица“… и го изгонва най-позорно от обекта“.

Фиг.7.„Св.Троица" Свищов 1865-1867,1883г. стара картичка

Новаков изгражда един бароков завършек на камбанарията, отличаващ се коренно от тялото на храма. Ефирен като корона, насадена на квадратното тяло на основата. Отличаваща се от строгите куполи на постройката и завършваща с характерната луковица с тамбур-експресивен и вертикална част, ограничена от две „шийки". Както винаги добре пропорционална, контрастна и запомняща се. Динамика и ефирност като един своеобразен завършек върху скучната основа.

Генчо изгражда и малки обекти, пример е тази малка камбанария на една селска църква „Света Параскева" в село Никюп, Великотърновско. (*Фиг.8)*. Майсторството му проличава и в малките по обем строителни обекти. Двуделно каменно тяло, първото до земята –по-ниско, оформени чрез семпли елементи, с корнизи и пиластри. Връхна част от червени тухлички и купол с тамбур. Осмостена е украсен с полуколонки и завършващ корниз. Елипсовиден прозорец над вратата, която е обрамчена с фин камък. Това е голям творец и в наглед дребните задачи, откриваме творческите му похвати.

Фиг.8.Камбанарията на църквата» Св. Параскева» 1850-1852г. в село Никюп, Търновско снимка автора

Камбанарията на храм «Свети Георги» в град Трявна е един от спорните обекти на майстора. Според Вера Христова-тревненски изследовател, автор е Генчо Новаков и е изградена между 1902-1912г. *Фиг.9.*

Фиг.9.Камбанария на църква Св.Георги в град Трявна 1902-1912г.снимка автора

Храм „Свети Георги“ в град Трявна е изграден през 1848-1852г. от архитектон Димитър Сергюв учител на двамата Генчо Кънев и Генчо Новаков. Храма е трикорабна скрита базилика с голям балкон обикалящ околовръст на наоса. Късната камбанария умело ляга над притвора и хармонира с тялото на храма. Подкрепям твърдението на Вера Христова и смятам, че неин майстор е Генчо Новаков. Трявна е родното място и е изпълнявал желанието да е без много украси, да е измазана и отличаваща се от каменното тяло на храма. Тук виждаме класиката на един улегнал и зрял майстор.

Ще разгледаме и два храма в южна България, за които той споменава в интервюто пред списание БИАД. Това са Храм „Св.Димитър“ село Винарово, Чирпанско, през 1897г. (старото име е Куртбунар) и Храм „Св.Димитър“, с.Калояновец -1873г. (Старо име Джамбаето). (*Фиг.10)*. Открити са чрез приравняване на старото име и търсене на сегашното наименование на селището. Двата храма не са изследвани но категорично носят белезите на Генчо Новаков-Малкия.

Фиг.10. Храм „Св.Димитър“ село Винарово, Чирпанско и Храм„Св.Димитър“, с.Калояновец, снимките са от интернет

3.Заключение.

За първи път в настоящето изследване се събира творчеството на един виден тревненски майстор като строителство и като дърворезба. То е пръснато на много места из пределите на страната ни. Очертава се неговия творчески почерк и стил, както в архитектурата така и в дърворезбата на иконостасите. Почеркът е на уникален творец и новатор, разпознаваем и характерен за автора. В научната литература е известен като майстора на камбанарии, но това изследване потвърждава умението му да проектира и реализира сложни обекти като храмове, камбанарии и да демонстрира собствен почерк и стил при дърворезбата. Като човек е бил конфликтна личност, не е бил обичан от своите колеги и не оставя свои ученици. Бил е неграмотен едва е подписвал името си, но е чертаел, проектирал и рисувал невероятни за времето си сгради и дърворезбени иконостаси. Все още за някои обекти се спори, не са изяснени годините на завършването им, но авторството му е категорично. Тепърва ще се обогатява с нови малко известни строежи и анализи, като се изяснява и хронологията на творчеството му. Представихме един достоен творец и новатор на българското архитектурно и дърворезбено изкуство. Генчо Новаков-Малкия се разкрива пред нас със своя уникален почерк като виден и самобитен творец – архитект и дърворезбар.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Уста Генчо Новаковъ интервю, статия в списание БИАД, Кн.5 и 6- София 1902г. 94-97стр.

[2] Асен Василиев, Български възрожденски майстори, София 1965г., 129-131стр.

[3] Христина Милчева „За майсторите Цветорезците и зографите“ София 1967г., 47-50стр.

[4] Николай Тулешков „Храм Успение Пресветия Богородици“ Търговище 2002г., 19-24стр.

[5] Николай Тулешков „Архитектурното изкуство на старите българи “, том 3, София 2006г., 26-27стр.

АНАЛИЗ НА ГОРСКИТЕ ПОЖАРИ В БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ 2024 Г.: ПРИЧИНИ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПОУКИ ЗА БЪДЕЩЕТО

Иво Кожухаров[1], Борис Прешелков[2]

РЕЗЮМЕ:

През 2024 г. в България се развиха редица големи горски пожари, които засегнаха значителни площи и доведоха до сериозни икономически и екологични щети. Анализират се климатичните фактори, човешката дейност и състоянието на горските екосистеми като причини за пожарите. Разглеждат се методите за реакция и управление на кризи при големи горски пожари, включително ефективността на противопожарните служби и координацията между институциите. Предлагат се конкретни мерки за подобряване на превенцията и реагирането при бъдещи пожари, с цел намаляване на риска за населението, инфраструктурата и горския фонд.

Ключови думи: горски пожар, управление при кризи, ефективност на противопожарните служби, координация между институциите

ANALYSIS OF FOREST FIRES IN BULGARIA IN 2024: CAUSES, CONSEQUENCES, AND LESSONS FOR THE FUTURE

Ivo Kozhuharov[1], Boris Preshelkov[2]

ABSTRACT:

Climate factors, human activities and the forests' ecosystem condition are analyzed as causes of the fires. The response and crisis management strategies for large forest fires are examined as well as the efficiency of the firefighting services and institutional coordination. There are specific measures proposed in order to improve prevention and response to potential future fires aiming to reduce the risk to the population, infrastructure, and the forest fund

Keywords: forest fire, crisis management, effectiveness of firefighting services, inter-institutional coordination

[1] Иво Кожухаров, студент, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“
Ivo Kozhuharov, student, Varna Free University „Chernorizets Hrabar“, ivaka2481bg@gmail.com
[2] Борис Николов Прешелков, д-р, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“
Boris Nikolov Preshelkov, Phd, Varna Free University „Chernorizets Hrabar“, boris.preshelkov@vfu.bg

1. Увод.

През 2024 г. в България се развиха редица големи горски пожари, които засегнаха значителни площи и доведоха до сериозни икономически и екологични щети. Броят на пожарите в отрасъла „Горско стопанство“, сравне с общия брой пожари през последните пет години [2] е показан в Табл. 1.

Табл. 1. Брой на пожарите: общо за страната и в „Горско стопанство“

ГОДИНА	ОБЩО ПОЖАРИ СЪС ЗАГУБИ	ГОРСКО СТОПАНСТВО	% ОТ ОБЩИЯ БРОЙ
2024	7832	326	4,16
2023	7464	188	2,52
2022	7783	219	2,81
2021	7485	164	2,19
2020	7573	204	2,69

Както броят, така и делът на горските пожари са се увеличили скокообразно през 2024 г. В сравнение с 2023 г., увеличението е със 73 % като брой пожари и с 65 % като дял от всички пожари.

Нехарактерното увеличение може да бъде изяснено чрез анализ на възникналите през 2024 г. горски пожари, с помощта на който да се изяснят причините и да се направят препоръки за ограничаване щетите от горски пожари.

2. Статистически преглед.

2.1. Общ брой пожари и засегнати площи

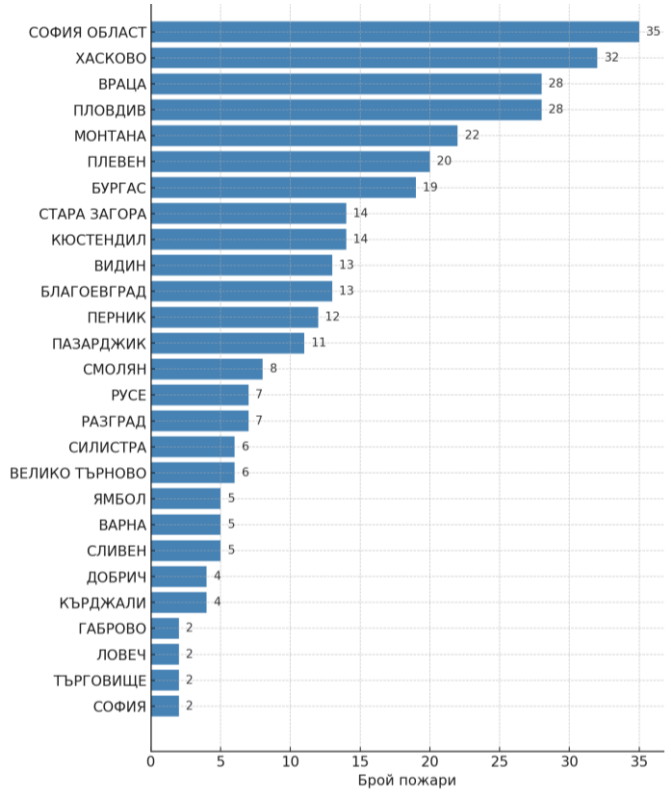
През периода 01.01.2024 – 31.12.2024 г. в горските територии на страната са възникнали общо 326 горски пожара. Тези пожари са обхванали сумарно около 163 242 декара територия. От тях значителна част са горски площи (около 120 хил. дка), а останалите – земеделски земи, храсти и сухи треви. Това показва мащаба на щетите, нанесени върху горския фонд през годината.

2.2. Териториално разпределение

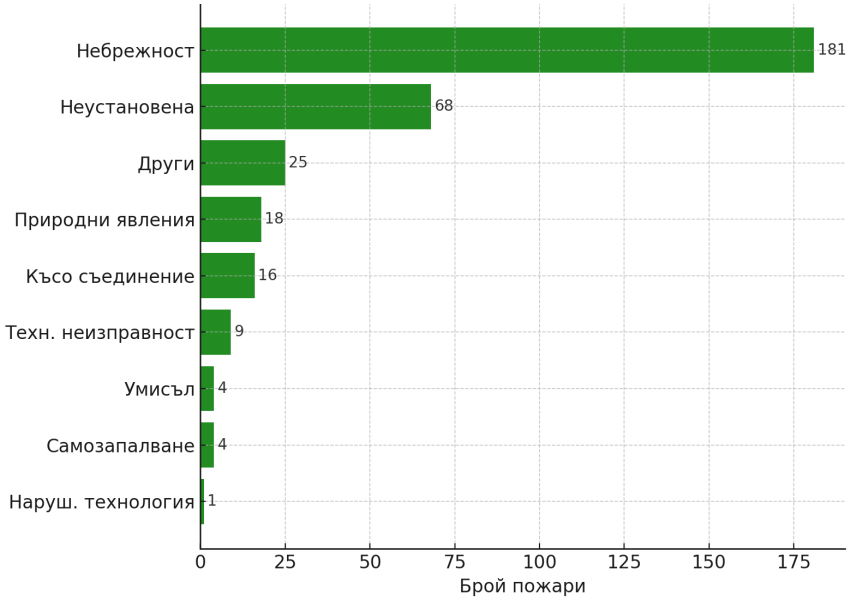
Горските пожари през 2024 г. са разпределени неравномерно по области. Софийска област е с най-много регистрирани пожари (35 случая), следвана от област Хасково (32) и областите Пловдив и Враца (по 28). Високата честота на пожари в южните и западните части (напр. Хасково, София-област) може да се свърже с по-сухото и горещо време там през летните месеци. В някои области, като Шумен, няма регистрирани големи горски пожари през 2024 г. Това териториално разпределение е илюстрирано на Фиг. 1, като се вижда, че огнищата са концентрирани в определени региони.

2.3. Причини за възникване

Основните причини за горските пожари през 2024 г. са човешки фактори. Най-честата посочена причина е небрежност при боравене с открит огън – присъства при 181 случая (около 55% от всички пожари). Това включва непредпазливо палене на сухи треви, огън оставен без контрол, изхвърлени незагасени цигари и др. На Фиг. 2 е показано разпределението на пожарите по причини – ясно се вижда доминиращият дял на небрежността. В значителен брой инциденти причината остава неустановена (68 случая, ~21%), което говори за трудности при разследването на някои пожари. Други причини (напр. селскостопански дейности, искри от машини) обхващат 25 случая (~8%), а природните явления (главно мълнии) – 18 случая (~6%). Умишленото причиняване на пожар (умисъл) е сравнително рядко – регистрирани са 4 случая на палеж. Също така са отбелязани единични инциденти поради самозапалване (4 случая, напр. самозапалване на сметища или торф) и техническа неизправност на машини (9 случая). На Фиг. 2 са обобщени тези данни, като се откроява доминирането на небрежността като причина за горските пожари.



Фиг. 1: Брой горски пожари по области в България през 2024 г. Най-много пожари са регистрирани в София-област (35), Хасково (32) и др., докато в някои области (напр. Шумен) липсват значими горски пожари.

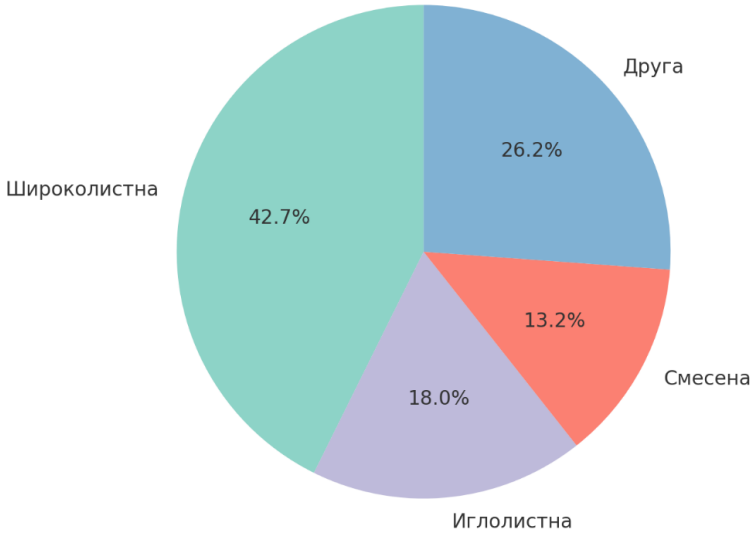


Фиг. 2: Разпределение на горските пожари през 2024 г. по причини. „Небрежност“ (181 пожара) е водещата причина, следвана от неустановени случаи (68). Делът на умишлени палежи и природни явления е сравнително малък.

Възникването на много голям брой пожари в резултат на човешка небреждост показва, че тези човешки действия са се осъществявали среда, благоприятна за възникването и бързото разпространение на пожари. Това се обяснява с повишените температури през 2024 г. и силата на вятъра, които са спомагали за възникването на грешки при боравенето с огкрит огън.

2.4. Засегнати горски типове

Пожарите през годината са засегнали различни типове гори. От общата изгоряла горска площ (около 120 хил. дка), широколистните гори са най-силно засегнати – приблизително 69 662 дка (около 42.7% от всички опожарени площи). Иглолистните гори заемат около 29 316 дка (18.0%), а смесените гори – около 21 567 дка (13.2%). Останалите около 42 697 дка (26.2%) се отнасят до други територии – предимно храсти, сухи треви, горска постеля и нелесни насаждения, които също изгарят при пожарите. На Фиг. 3 е показано процентното разпределение на изгорелите площи по вид на горската растителност. Прави впечатление, че широколистните гори формират най-големия дял – вероятно поради по-големия им териториален обхват и горивна маса, както и няколко големи пожара в дъбови и букови гори. Иглолистните гори, макар по-леснозапалими, представляват по-малък процент от опожарените площи, тъй като през 2024 г. големите пожари са били концентрирани повече в смесени и широколистни масиви.



Фиг. 3: Разпределение на изгорелите площи през 2024 г. по вид гора. Широколистните гори (42.7%) и другите територии (26.2% – сухи треви, храсти и пр.) заедно съставляват близо 70% от засегнатите площи, следвани от иглолистни (18.0%) и смесени гори (13.2%).

3. Причини и основни фактори.

3.1. Роля на човешката дейност

Данните категорично показват, че антропогенните причини доминират сред горските пожари през 2024 г. Повече от половината от инцидентите са причинени от човешка небрежност при боравене с огън на открито. Това включва типични ситуации като палене на стърнища и сухи треви в земеделски земи, които излизат от контрол, неправилно загасени къмпингувания или барбекюта, изхвърляне на неизгасени цигари и др. Тези практики, съчетани с горещо и сухо време, водят до бързо възпламеняване на растителността. В 25 случая (около 8%) причината е класифицирана като „други“ – например искри от селскостопанска техника, горене на отпадъци или други инциденти, несводими към стандартните категории.

3.2. Умишлени палежи

Макар и рядкост, имало е и случаи на съзнателно предизвикани горски пожари. През 2024 г. са регистрирани 4 пожара с причина „умисъл“, т.е. нарочно запалване. Тези случаи предполагат злонамерени действия – например палеж с цел разчистване на терен или други криминални подбуди [5]. Макар броят им да е малък (едва ~1% от всички), умишлените палежи често са трудно предвидими и изискват разследване от органите на реда. За щастие,

през разглежданата година делът им е нисък и не са нанесли щети, съизмерими с тези от небрежност.

3.3. Природни фактори

Природните явления като причина за горски пожари през 2024 г. заемат относително малък дял – около 18 пожара (5–6%) са възникнали поради мълнии или други естествени причини без пряк човешки фактор. Обичайно това са горски пожари, стартирани от мълния при гръмотевични бури, особено при продължителна суша. Такива инциденти са типични за отдалечени планински райони. Например, в Пирин и Рила са регистрирани пожари вследствие на мълнии, при които гори предимно иглолистна гора на малка площ. Пожарите от природни фактори обикновено са по-малко на брой, но могат да възникнат внезапно и трудно се предотвратяват, за разлика от тези по вина на човека.
Следва да се има предвид общото повишаване на летните температури в сравнение с предишни години, което е довело до по-лесното възникване и по-бързо разпространение на горските пожари през 2024 г.

3.4. Неустановени причини

Значителен брой пожари (68 случая, ~21%) са отчетени с причина „в процес на установяване“, т.е. официалното разследване не е дало категоричен извод. Това може да означава, че при големите пожари често доказателствата изгарят или не могат да се съберат достатъчно данни за конкретната първопричина. В такива случаи обаче предполагаемият сценарий отново често е човешка дейност (напр. възможно небрежно боравене или друго), но липсват доказателства. Включването на толкова голям дял неустановени причини подчертава нуждата от по-добро разследване и мониторинг – например чрез камери за наблюдение в горите или повече свидетелски сигнали.

3.5. Извод

Като обобщение, човешкият фактор стои в основата на преобладаващата част от горските пожари през 2024 г. Незаконните или небрежни практики на изгаряне на растителни отпадъци и незагасени огньове представляват сериозен риск за горите. Природните причини и техническите инциденти имат по-малка, но не пренебрежима роля. Тази констатация насочва вниманието към необходимостта от засилване на превенцията сред населението и контрола в горските територии.

4. Последствия от пожарите.

4.1. Екологични щети

Горските пожари през 2024 г. са довели до значително обезлесяване и деградация на екосистемите. Общата изгоряла горска площ е над 120 хиляди декара, като в резултат много горски масиви са унищожени или силно увредени. Загубени са големи територии широколистни гори (дъб, бук и др.), иглолистни насаждения (бор, смърч) и смесени гори. Това неминуемо се отразява на биологичното разнообразие – в засегнатите райони са унищожени местообитания на диви животни, редки растения и почвената фауна. Качеството на въздуха временно се влошава по време на пожарите поради големите количества дим и пепел. Особено тежък екологичен инцидент през годината е пожарът край село Голешово (обл. Благоевград) през юли, който възниква от гръцка територия и навлиза у нас. Този пожар обхваща огромна площ – около 8200 дка смесена гора и други земи. Това е най-големият горски пожар за 2024 г., причинил унищожение на 6450 дка гори (смесени широколистно-иглолистни) и 1750 дка държавен поземлен фонд (полски терени). Този случай илюстрира потенциалния мащаб на екологична катастрофа – загуба на цяла горска екосистема, чието възстановяване ще отнеме десетилетия. В много от опожарените райони ще е необходимо активно залесяване и природовъзстановителни дейности, за да се предотвратят дълготрайни щети като свлачища и загуба на биоразнообразие.

4.2. Икономически последствия

Пожарите през годината са нанесли и сериозни преки икономически загуби. Най-очевидната щета е унищожаването на дървесина – изгорелият горски фонд означава пропуснати ползи от дърводобив за години напред. По оценка на Горските стопанства, изгорялата дървесна маса възлиза на стотици хиляди кубически метри. Освен това, в няколко инцидента огънят е засегнал сгради, машини и инфраструктура. Например, при пожар в гараж и ремонтна работилница на ДГС „Селище“ (обл. Пазарджик) са унищожени множество имущество: 50 бр. автомобилни гуми, 1 бр. струг, 1 бр. бормашина, 1 бр. банциг (дърводелска машина), покривна конструкция 250 кв.м, един лек автомобил, един товарен автомобил и 15 куб.м дърва за огрев. Това демонстрира мащаба на щетите, когато пожарът засегне стопански постройки – материални активи на горските предприятия са буквално изпепелени. В други случаи са горели селскостопански постройки, навеси, фураж (бали сено) и посеви в близост до гората, което нанася преки загуби на частни стопани.

Икономическите последствия включват и разходите по овладяване на пожарите. Мобилизирането на десетки пожарни автомобили, горска техника, вертолети (при необходимост) и стотици хора персонал и доброволци генерира значителни разходи за държавата. След всеки голям пожар има нужда от допълнителни разходи за санитарна сеч на обгорелите дървета, извозване и обработка, както и разходи по залесяване и почвозащита. Непряко, горските пожари влияят негативно и на отрасли като туризма – опушените и опожарени горски райони временно губят своята привлекателност.

4.3. Социални и здравни ефекти

През 2024 г., въпреки множеството пожари с големи площи, няма данни за човешки жертви, а пострадалите хора са единици. Най-тежко пострада спонтанният доброволец Светослав Димитров, който получи 60 % изгаряния от II степен при гасенето на пожар в Сакар планина [6] Малкият брой на пострадали се дължи и на добрата организация за защита на хората. Няколко села са били непосредствено застрашени и се е наложила евакуация на жители като предпазна мярка (напр. с. Голешово при пожара от Гърция). Гъстият дим е предизвикал временно замърсяване на въздуха и дискомфорт за хората в близост до огнищата, особено за уязвими групи (възрастни, деца, астматици). Масовата евакуация на хората показва, че горските пожари са имали значимо социално въздействие.

Положително социално проявление е масовото участие на местното население и доброволци в борбата с пожарите. В много случаи жителите на засегнатите села са се включили активно заедно със службите. Например при големия пожар край Кюстендил (местн. Преколница) в гасенето са участвали и местни доброволци – отбелязано е участие на “местно население – 5 човека” в помощ на професионалистите. В други случаи се организират доброволни формирования с десетки участници. Това показва солидарността и готовността на обществото да се включи при бедствия, но също така извежда на преден план нуждата доброволците да бъдат добре обучени и оборудвани, за да не рискуват живота си.

В обобщение, последствията от горските пожари 2024 г. са многопланови – екологични (унищожени гори и екосистеми), икономически (преки загуби на ресурси и имущество, разходи по гасене и възстановяване) и социални (стрес за населението, мобилизация на общности). Тези щети подчертават важността на предприемането на мерки за намаляване на риска и по-бързо реагиране при бъдещи пожари.

5. Оценка на реакцията и капацитета на службите.

5.1. Дейност на ПБЗН и горските служби

През 2024 г. противопожарните служби (ГДПБЗН – МВР) демонстрират висока мобилизация и капацитет при справяне с множеството горски пожари. В голяма част от случаите реакцията на Районните служби ПБЗН е била бърза – сигналите за пожар са обработени незабавно и екипи са насочени към мястото. Малките и средни по размер огнища често са овладени в рамките на деня. В случаите на труднодостъпни пожари (в планински

райони) или при неблагоприятни условия (силен вятър), гасенето продължава по-дълго, понякога и над 24 часа.

5.2. Материално-техническо обезпечение

При по-мащабните инциденти се наблюдава мобилизация на значителен ресурс от техника и хора. Големите пожари изискват участието на много екипи – например при пожара в Кюстендилско (Преколница, 11.07.2024 г.) са участвали 23 противопожарни автомобила (ППА) на ПБЗН, което е изключително внушителен ресурс. Пожарникарите работят в трудни условия – пресечен терен, високи температури, дим. В някои случаи е използвана тежка техника за прокарване на просеки. Добра практика е включването при нужда на военна техника – например за големия пожар край Осогово са участвали екипи от военно формирование и тежка верижна техника.

5.3. Координация между институциите

Гасенето на горските пожари през 2024 г. се отличава с тясно сътрудничество между различни ведомства. Освен огнеборците от ПБЗН, активно участие вземат служители на Държавните горски и ловни стопанства (ДГС и ДЛС). Често горските служители първи забелязват пожара и съдействат с техника – високопроходими автомобили, водоноски, булдозери. Което показва огромния принос на горските стопанства. Комуникацията между МВР и Министерството на земеделието (което управлява горските структури) изглежда на добро ниво – създадени са оперативни щабове при големите инциденти, където се разпределят задачите.

5.4. Доброволчески отряди

В някои региони действат доброволни формирования за пожари, обучени към общините, които също подпомагат действията. През 2024 г. има случаи, при които доброволци с лична техника (водоноски, трактори) и местни жители са предотвратили разрастването на пожара преди пристигане на основните сили. Например, при пожара край с. Невестино местни хора с трактори са съдействали за изграждане на просеки. Това партньорство между населението и службите е ценен ресурс, особено в отдалечени райони.

5.5. Време за реакция и контрол

Анализът на хронологията на пожарите показва, че в повечето случаи времето за реакция на службите е кратко – сигналът се подава скоро след възникване (често от самите горски служители или кметове на села) и екипите пристигат в рамките на 30-60 минути. Оттам нататък продължителността на гасене зависи от мащаба – малките пожари (под 50 дка) се гасят средно за 2-3 часа, докато най-големите отнемат 1-2 денонощия. Например пожарът при Голешово (8200 дка) е локализиран за около 2 дни непрекъснати усилия. Като цяло, службите успяват да предотвратят превръщането на повечето огнища в катастрофални пожари – въпреки горещото лято, няма случай на пожар извън контрол за повече от 2-3 дни, което говори за ефективност на реагиране.

5.6. Предизвикателства

Въпреки положителните страни, реакцията на службите е изправена и пред редица предизвикателства. Едно от тях е едновременността на множество огнища – през август са регистрирани десетки пожари в различни области в рамките на една седмица, което напряга ресурса. Трябва да се отбележи и необходимостта от модернизация на техниката – част от противопожарните автомобили и оборудване са остарели, което затруднява работата в тежки условия (например недостиг на високопроходима техника за труднодостъпни терени). Координацията при трансгранични пожари, като този с Гърция, също е критична – в случая край Голешово българските екипи са действали основно на наша територия, но е било нужно взаимодействие с гръцките власти за пълно потушаване.

6. Изводи.

Направеният анализ показва разнообразни причини за възникването на горски пожари, като основен фактор са повишените температури през летния сезон на 2024 г., които способстват за запалвания в резултат на небрежност при боравене с открит огън. По-високите температури също така ускоряват развитието на пожара, изгорелите площи са увеличени, а оттам и последиците върху икономиката, населението и околната среда.

Оценката на реакцията през 2024 г. показва навременни и координирани усилия на професионалните служби и значителен принос от горски служители и доброволци. Въпреки някои затруднения, повечето пожари са овладени без огромни щети върху населени места. Натрупаният опит през годината обаче разкрива и области за подобрение, които се разглеждат по-долу.

7. Препоръки за подобряване

Анализът на причините и реакциите при горските пожари през 2024 г. позволява да се формулират следните препоръки за бъдещето, насочени към намаляване на риска и повишаване на готовността:

- **Засилване на превенцията и образованието на населението:** Тъй като болшинството пожари произтичат от човешка небрежност, на преден план излиза нуждата от масови информационни кампании и по-строг контрол. Необходимо е провеждане на обучения и разяснителни инициативи сред земеделските стопани и жители в рисковите райони относно опасностите при палене на стърнища и отпадъци. Превенцията трябва да включва и по-строги санкции при установени случаи на умишлено или небрежно причиняване на пожар, за да има възпиращ ефект. Създаването на мобилни приложения за бързо сигнализиране от гражданите при забелязан огън би спомогнало за ранно откриване.
- **Подобряване на техниката и оборудването:** Наложително е обновяване на автопарка от противопожарни автомобили, особено с фокус върху високопроходими машини, пригодени за горски терен. Инвестиции са нужни и в средства за въздушно наблюдение и първоначална атака – напр. дронове с термовизия за ранно засичане на огнища в горите, малки летателни апарати или хеликоптери, оборудвани за гасене. Горските стопанства следва да се снабдят с допълнителна техника за прокарване на просеки и цистерни за вода, които да са на разположение при пожар. Модернизацията на комуникационните средства (радиостанции, GPS тракери) ще подобри координацията на терен.
- **Повишаване на координацията и тренировките:** Необходимо е провеждане на регулярни съвместни учения между Пожарна безопасност, горски стопанства, доброволчески формирования и други заинтересовани институции. Тези тренировки в реални условия ще изгладят координацията и комуникацията при истински инциденти. Особено важно е включването на местните доброволни отряди – те трябва да бъдат обучени да действат под ръководството на професионалистите, за да са ефективни и в същото време в безопасност. Ученията биха могли да симулират различни сценарии: горски пожар близо до населено място, пожар на границата между две области, евакуация на село и др. Това ще изгради рутина и доверие между различните екипи.

8. Заключение.

В заключение, горските пожари през 2024 г. предоставиха ценни поуки. Необходими са мерки както предварителни (превенция, обучение, техника), така и последващи (ефективно гасене, добро управление и възстановяване). Чрез изпълнение на горепосочените препоръки компетентните институции могат значително да намалят риска от опустошителни горски пожари в бъдеще и да опазят както горите – безценния природен ресурс на страната, така и живота и имуществото на хората. Силен акцент върху човешката отговорност, техническата

осигуреност и междуинституционалната координация ще гарантира по-добра готовност за справяне с това предизвикателство през следващите години.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Справка ГД"ПБЗН"-МВР за възникналите пожари в отрасъл „Горско стопанство“ на територията на страната от 01.01.2024 г. до 31.12.2024 г. – Получена по ЗДОИ. ГДПБЗН – МВР, 29.04.2025.

[2] Статистическа и графична информация за дейността на ГДПБЗН – МВР за периода от 01.01.2024 г. до 31.12.2024 г. ГДПБЗН – МВР, 2025.

[3] Еленков, Л. (2019). Стратегия за опазване от горски пожари и бедствия. София: F Plis.

[4] Паничаров Г., Тап Д., Кетен С., Чакър А. Използването на пожарогасители от противопожарен хеликоптер срещу горските пожари в „Горски регион Измир”. - Сборник с доклади от Международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения – DCB-2016“. Варна, 15-17.09.2016. стр. 189-193, ISBN: 978-954-92866-7-0

[5] Чакър А. Горските пожари - състояние, регулация и превенция. Варна, ИК "Гея Принт", 2022. ISBN 978-619-184-050-2.

[6] Пострадалият при пожарите доброволец е в стабилно състояние. – Новини. Офнюз, 21.07.2024.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ПРЕВЕНЦИЯ НА ОПАСНОСТ И УЯЗВИМОСТ НА ИНФРАСТУКТУРНИ ОБЕКТИ ПРИ ГОРСКИ ПОЖАРИ

Борис Прешелков[1], Иво Кожухаров[2]

РЕЗЮМЕ:

В статията е изготвен статистически анализ на уязвимостта и опасността на инфраструктурни обекти при горски пожари. Отчетена е ефективността на прилаганите към момента превантивни мерки. Описани са и предложени подходящи за България превантивни мерки, насочени към конкретни опасности и уязвимости и съобразени с българската нормативна уредба. В заключение се подчертава необходимостта от комплексност на превантивните мерки и значението на сътрудничеството в местните общности.

Ключови думи: горски пожари, инфраструктурни обекти, превенция, горски територии, урбанизирани територии, застроена среда, урбогенни екосистеми

PREVENTION OF HAZARD AND VULNERABILITY OF INFRASTRUCTURE OBJECTS TO WILDFIRES

Boris Preshelkov [1], Ivo Kozhuharov [2]

ABSTRACT:

The article presents a statistical analysis of the vulnerability and hazards of the infrastructure facilities during forest fires. An assessment is made on the effectiveness of the currently applied preventive measures. It further describes the suggested preventive measures, targeting specific hazards and vulnerabilities, which are relevant for Bulgaria and aligned with the Bulgarian national regulations. In conclusion, it is underlined the necessity of the complexity of the preventive measures and the importance of cooperation with local communities.

Keywords: forest fires, infrastructure facilities, prevention, forest areas, urbanized territories, built environment, urbogenic ecosystems

[1] Борис Прешелков, д-р, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“
Boris Preshelkov, Phd, Varna Free University „Chernorizets Hrabar“, boris.preshelkov@vfu.bg
[2] Иво Кожухаров, студент, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“
Ivo Kozhuharov, student, Varna Free University „Chernorizets Hrabar“, ivaka2481bg@gmail.com

1. Увод.

Редица инфраструктурни елементи се разполагат в горски територии или граничат с тях. Освен единични сгради и съоръжения (хижи и хотели, отдалечени базови станции и др.), през горите минават линейни инфраструктурни обекти (електропроводи, газопроводи), разполагат се фотоволтаични паркове и животновъдни стопанства, граничат с населени места.

Образуват се урбогенни екосистеми, което води до двустранно повишаване на пожарния риск [2]:

- Опасност.

Базово правило е, че горимите материали трябва да бъдат отделени от евентуални източници на запалване. Инфраструктурата е с висока вероятност да стане източник на запалване за горимия материал в горските територии;

- Уязвимост.

Възникнал в горски територии пожар може да унищожи инфраструктурни обекти с висока икономическа стойност, да доведе до масова евакуация и прекъсване на дейностите в населени места и да застраши живота и здравето на хората.

Предприемането на подходящи превантивни мерки може да намали стойностите на две от основните величини на пожарния риск.

2. Статистически анализ.

2.1. Неопределеност на данните

За статистическият анализ са използвани данни за пожарите в отрасъл „Горско стопанство“ от ГДПБЗН (Главна дирекция „Пожарна безопасност и защита на населението“ в МВР), получени по реда на Закона за достъп до обществена информация [11]. Втори източник на данни е публикуваната на сайта на ГДПБЗН статистика за пожарите в Република България през 2024 г. [12]. При изследването не са взети предвид статистическите данни от пожари, класифицирани от органите на ГДПБЗН в други отрасли. Като пример, в отрасъл „Горско стопанство“ са класифицирани загуби на посеви и фураж (без значение за настоящето изследване). По същия начин част от загубите на горски фонд са класифицирани в отрасъл „Селско и рибно стопанство“.

Класификацията на пожарите е по вида на територията, в която основно се е развивал пожарът. Неотчитането на пожарите, обхванали ограничени горски масиви и квалифицирани от ГДПБЗН в други отрасли няма да доведе до статистическа грешка, която да промени изводите от аналитичното статистическо изследване.

Подобно е и обяснението за разликата в данните на ГДПБЗН [11, 12] и European Forest Fire Information System (EFFIS) [14]. В EFFIS са данните за пожари само от регистрирани горски територии, подадени от Изпълнителна агенция по горите (ИАГ) към МЗХ.

Данните от 326 бр. пожари, възникнали през 2024 г. в отрасъл „Горско стопанство“ в България са достатъчни за целите на статистическото аналитично изследване.

2.2. Опасност

Във *Фиг. 1* е показано разпределението на причините за горски пожари по данни на ГДПБЗН [11, 12]. Причините са групирани според мястото на възникване на пожара.

От *Фиг. 1* се вижда, че най-малко 8 % от горските пожари възникват в застроена среда, след което се развиват в горите. Със сигурност само за пожарите от група „Възникване в гора“ (7 %) източникът на запалване не е свързан с инфраструктура. От най-голямата трета група – възникнали пожари на „Неопределено място“ (85 %), голяма част вероятно също са възникнали в застроена среда:

Фиг. 1. Причини за горски пожари

- „Небрежност при боравене с открит огън“ е свързана с човешка дейност причина, тоест индиректно с инфраструктура, включително туристически огнища, сметища и използване на открит огън при домакински дейности;
- мястото на възникване на пожарите с причина „В процес на установяване“ е по-скоро в горски територии, където в близост до огнището на пожара не могат да бъдат установени инфраструктурни обекти - източник на запалване;
- причините „Други“ в контекста на справката също предполагат пожари с неустановени причини, тоест с място на възникване най-вече в гори.

Може да се направи обосновано предположение, че разпределението на пожарите в групата „Неопределено място“ е приблизително същото, каквото е съотношението на пожарите в групите с установено място на възникване. При такова разпределение над половината от горските пожари ще са възникнали в инфраструктурни обекти, най-вече при боравене с открит огън в застроена среда.

Анализът показва, че инфраструктурните обекти представляват висока опасност за горски пожари: най-малко 8 % от пожарите, с висока вероятност процентът да е около или над 50 %.

2.3. Уязвимост

В *Табл. 1* са показани унищожите материални активи, представляващи или намиращи се в инфраструктурни обекти при горски пожари в България през 2024 г.

В таблицата не са включени загуби като „дърва“, дървен материал“, „бали фураж“, „трактори“, „самоходна дърводобивна машина“ и др., когато при съответния пожар няма унищожена инфраструктура и най-вероятно унищожените материални активи са се намирали директно в горски територии.

Площта на унищожените горски територии през същата 2024 г. в България е 12 000 ha. В последната колона на *Табл. 1* е посочено колко хектара гори са изгорели, съпоставени с единица (бр.; m; m^2) материален актив. Вижда се, че материалните загуби при инфраструктурни обекти са незначителни спрямо загубите на горски фонд.

Това се дължи преди всичко на оперативните действия на органите на ГДПБЗН, на ръководените от тях доброволци и други подпомагащи сили и средства. При оперативни действия по локализиране на горски пожари приоритетна е защитата на урбанизирана и застроена среда и това намалява пряко загубите на инфраструктура. Не бива да се подценяват предварително приложените превантивни мерки, които многократно улесняват защитата чрез оперативни действия.

Анализът на данните в *Табл. 1* показва, че загубите сред промишлени обекти са много малко. Те са получени в резултат само на 4 пожара, при които са унищожени отдалечена базова станция („Съоръжения на мобилен оператор“); алуминиев кабел; кабел за фотоволтаици; банциг, струг, бормашина, автомобилни гуми и автомобили.

Всички останали загуби са сред жилищни и селскостопански постройки.

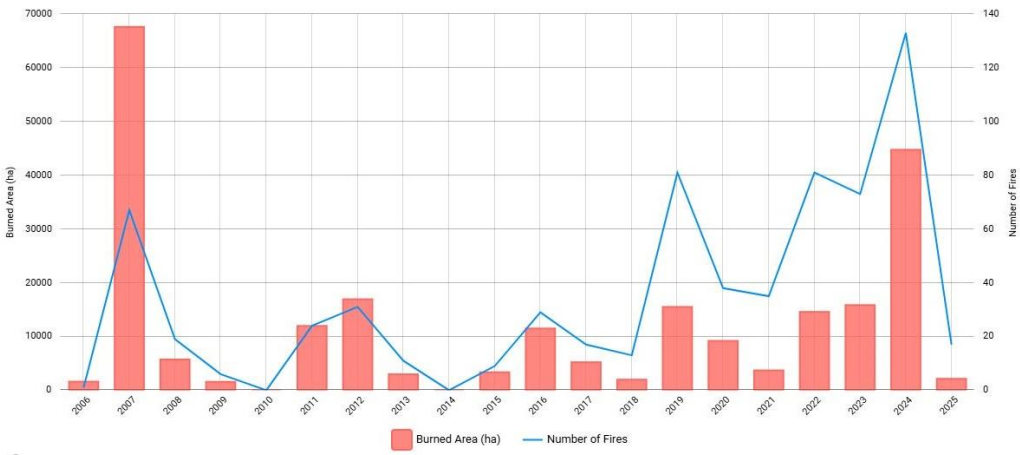
Табл. 1. Загуби на инфраструктура при горски пожари в България през 2024 г.

Вид	Мярка	Коли-чество	Гори за ед. актив, [ha]
Сгради	бр.	47	255,32
Сгради	m^2 разг. площ	470	25,5
Покривни конструкции	m^2 разг. площ	670	17,91
Складови помещения	бр.	6	2000
Кравеферма с 5 бр. едър рогат добитък	бр.	1	12000
Стопански постройки, бараки, паянтови постройки и фургони	бр.	72	166,67
Дребен рогат добитък	бр.	200	60
Пчелни кошери	бр.	1033	11,62
Моторна косачка	бр.	1	12000
Количка за хедер	бр.	1	12000
Съоръжения на мобилен оператор	бр.	1	12000
Струг, банциг, настолна бормашина	бр.	1	12000
Леки автомобили	бр.	10	1200
Товарни автомобили	бр.	5	2400
Автомобилни гуми	бр.	50	240
Каскадьорски съоръжения	бр.	3	4000
Бидони	бр.	2	6000
Ел. тротинетка	бр.	1	12000
Ограда с 3200 m тел, 2500 бр. дървени колове и 400 бр. капаци	бр.	1	12000
Дърва за огрев в урбанизирана територия	m^3	15	800
Алуминиев кабел	m	300	40
Ел. проводници на фотоволтаици	m	10	1200
Маркуч плътен	m	1400	8,57
Капково напояване	m	800	15

2.4. Тенденция за увеличаване на пожарите

Съществува тенденция към увеличаване броя на горските пожари и на засегнатите площи. Тревожно е покачването през последната 2024 г. По данни на EFFIS [14], броят пожари в регистрирани горски територии се е увеличил с над 80 % спрямо 2023 г., а опожарената горска територия е нараснала цели 3 пъти - *Фиг. 2.* След аномалната 2007 г. и спадане около 2014 г., броят на пожарите в регистрирани горски територии е с ясно забележима тенденция на повишаване, като увеличението на засегнатите площи е слабо преди 2024 г. и нараства трикратно в последната 2024 г.

Обяснението за скокообразното увеличаване на обхванатите от пожари регистрирани горски площи през 2024 г. може да се обясни с климатични фактори: продължителният период на засушаване, високи температури и колебания във въздушните течения. Релевантно обяснение също така е достигане предела на възможностите на ГДПБЗН за оперативни действия при множество едновременно възникнали горски пожари. Сравнение между 2007 и 2024 г. показва много голямо нарастване на тези възможности (през 2007 г. при два пъти по-малко пожари, изгорелите площи са с почти 50 % повече). Въпреки това увеличение на възможностите, с оглед тенденцията на глобално затопляне, в случай на повече пожари е възможно ресурсите на ГДПБЗН да се окажат недостатъчни за ограничаване разпространението на горски пожари и ефективна защита на инфраструктурни обекти в урбогенни екосистеми.



Фиг. 2. Брой пожари и засегнати площи в България [14]

2.5. Изводи

1. Опасността на инфраструктурните обекти за предизвикване на горски пожари е много по-висока, отколкото тяхната уязвимост от горски пожари.

2. Ниската уязвимост до голяма степен се дължи на приоритетите за оперативна защита при горски пожари: с предимство е защитата на инфраструктурни обекти.

3. Промишлените обекти са с много по-ниска уязвимост от жилищните и селскостопански обекти.

4. При тенденцията на глобално затопляне е възможно ресурсите на ГДПБЗН да не бъдат достатъчни за ефективна защита на инфраструктурни обекти при горски пожари.

3. Приложими превантивни мерки.

3.1. Насоченост на превантивните мерки

Изводите от статистическия анализ показват, че съществуващите към момента в България превантивни мерки за защита на инфраструктурни обекти са насочени основно към намаляване уязвимостта на инфраструктурни обекти от горски пожари и в по-малка степен успяват да намалят опасността, която представляват инфраструктурните обекти за възникване на горски пожари.

За оптимален ефект към настоящия момент, допълнителните превантивни мерки следва да бъдат насочени към по-голямата величина: опасността. Уязвимостта на инфраструктурните обекти обаче може многократно да нарастни при достигане предела на наличните оперативни ресурси за гасене на множество горски пожари. Това показва, че дългосрочно предприеманите оперативни мерки трябва да бъдат насочени и към опасността, и към уязвимостта на инфраструктурните обекти при горски пожари.

Ниската уязвимост на промишлените обекти при горски пожари показва ефективността на прилаганите при тях превантивни мерки. В промишлените обекти е регламентирано поддържането на пожарната безопасност чрез организация на работещите там и задължителни технически мерки. Противопожарният, както и застрахователен контрол върху тях също е на по-високо ниво спрямо жилищните и селскостопански обекти. При определянето на превантивните мерки за урбанизирани територии е добре да се използват приложимите модели от промишлени обекти.

3.2. Физически бариери за прекъсване разпространението на пожар между гори и инфраструктура

Разпространението на пожар между съседни обекти се прекъсва по три традиционно приложими начина:

- осигуряване на пожарозащитно разстояние;
- изграждане на пожарозащитни прегради;
- намаляване запалимостта на горимите материали.

Общото осигуряване на пожарозащитни разстояния при съседство на горски територии със сгради и постройки е регламентирано в Наредба № 8 за условията и реда за защита на горските територии от пожари [7]. В чл. 22 на наредбата се изисква осигуряване и поддържане на минерализована ивица с широчина 3 m. Горските пожари с горящи дървета се характеризират с големи размери на пламъците, респективно с много голямо топлинно излъчване от пламъка. Моделирането на пожарно въздействие при топлинно излъчване [3] показва, че подобно пожарозащитно разстояние не може да бъде препятствие пред разпространението на горски пожар. Увеличаването на широчината на минерализованата ивица е екологично и икономически необосновано: освен унищожаването на растителност, разходите за постоянно поддържане на минерализацията се увеличават значително. За да има превантивен ефект, около минерализованата ивица следва да се намали височината на растителността. Редовно да се отстраняват пораснали над ивицата клони и да се използват изброените в настоящата точка мерки за намаляване на горимостта както на постройките и сградите, така и на граничещите с ивицата растителни видове.

За конкретни промишлени обекти широчината на минерализованите ивици е регламентирана в Наредба № Із-1971 за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар [10] (Наредба № Із-1971 за СТПБОБП), като достигат до 50 m за уязвими промишлени съоръжения. Малкото загуби сред промишлени обекти при горски пожари показват, че тези пожарозащитни разстояния са адекватни и изпълняват своята превантивна функция.

В част от специализираните наредби за изисквания към техническа инфраструктура също са налични изисквания за разстояния между гори и инфраструктурата. В Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии [6] например се изисква клоните на дърветата около далекопроводите да бъдат кастрени, като целта на изискването е да не се предизвика скъсване и късо съединение на проводниците.

Изискваните разстояния трябва да бъдат постоянно поддържани, за да се намали вероятността от преодоляването им от горски пожар.

При осигуряването на минерализовани ивици или други видове пожарозащитни разстояния е необходимо да бъде подбрано подходящо позициониране на инфраструктурните обекти спрямо околните гори, за да се намали уязвимостта им. Места с наклонени терени или в близост до скални ръбове с наличие на гори под котата на инфраструктурните обекти трябва да се избягват.

Пожарозащитните прегради са огнеустойчиви плътни прегради, презц които пожарът не може да се разпространи за определено време. Такива могат да бъдат плътни огради от бетон, метал, камък или стените на сгради и постройки към горски масиви. Оградите са по-неподходящи за използване като пожарозащитни прегради поради ограничената си височина, но в комбинация с намалена височина на растителността в съседство и с мерките за намаляване на горимостта могат да бъдат много ефективни.

Подземното монтиране на линейни проводи в гори с повишена пожарна опасност също представлява устройване на пожарозащитна земна маса за защитата им при горски пожар. Газопроводите, които представляват критична инфраструктура, задължително трябва да бъдат защитени така в горски територии.

Намаляването запалимостта на материалите може да бъде насочено както към инфраструктурните обекти, така и към граничещите с тях растителни видове. За инфраструктурните обекти е подходящо използването на строителни материали с висок клас по реакция на огън (КРО). За дървени строителни елементи горимостта може да се намали (КРО D, E, F, неопределен) и тя да стане трудногорима (КРО B, C) с подходящи огнезащитни състави. Освен намаляване на горимостта, това повишава огнеустойчивостта на дървените конструкции [1]. Дървените стрехи на сгради, издадени към горски масиви в съседство и уязвими както за лъчистия, така и за конвективния топлообмен при издигащите се димни газове, задължително трябва да бъдат обработени с огнезащитни състави. За вертикални дървени конструкции е вариант облицоването им с негорими материали (КРО A1 или A2).

Намаляването на горимостта на граничещите с инфраструктурни обекти гори е регламентирано в Наредба № 18 за инвентаризация и планиране в горските територии [8] (Наредба № 18 за ИПГТ). Там е регламентирано устройването на защитни горски територии около урбанизирани територии и техническа инфраструктура. Тези защитни територии представляват ивици гори с широчини 25÷200 m, в зависимост от категорията на населеното място и вида на техническата инфраструктура. Добре е тези горски територии да са от насаждения клас III с ниска пожарна опасност (по методиката в Приложение 40 от наредбата).

Тази превантивна мярка е възможна при нови насаждения. Впоследствие са необходими периодични грижи за защитната горска територия: намаляване на мъртвия опад със запазване на влажностно-температурния режим на почвата, намаляване порьозността на „пожарното легло“, прекъсване слоевете на пожарното легло и др. [8].

Намаляване запалимостта на материалите може да се постигне и с предварително подготвяне на водни помпени или водопроводни системи за оросяване или гасене на инфраструктурните обекти. Такива системи могат да се използват оперативно при горски пожар и за оросяване или гасене на ниска растителност, намираща се между горските територии и инфраструктурния обект.

3.3. Превантивни технически мерки срещу горски пожари

Всички технически мерки, насочени към ограничаването на площта и улесняване на гасенето на горски пожари служат и за защита на инфраструктурните обекти, разположени в горите или в съседство с тях.

Превантивни технически мерки са:

- Системи за ранно откриване на пожари.

Те намаляват времето на реакция и е възможно пожарът да бъде ограничен с много по-малко оперативни ресурси. Такива са интегрираните системи за откриване на горски пожари; наблюдения с дрон; наблюдения с оптични или инфрачервени камери, разположени на подходящи места или персонално наблюдение от служители на място.

При разполагането директно в горите на технически устройства за ранно откриване на пожари трябва да се вземат всички мерки за недопускане на запалване в резултат на технически проблем в съоръженията. По този начин се редуцира опасността, която те представляват за околната горска територия.

- Моделиране разпространението на горски пожари.

С помощта на софтуерни продукти е възможно предварително или в реално време моделиране разпространението на горски пожари. За използването им е необходимо предварително да е създадена GIS система на местността. Предварителното моделиране на горски пожари неизменно е свързано със софтуер за моделиране на климатичните условия, както и със съответните системи за мониторинг.

С предварително моделиране е възможно да се определи по-малко уязвимо място за разполагането на техническа инфраструктура в горите: фотоволтаични паркове, далекопроводи, отдалечени базови станции и др. Възможно е също превантивно разполагане на екипи за бързи действия на дежурство в горите при висок пожарен риск.

- Осигуряване достъпност на противопожарните екипи.

Предварителното изграждане на пътища за достъп до инфраструктурни обекти, до опорни пунктове за пожарогасене в горите и до водоизточници е от първостепенно значене за успешното пожарогасене. Създават се условия екипите за пожарогасене да загасят пожар, започнал в инфраструктурен обект и да предотвратят прерастването му в горски пожар. По този начин се намаляват както опасността, така и уязвимостта на инфраструктурните обекти в урбогенни екосистеми.

В Наредба № Із-1971 за СТПНОБП е регламентирано, че всички пътища представляват пътища за противопожарни цели. В наредбата няма допускане на изключения за горски, земеделски или други черни и с труден достъп пътища. Това изискване е невъзможно за изпълнение: за да бъде изпълнено означава, че всички пътища трябва да бъдат с трайна

настилка с носимоспособност 100 kN/oc, да бъдат с широчина 3,5 m и т.н. Съгласно Закона за пътищата [5], изискванията за пожарна безопасност трябва да се спазват при изграждане на нови или ремонтиране на съществуващи пътища.

Така се изпада в ситуация дори ремонтът на горски път с цел осигуряване достъп на противопожарни автомобили с висока проходимост да се оскъпява до невъзможност за изпълнение. При сега съществуващата нормативна уредба е допустимо само поддържането на съществуващите пътища за достъп до горските територии или инфраструктурни обекти в тях. Вариант е оформянето на горски терени, които не са регламентирани като „път“, така че по тях да се създадат условия за движението на високопроходими противопожарни автомобили.

За изграждането на нови пътища при поставяне на инфраструктурни обекти в горски територии или ремонтирането на съществуващи регламентирани пътища за достъп е необходимо изменение на нормативната уредба.

3.4. Организационни мерки

Превантивните мерки в инфраструктурни обекти следва да се осъществяват от техните собственици или управители. Те са длъжни да ги поддържат в пожаробезопасно състояние, в съответствие с изискванията на Наредба № 8121з-647 за правилата и нормите за пожарна безопасност при експлоатация на обектите [9]. Те трябва да намалят както опасността, така и уязвимостта на управляваните от тях обекти. Тяхна отговорност е да предприемат всички необходими мерки, така че възникнал в обекта им пожар да не се разпространи към съседни горски територии. Същевременно трябва да предприемат мерки в рамките на своята собственост за защита на обекта си от пожари в съседните горски територии. При съществуваща пожарна опасност от съседната горска територия, собствениците или управители на обекти следва да поискат от съответния стопанин на гората да отстрани опасността, като предприеме необходимите технически и организационни мерки в гората.

Горите в Република България са под юрисдикцията на ИАГ. Горските територии, независимо от тяхната собственост, са разделени за управление и контрол на Държавни горски стопанства.

По изискванията на Наредба № 18 за ИПГС, всяка горска единица е длъжна да разработи План на дейностите за защита на горските територии от пожари. Основни задачи на плана са:

- предотвратяване на възникване и разпространение на горски пожари;
- снижаване на степента на пожарна опасност на насажденията;
- създаване на условия и предпоставки за бързо установяване на възникнали пожари;
- създаване на организация за гасене на горски пожари.

Планът трябва да съдържа:

- обяснителна записка за пожарната опасност на насажденията, противопожарното деление на територията и проектираните мероприятия;
- ведомост за противопожарните съоръжения и мероприятия;
- карта на противопожарните мероприятия (част от горскостопанската карта).

В плана трябва да бъдат отбелязани опасните инфраструктурни обекти на територията на горската единица, характерните опасности, които тези обекти представляват за гората и превантивните мерки за защита както на горите, така и насажденията с ниска пожарна опасност около техническа инфраструктура и урбанизирани територии, както и противопожарните ивици.

Гасенето на пожарите в България, включително горските пожари е възложено на ГДПБЗН, като при необходимост могат да бъдат привличани сили и средства от други организации. За гасенето на големи по площ горски пожари и успешната защита на техническа инфраструктура, урбанизирани територии и застроена среда, ресурсите на ГДПБЗН на местно ниво понякога се оказват недостатъчни. При глобално затопляне и увеличаване броя на едновременно възникващите горски пожари е задължително подсигуряването на допълнителни сили и средства. За целта общините създават и поддържат доброволни формирования. На много места в страната ентусиасти се организират и създават доброволни

формирования извън общините. За да могат да подпомогнат оперативните екипи на ГДПБЗН, доброволците трябва да бъдат добре подготвени. Трябва да им бъдат осигурени лични предпазни средства и необходимите материални ресурси за ефективно включване в локализирането на горски пожари. Финансирането от държавата на доброволните формирования към момента е на „брой участници“, което демотивира голяма част от активните доброволци. Намирането и нормативното регулиране на подходящ начин на финансиране, при който се отчита дали доброволното формирование просто съществува „на хартия“, или взима участие при пожари и бедствия, ще подейства стимулиращо на действията на доброволците.

Информационно-разяснителна дейност сред населението е основен инструмент за намаляване броя на горските пожари [13]. От статистическия анализ се вижда, че над половината от горските пожари възникват при неправилно боравене с открит огън. Ако хората, предизвикали тези пожари знаеха какво ще последва, голяма част от тях не биха проявили подобна небрежност. Ползвателите на инфраструктурни обекти в урбогенни екосистеми трябва да бъдат информирани за правилата за пожарна безопасност. Да познават характерните опасности при ежедневните им дейности: употреба на открит огън, тютюнопушене, използване на електрически уреди и инсталации, искрене при използване на земеделски машини. Да знаят и съответните мерки за безопасност. Да бъдат информирани за настъпването на висок пожарен риск и за силно пожароопасни зони, които да избягват да посещават в този период.

Информационните кампании могат да бъдат организирани чрез средствата за масова информация, брошури, информационни табели, инструктажи на ползвателите на инфраструктурни обекти в горите и по други подходящи начини.

Контролът по спазване на правилата и нормите за пожарна безопасност е част от превантивните мерки. В горските територии компетентност имат органите на ИАГ. Органите на ГДПБЗН имат териториална компетентност, включително в горите. Кметовете и оправомощени от тях лица също имат компетентност за контрол по Общинската противопожарна наредба (в случай, че такава е налична).

Добрата организация и съгласуваност на действията между всички тези организации, длъжностни лица и населението може да доведе до голям превантивен ефект и значително да намали както броят на горските пожари, така и щетите от тях върху инфраструктурни обекти.

4. Заключение.

Чрез планиране и използване на оптимални превантивни мерки може значително да бъдат намалени както опасността, така и уязвимостта на инфраструктурни обекти при горски пожари. Превантивните мерки следва да се прилагат комбинирани една с друга, което гарантира комплексното им действие. Ключово за успеха на превантивните мерки е устойчивото местно сътрудничество между институции, бизнес и граждани.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ангелов А. Нормативно установени ограничения при проектиране на спортни сгради и съоръжения с дървени конструкции и подходи за тяхното преодоляване. – XXIV Международна научна конференция ВСУ'2024, Сборник доклади, Том II. София, 2024 г.

[2] Наскова П., Чакър А. Оценка и управление на риска от пожари в природни и урбогенни екосистеми. – Ел. журнал на ВСУ " Черноризец Храбър". Варна, бр. 17-2022.

[3] Прешелков, Б., Радев Р. Зависимост между плътността на топлинния поток и времето на спонтанно запалване на материали от естествена дървесина. - Сборник доклади Пета научна конференция „ПАБ 2009“. София, Академия на МВР, 2009.

[4] Чакър А. Горските пожари - състояние, регулация и превенция. Варна, ИК "Гея Принт", 2022. ISBN 978-619-184-050-2.
[5] Закон за пътищата. Обн. ДВ, бр. 26/29.03.2000 г., изм. ДВ, бр. 26/27.03.2025 г.
[6] Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии. Обн. ДВ, бр.90 от 13.10.2004 г. и бр.91/14.10.2004 г., изм. ДВ, бр. 42/09.06.2015 г.
[7] Наредба № 8 за условията и реда за защита на горските територии от пожари. Обн. ДВ, бр. 38/18.05.2012 г.
[8] Наредба № 18 за инвентаризация и планиране в горските територии. Обн. ДВ, бр. 82 от 23.10.2015 г.
[9] Наредба № 8121з-647 за правилата и нормите за пожарна безопасност при експлоатация на обектите. ДВ, бр.89/28.10.2014 г., изм. ДВ, бр.37/7.5.2021 г.
[10] Наредба № Із-1971 за строително-технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар. ДВ, бр. 96/04.12.2009 г., изм. ДВ, бр. 91/29.10.2024 г.
[11] Справка ГД"ПБЗН"-МВР за възникналите пожари в отрасъл „Горско стопанство“ на територията на страната от 01.01.2024 г. до 31.12.2024 г. – Получена по ЗДОИ. ГДПБЗН – МВР, 29.04.2025.
[12] Статистическа и графична информация за дейността на ГДПБЗН – МВР за периода от 01.01.2024 г. до 31.12.2024 г. ГДПБЗН – МВР, 2025. <https://www.mvr.bg/gdpbzn/info-center/статистика>, достъпен на 05.05.2025 г.
[13] Goldammer, J.G. (2006). “Fire Management in Temperate and Boreal Forests”. Forest Ecology and Management, vol. 234, S1–S12.
[14] EFFIS – European Forest Fire Information System. <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/apps/effis.statistics/estimates>, достъпен на 05.05.2025г.

РОЛЯТА НА СИМ В УСТОЙЧИВОТО УПРАВЛЕНИЕ НА ОБЩЕСТВЕНИ СГРАДИ

Димитър Георгиев[1], Дария Михалева[2]

РЕЗЮМЕ:

Строително-информационното моделиране (СИМ) е ключов инструмент за устойчиво управление на обществени сгради, интегриращ всички етапи от жизнения цикъл – от проектиране до експлоатация. Настоящата статия изследва ролята на СИМ за оптимизация на енергийната ефективност, поддръжката и управлението на ресурсите в публичния сектор, на базата на международни стандарти като ISO 19650, IFC и COBie. Предложен е методологичен модел за внедряване на СИМ, акцентиращ върху създаването на цифрови паспорти на сградите, използването на общи среди за данни (CDE) и интеграцията на IoT технологии. Представен е пример за общинско училище, при който СИМ-базираният подход демонстрира съкращение на разходите с 15% и подобрение на експлоатационната ефективност с 25%. Изследването подчертава необходимостта от нормативна рамка, сертификационни програми и пилотни проекти за масово въвеждане на СИМ в България, с цел постигане на цифрова трансформация в управлението на обществения сграден фонд.

Ключови думи: Строително-информационно моделиране (СИМ), Устойчиво управление на сгради, Обществени сгради, Цифров близнак, Общи среди за данни (CDE), Енергийна ефективност, Управление на жизнения цикъл, Industry Foundation Classes (IFC), Construction-Operations Building information exchange (COBie), Публичен сектор, Фасилити мениджмънт (FM)

THE ROLE OF BIM IN THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PUBLIC BUILDINGS

Dimitar Georgiev[1], Dariya Mihaleva[2]

ABSTRACT:

Building Information Modelling (BIM) has emerged as a key instrument for the sustainable management of public buildings, integrating all phases of the lifecycle — from design to operation. This paper examines the role of BIM in optimizing energy efficiency, maintenance processes, and resource management within the public sector, based on international standards such as ISO 19650, IFC, and COBie. A methodological model for BIM implementation is proposed, emphasizing the creation of digital building passports, the use of Common Data Environments (CDE), and the

[1] Димитър Георгиев, инженер, докторант, катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ към Архитетурен факуртет, ВСУ "Черноризец Храбър", Варна, e-mail: dimitar.georgiev@vfu.bg
Dimitar Georgiev, Eng., PhD student, Constructions of Buildings and Facilities Department of Faculty of Architecture, Varna Free University "Chernorizets Hrabar", Varna, Bulgaria, e-mail: dimitar.georgiev@vfu.bg

[2] Дария Михалева, доц. д-р инж., катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ към Архитетурен факуртет, ВСУ "Черноризец Храбър", Варна, e-mail: dariya.mihaleva@vfu.bg
Dariya Mihaleva, assoc. prof. PhD, Constructions of Buildings and Facilities Department of Faculty of Architecture, Varna Free University "Chernorizets Hrabar", Varna, Bulgaria, e-mail: dariya.mihaleva@vfu.bg

integration of IoT technologies. A case study of a municipal school is presented, where the BIM-based approach demonstrates a 15% reduction in costs and a 25% improvement in operational efficiency. The study highlights the urgent need for a regulatory framework, certification programmes, and pilot projects to support the widespread adoption of BIM in Bulgaria, aiming at achieving digital transformation in the management of the public building stock.

Keywords: Building Information Modelling (BIM), Sustainable Building Management, Public Buildings, Digital Twin, Common Data Environment (CDE), Energy Efficiency, Lifecycle Management, Industry Foundation Classes (IFC), Construction-Operations Building Information Exchange (COBie), Public Sector, Facility Management (FM).

1. Увод.

С нарастващите обществени очаквания за устойчивост, енергийна ефективност и цифрова отчетност, управлението на сградния фонд, особено в публичния сектор, изисква преосмисляне на подходите за планиране, строителство и експлоатация. Обществените сгради – училища, болници, административни и културни институции – притежават стратегическо значение за социалната инфраструктура, но същевременно създават предизвикателства, свързани с поддръжката, разходите и прозрачността на управлението.

В този контекст строително-информационното моделиране (СИМ/BIM) се утвърждава като водеща методология, която предлага възможности за интегриране на всички аспекти от жизнения цикъл на сградата в единен цифров модел. Особен интерес представлява способността на СИМ да поддържа връзка между етапите на проектиране и реалната експлоатация на сградата, позволявайки непрекъснато наблюдение, оптимизация и анализ на ресурсната ефективност.

Настоящата статия разглежда възможностите за внедряване на СИМ в устойчивото управление на обществени сгради, като акцентира върху ключовите компоненти на процеса – стандарти, информационен поток, инструменти и организационна координация. Чрез сравнителен анализ и предложен модел се цели доказване на необходимостта от поетапно внедряване на СИМ в управленската практика в публичния сектор на България.

2. Теоретичен обзор.

Концепцията за устойчиво управление на сградния фонд се базира на холистичен подход, при който жизненият цикъл на една сграда – от идейната фаза до демонтажа – се управлява чрез последователна система от данни и анализи. В този контекст строително-информационното моделиране (СИМ/BIM) се утвърждава като ключова дигитална платформа, която интегрира архитектурни, конструктивни, инженерни, икономически и експлоатационни данни в единен информационен модел. [1]

Международната практика различава няколко измерения на СИМ, свързани със степента на информационно обогатяване на модела:

- 3D – геометрично моделиране;
- 4D – времева симулация (строителен график);
- 5D – количествени и стойностни сметки;
- 6D – енергийна ефективност и устойчивост;
- 7D – експлоатация и фасилити мениджмънт.

В настоящата разработка основно внимание се обръща на 6D и 7D компонентите, които се отнасят до етапите на управление и поддръжка на сградите. [5]

Приложението на СИМ в експлоатационният етап се осъществява чрез използването на отворени стандарти и формати, като:

- ISO 19650 – международен стандарт за управление на информация през жизнения цикъл на обекта;
- IFC (Industry Foundation Classes) – формат за обмен на данни между различни софтуерни платформи;

- COBie (Construction-Operations Building information exchange) – формат за структуриране на експлоатационни данни. [3]

Допълнително, класификационни системи като Uniclass 2015 позволяват категоризация и лесна навигация в модела. [6]

В теоретичен план, ефективното използване на СИМ в управлението на обществени сгради зависи от:

- наличието на ясно дефинирани изисквания към информацията (EIR);
- използването на BEP (BIM Execution Plan) като оперативен документ;
- наличието на обща среда за данни (CDE);
- прилагането на концепции за „цифров близнак“ (Digital Twin) чрез IoT интеграции. [4]

2.1. Приложимост на СИМ в управлението на обществени сгради

Устойчивото управление на обществени сгради изисква наличие на актуална, структурирана и леснодостъпна информация за състоянието, характеристиките и експлоатационните параметри на сградата. Строително-информационното моделиране (СИМ) предоставя възможност за създаване и поддържане на такъв информационен модел, който свързва геометричните, материалните и функционалните характеристики с реалното използване на обекта.

В експлоатационният етап СИМ подпомага управлението чрез:

- достъп до цифров паспорт на сградата с всички елементи, техни спецификации и поддръжка;
- интеграция със сензори и IoT устройства за мониторинг на температура, влажност, консумация на енергия и др.;
- планиране и управление на ремонтни дейности и подмяна на оборудване;
- анализ на експлоатационни разходи и оценка на ефективността чрез 6D BIM компоненти.

Чрез използването на COBie и IFC формати, експлоатационните данни могат да бъдат извлечени от проектния модел и трансформирани в управленски ресурс, достъпен за техническите звена на институциите. Това позволява повишаване на оперативната ефективност, намаляване на рисковете и подобряване на отчетността. [2]

Допълнително, чрез платформите за фасилити мениджмънт (FM) и общите среди за данни (CDE), публичните институции могат да наблюдават състоянието на сградния фонд в реално време и да приоритизират инвестиции в реновации, енергийна оптимизация или адаптация към нови нужди. [5]

Табл. 1. Информационни нужди в експлоатационният етап [2]

Категория	Необходима информация
Строителни елементи	Тип, материал, LoD, местоположение
Инсталации	Тип, капацитет, производител, дата на монтаж
Оборудване	Серийни номера, спецификации, доставчик
График поддръжка	Периодичност, изисквания, отговорници
Контактна информация	Лица/фирми за поддръжка и сервиз
Гаранционни срокове	Начална и крайна дата, условия
Документация	Ръководства, схеми, декларации

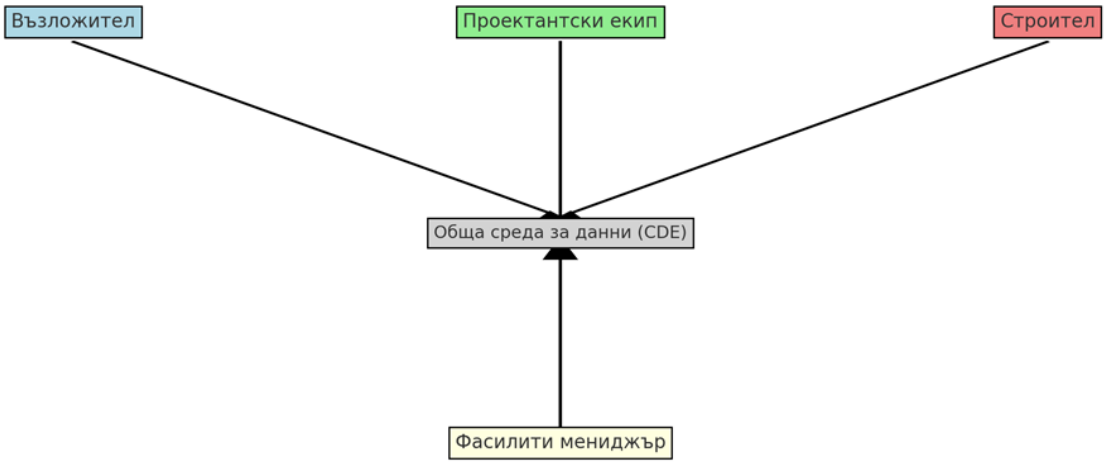
2.2. Приложимост на СИМ при експлоатацията на обществени сгради

На основата на теоретичните постановки и установените добри практики, се предлага интегриран методологичен модел за прилагане на СИМ в устойчивото управление на обществени сгради. Този модел е съобразен с етапите на жизнения цикъл и включва ключови елементи, необходими за гарантиране на проследимост, ефективност и отчетност.

Основните компоненти на модела включват:

- формулиране на изисквания към информацията (EIR) от страна на възложителя, свързани с експлоатационните цели;
- разработване на BEP (BIM Execution Plan), включващ нива на детайлност (LoD), структура на данните, формати (IFC, COBie), и отговорности по екипи;
- използване на обща среда за данни (CDE) за централизирано съхранение и контрол на версиите;
- създаване на дигитален паспорт на сградата, интегриран с платформи за фасилити мениджмънт (FM). [5]
- Моделът предвижда плавен преход между проектния и експлоатационния етап чрез:
- автоматизирано извличане на експлоатационна информация чрез COBie;
- създаване на дигитална карта на съоръженията и техните жизнени характеристики;
- визуализиране на времеви интервали за поддръжка и сервизиране;
- интеграция на сензорни данни (IoT) за наблюдение в реално време. [2]

Предложената рамка е приложима както за новоизградени сгради, така и при реновация и адаптация на съществуващи обществени обекти. Методологията може да бъде стандартизирана на ниво национални изисквания към тръжна документация и поддържана чрез публична платформа за регистър на обектите с BIM модели. [7]



Фиг. 1. Схема на информационния поток между участниците [5]

2.3. Приложение на СИМ в управлението на общинско училище

За онагледяване на прилагането на СИМ в устойчивото управление на обществени сгради е представен пример – общинско начално училище, построено през 2020 г., с разгъната застроена площ от 5 200 кв.м. Сградата разполага с класни стаи, спортна зала, библиотека, администрация и помощни помещения. Обектът е финансиран чрез национална програма и включва задължителни елементи за енергийна ефективност.

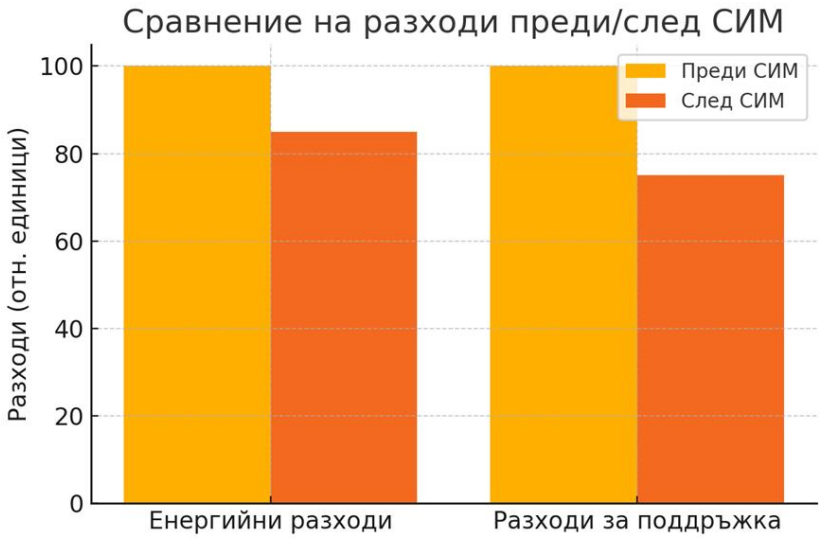
В традиционния подход след приключване на строителството, документацията се съхранява на хартиен носител, липсва централна база данни за оборудване и поддръжка, а отчетността по експлоатация се извършва ръчно. Това води до неефективна комуникация между администрацията, техническия персонал и външните поддържащи фирми.

При СИМ-базиран подход, още в процеса на проектиране е изготен координиран модел на сградата (LoD 300), включващ архитектурна, конструктивна и инсталационна част. Моделът е поддържан в обща среда за данни (CDE), а при приключване на строителството е предаден на възложителя в IFC и COBie формат. Създаден е цифров паспорт на сградата, в който са въведени данни за всички инсталации, гаранционни срокове, графици за поддръжка и специфични експлоатационни изисквания. [2]

Използвани са сензори за следене на температура и CO_2 в класните стаи, както и софтуер за фасилити мениджмънт, който напомня за профилактика на системи (например вентилация, пожароизвестяване). Ръководството на училището има достъп до системата през онлайн платформа, чрез която се генерират месечни и годишни доклади. [5]

Сравнителният анализ между двата подхода показва:

- 15% намаление на разходите за енергия;
- 25% по-бърза реакция при аварийни ситуации;
- повишена прозрачност и отчетност към общинската администрация;
- по-добро планиране на бюджети за поддръжка и обновяване.



Фиг. 2. Сравнение на енергийни и поддръжкови разходи преди и след СИМ [2], [5]

3. Заключение и препоръки

Приложението на строително-информационното моделиране (СИМ) в управлението на обществени сгради представлява значителна възможност за подобряване на устойчивостта, ефективността и отчетността в публичния сектор. Изследването показа, че чрез СИМ могат да се обединят всички етапи от жизнения цикъл на сградата – от проектиране и строителство до експлоатация и поддръжка – в единен информационен модел, базиран на отворени стандарти.

Представеният пример потвърждава приложимостта на СИМ при управлението на общински сгради и показва следните предимства: по-ниски разходи, по-висока оперативна ефективност, по-добро планиране на ресурсите и повишена прозрачност към възложителя. Преходът към СИМ - базирано управление обаче изисква системен подход, включващ нормативна подкрепа, технически капацитет и културна промяна сред участниците.

Въз основа на изложеното, могат да се формулират следните препоръки:

- въвеждане на задължителни изисквания по отношение на СИМ в тръжната документация за обществени сгради;
- разработване на национални шаблони за BEP, EIR и цифрови паспорти;
- създаване на обучителни и сертификационни програми за фасилити мениджъри и технически персонал;
- прилагане на пилотни проекти с цел адаптиране на СИМ към българските специфики;
- изграждане на цифрови регистри за обществения сграден фонд, базирани на CDE и отворени стандарти (IFC, COBie). [2]

Строително-информационното моделиране не е само инструмент за проектиране – той е платформа за стратегическо управление на публични ресурси. Устойчивото управление на

обществени сгради чрез СИМ е не само възможно, но и необходимо условие за дигиталната трансформация на строителния сектор в България.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors (2nd ed.). Wiley.

[2] EU BIM Task Group. (2017). Handbook for the Introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector. Retrieved from http://www.eubim.eu

[3] ISO 19650-1:2018. (2018). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. (ISO, 2018)

[4] Kassem, M., Succar, B., & Dawood, N. (2013). A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries. Proceedings of the CIB W78 30th International Conference, Beijing, China.

[5] Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, 18(3), 357–375.

[6] Zhekova, T. (2021). Приложение на СИМ в управлението на обществени сгради – предизвикателства и добри практики. Proceedings of ArCivE Conference, 153–160.

[7] Tanusheva, D. (2022). Геодезически подходи в BIM среда при реконструкция на публични сгради. CEDC Proceedings, 293–299.

ЛЬОСОВИ ПОЧВИ В БЪЛГАРИЯ И МЕТОДИ ЗА ТЯХНОТО ЗАЗДРАВЯВАНЕ

Атанас Златаров[1]

РЕЗЮМЕ:

Основната част от територията на северна България е съставена от льосови почви, като се срещат различни разновидности. При нарастването с бързи темпове на интензитета на строителство в района се налага изучаването и решаването на редица инженерни проблеми, свързани със строителството на всякакъв тип съоръжения в тези сложни геоложки условия. През годините са построени редица сложни и отговорни съоръжения, като основния принцип е обогатяването на льосовата почва с цимент в комбинация с тежки трамбовки. В наши дни с бързите темпове на развитие на науката и технологията се търсят и изследват иновативни методи за уплътняване и обогатяване на льосовите почви с цел подобряване на якостно-деформационните им показатели.

Ключови думи: льос, льосоцимент, заздравяване

LOESS SOILS IN BULGARIA AND METHODS FOR THEIR IMPROVEMENTS

Atanas Zlatarov[1]

ABSTRACT:

The main part of the territory of northern Bulgaria is made up of loess soils, with different varieties occurring. With the rapid increase in the intensity of construction in the area, it is necessary to study and solve a number of engineering problems related to the construction of any type of facilities in these complex geological conditions. Over the years, a number of complex and responsible facilities have been built, the main principle of which is the enrichment of loess soil with cement in combination with heavy rammers. Nowadays, with the rapid pace of development of science and technology, innovative methods for densification and enrichment of loess soils are sought and researched in order to improve their strength-deformation indicators.

Keywords: loess, loess cement, improvements

[1] инж.Атанас Златаров – докторант на УАСГ, atanas.zlatarov@gmail.com
eng.Atanas Zlatarov – PhD student of UASG, atanas.zlatarov@gmail.com

1. Увод.

Льоса притежава редица белези, които рязко го отличават от останалите почви. Цветът му е сивожълтеникав до червенокафяв. По зърнометричен състав представлява равнозърнеста типична прахова почва – преобладава прахова фракция, зърна над 0,25 mm обикновено липсват, а глинестата фракция е застъпена слабо. Голямата му порьозност (над 45% пори) се обуславя от неговата равнозърност. Обемното тегло варира между 1,2 -1,6 g/cm^3. В структурно отношение се наблюдават и макропори, които увеличават многократно коефициента на филтрация.

2. Специфика на льоса в България..

Льосови хоризонти се наблюдават в северна България между река Дунав и полите на Предбалкана. Льосът и льосовидните седименти покриват около 10% от територията на страната. Средната мощност на льосовия хоризонт варира от 30-50 m около река Дунав и намалява на юг с отдалечаване от нея. Най-голяма мощност е установена в Оряховско – около 100 m.

Съгласно възприетата у нас класификация на льосовите почви се различават няколко разновидности – льосовиден пясък, песъчлив льос, типичен льос, глинест льос и льосовидна глина. В *Табл.1* са показани осреднени физико-механични показатели на различните льосови разновидности.

Табл. 1. Осреднени физични и механични показатели на българските льосови почви.[6]

Loess Variety	Strati-graphic Unit	Relative Settle-ment	Relative Deforma-tion	Total Vertical Deform.	Compres-sion Modulus	Plasticity Index	Poeosity	Soil Skeleton Density	Natural Water Content	Degree of Satu-ration
Facial Row	Horizont	$\Delta h/h$	δ_{sub3}	S_3	M	I_p	n	ρ_d	w_e	Sr
		%	%	%	kg/cm^2	%	%	g/cm^3	%	-
Loess-like Sand	I	5.80	2.00	7.80	135	3.60	46	1.44	9.00	0.25
Sandy Loess	I + II	6.50	4.50	11.00	125	6.40	48	1.42	10.50	0.30
Typical Loess	I + II	8.30	6.50	14.30	90	10.00	49	1.39	13.80	0.45
Clayey Loess	I + II	8.50	7.00	15.5	55	17.00	48	1.47	19.00	0.55
Loess-like Clay	I + II	7.00	2.00	9.00	65	23.00	43	1.55	22.00	0.70

При навлажняване над естественото водно съдържание на льосови почви в натоварено състояние, те предизвикват резки допълнителни неравномерни слягания на построените върху тях съоръжения. Това основно строително свойство се нарича пропадане. Лабораторно пропадането се изразява чрез вертикален скок в компресионната крива.

Според пропадачността разграничаваме два основни типа льос:

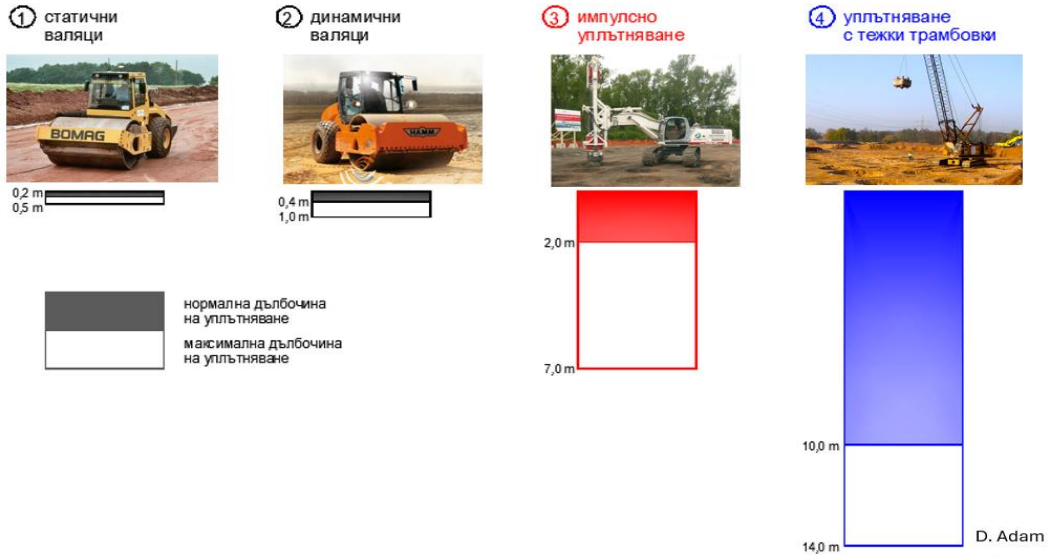
– първи тип (T1) – сумарното пропадане от геоложки товар е < 5 cm;
– втори тип (T2) – сумарното пропадане от геоложки товар е > 5 cm.

На практика льосовата основа от първи тип, пропада само при допълнителен товар.

3. Технология за изпълнение на льосоциментова възглавница.

Изследването на льосовите почви в България започва през 50-те години. През годините са правени множество изследвания и опити, които да дефинират и класифицират проблемите, свързани с този специфичен вид почва. Стига се до извода, че смесването на льоса с цимент значително подобрява якостно-деформационните показатели на почвата. В изложението ще се разгледа подробно технологичното изпълнение на льосоциментова възглавница. Преди да се пристъпи към изпълнението на льосоциментова възглавница е необходимо земната основа под

нея да се уплътни. Има няколко варианта за уплътняване, като вибрационни валяци, тежка трамбовка, импулсно уплътняване. Видът технология се подбира от проектните изисквания към земната основа и това какъв ефект се желае да се достигне (Фиг.1).



Фиг.1 Различни технологии и зона на влияние в дълбочина в земната основа [4]

След достигане на достатъчно уплътняване на земната основа, доказано с полеви изпитвания, започва изграждането на циментольосовата възглавница. Полевите методи (in situ) се използват за определяне на основни якостни и деформационни параметри. Конкретно при земната основа за циментольосовата възглавница най- голямо приложение намират стандартизираното пенетрационно изпитване SPT, динамичната пенетрация (DPH, DPM, DPL), статичната пенетрация (CPT) и статичното и динамично щампово натоварване (PLT и DPLT) [1]. Недостатък на последните два метода, въпреки, че те са най-популярни в практиката е че при изпитването със статична или динамична щампа, резултатите дават информация за деформационните свойства в дълбочина около 1,5 до 2,0 пъти диаметъра на плочата. При стандартни диаметри от 300, 400, 500, 600, 762 и 798 mm (според различните стандарти), това означава, че изследваната дълбочина е неповече от 1,50 – 2,00 m.

Технология на изпълнение на льосоцимент:

- подравняване на дъното на изкопа с помощта на булдозер и уплътняване на основата;
- насипване на пласт льос с дебелина до 25 cm, който подлежи на фрезоване и хомогенизиране в структурно и влажностно отношение и оптимално уплътняване с валяк;
- фрезоване – от 2 до 5 преминавания с почвообработваща фреза (*Фиг.2).* Не се препоръчва обработката и уплътняването на пласт с дебелина превишаваща 25 cm, тъй като не се разполага с почвообработващи фрези, които да осигурят пълноценно смесване на цимента с льоса;
- навлажняване или осушаване (при нужда), чрез добавяне на негасена вар на насипания льосов пласт до W_{opt};
- хомогенизиране на влажността чрез фрезоване;
- полагане на цимент разпръснат равномерно (3-7%);
- смесване на цимента с льоса чрез фрезоване (3 до 5 премествания);
- навлажняване на сместта и допълнително фрезоване само в случай на необходимост;
- уплътняване на подготвения пласт чрез валиране с 12t вибрационен валяк до „отказ” (5 – 8 проходки) показано на *Фиг.3*;

– провеждане на контролни изпитвания за установяване на достигнатата обемна плътност на скелета и влажността на вложения материал (*Фиг.4)*;

Фиг.3 Уплътняване на готовият пласт.

Фиг.4 Взимане на проба с режещ пръстен.

След изготвяне на цименто льосовата възглавница може да се проведат изпитвания с щампа за доказване на носимоспособността и деформационното поведение.

При работа на големи линейни обекти (магистрали) се използват различен тип машини, който са значително по-производителни от горе споменатия пример. Те смесват цимента и почвата на място по зададената проектна рецепта (*Фиг.5*).

По време на уплътняването се препоръчва да се провеждат и прецизни геодезически измервания (например с помощта на поставени метални плочи) за установяване на дебелината, както на подлежащия за уплътняване пласт, така и за неговите параметри след приключване на уплътняването. Това е съществено, както за оптимизирането на технологията, така и за планиране на броя пластове изграждащи възглавницата.

За препоръчване е също да се изпълнява програма за следене на сляганията в зависимост от проходките на уплътнителната машина, за установяване на степента на достигнатата уплътняване и съобразно вложената енергия за уплътняване на единица площ. Установява се и дебелината на готовия уплътнен пласт.

Необходимо е преди започване на насипните и уплътнителните работи да се вземат и изследват проби за установяване на естествената влажност на изходния льосов материал, сравняване с получените резултати за стойностите на оптималната влажност на льосовите разновидности, изземането на льосовия материал от кариерите, неговото транспортиране и уплътняване следва да се осъществи за възможна най-кратко време.

Фиг.5 Новострояща се магистрала в Румъния

След подравнянане на пластовете и преди уплътняването им чрез валиране с валяк е необходимо да се вземат контролни проби за установяване на влажността (по 3 за всеки участък) на 10 cm от повърхността на уплътнения пласт.

4. Примери за изпълнени обекти по тази технология в България.

През годините са изпълнени множество сгради и съоръжения по този тип технология - АЕЦ „Козлодуй“, Телевизионните кули в Русе, Тутракан, Силистра, охладителните кули на ТЕЦ „Русе“, както и високи жилищни сгради. Подробно те са описани в специализираната литература.

Всички тези отговорни и тежки конструкции са построени в льосови почви по горе описаната технология. Параметрите на почвата при всички е сходна. При натоварване от 0,3 MPa по лабораторни данни, сумарното пропадане е от 12 до 31 cm при E_0 = 17 – 23,5 MPa. След уплътняване дъното на изкопа с тежка трамбовка и изграждането на циментольосова възглавница от три пласта с 2,4 и 6,0% количество цимент, увеличаващо се отдолу нагоре се достигат модули на обща деформация E_0 съответно 50, 80 и 120 MPa, измерени със щампа. Тези данни от посочените примери доказват ефективността на този метод за заздравяване на земната основа в условията на льосови почви.

5. Алтернативни методи за заздравяване на слаби почви.

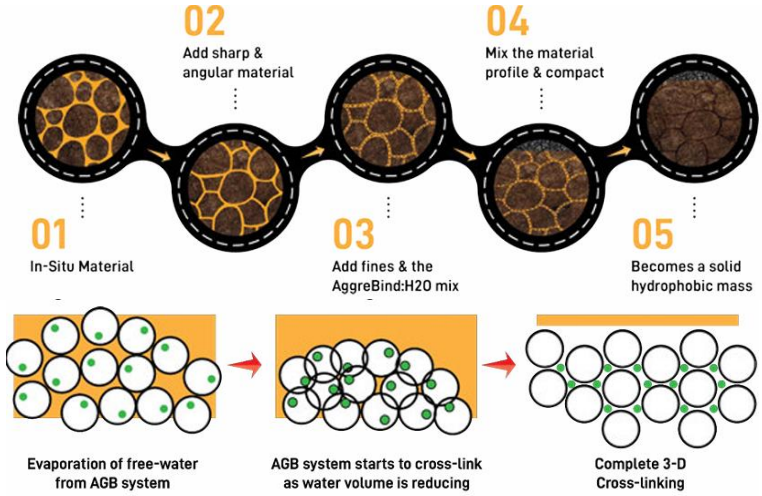
В практиката съществуват и други методи за зазрдравяване на слаби почви. Такива са циментово инжектиране по метода „пакер- тръба с маншет“. високоструйното инжектиране (jet grouting), импулсно уплътняване; пясъчни и чакълести пилоти; пилоти MIP (mixed in place) и др. При тях или заздравяваме съществуващата почва, чрез инжектирне на разтвори в почвата [5], като например цимент, под високо или ниско налягане или заменяме част от почвата с друг материал с по-добри якостно- деформационни показатели, като едновременно уплътняваме съществуващата почва. Концепцията за инжектиране на циментов разтвор е използвана за първи път през 1802 година във Франция, като самото инжектирането представлява процес, при който циментов разтвор с добавки се вкарва под ниско налягане (до 6-8 atm) в порите на почвата без да се нарушава нейната структура (ТАМ) [2] или под високо налягане от 200 atm и повече, при което се нарушава структурата на почвата (jet grouting). Разтворът се втвърдява след няколко дни и се получава цименто- почвено тяло с много по- добри показатели.

Тези методи са добре познати в практиката, но намират по-рядко приложение при льосови почви. Изключение са случаите, когато се налага заздравяване на земната основа под съществуващи сгради и съоръжения. Причините могат да бъдат различни. От една страна

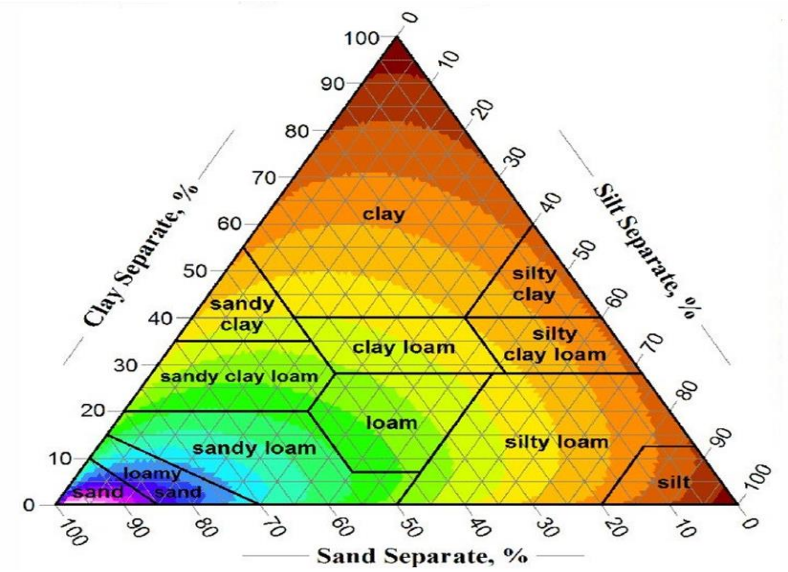
строителството на метрополитении други съоръжения в големите градове води до промяна на напрегнатото и деформирано състояние, при което работят съществуващите в съседство сгради и съоръжения. От друга страна проблеми с течове в канализационната или водопроводна мрежа, водят до ерозионни и суфозионни процеси в почвата или пропадането и, при което се компрометира земната основа на вече изградени съоръжения.

Иновативен метод за заздравяване на слаби почви, каквито са льосовите е смесването им с кополимерни смеси. Кополимерите представляват синтетични съединения, които съчетават различни видове мономери, като създават стабилни вериги. Когато се добавят към почвата, кополимерите действат като свързващи агенти, които подобряват здравината и еластичността на почвата, като увеличават нейната носимоспособност, намаляват водопропускливостта, като намаляват риска от ерозия и водонаситеност на почвата, стабилизират почвените частици, което предотвратява разместването им при натоварване или под действието на вода.

Кополимерите свързват и уплътняват почвените молекули, като използват функции за напречно свързване с дълги връзки, които изцяло обхващат всяка почвена частица. Те поддържат частиците заедно в рамките на триизмерна (3-D) верига, която създава повърхности с голяма носимоспособност и хидрофобност (*Фиг. 6*).



Фиг.6 Кополимерни съединения. [3]



Фиг.7 Триъгълна диаграма на подходящи почви за обработка с кополимер.[3]

За да е приложим този тип стабилизация е необходимо почвата в която ще се прилага да отговаря на следните критерии: съдържание на най-малко 35%; фини почвени частици, преминаващи през сито № 200; максималният размер на зърната да не надвишава 20% от дебелината на пласта, които стабилизираме; показателя на пластичност Ip < 15.

На *Фиг. 7* може да се види в кой тип почва е най-подходящ и приложимо третирането с кополимер. Тези параметри ги правят подходящ свързващ реагент за льосовите почви.

Заключение

Льосовите почви в Северна България представляват сериозно инженерно предизвикателство при строителството, което изисква задълбочено геотехническо проучване и прилагане на ефективни методи за подобряване на техните свойства. Натрупаният през годините опит с традиционни решения като циментиране и механично уплътняване създава основа за търсене на по-иновативни и ефективни технологии. В условията на съвременното строителство и динамичното развитие на научните постижения, акцентът се поставя върху устойчиви, природосъобразни и икономически изгодни подходи за стабилизиране на льосовите почви, което е ключово за безопасното изграждане на бъдещи инфраструктурни проекти.

ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Тоцев, Полеви геотехнически методи, 2020;

[2] А. Тоцев, М. Русева, Методи за определяне на ефекта от заздравяване на слаба земна основа, XI Международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, Варна, 2020 г;

[3] AggreBind Inc., New Haven, Connecticut, USA - www.AggreBind.com;

[4] Adam D., Bodenphysikalische und bodenmechanische Grundlagen der Bodenverbesserung, 2010;

[5] М. Русева, А. Тоцев, Циментови разтвори при заздравяване на земната основа, , Годишник на университета по архитектура, строителство и геодезия, София, 2020

[6] Minkov, M., D. Evstatiev. 1977. The loess as a structurally complex formation. In: Internat. simp. on the geotechnics of structurally complex formations, Capri, Italy, 2, 122 - 126.

[7] Б. Чакалова, Д. Карастанев, „Геотехнически особености на българския льос във връзка със съхраняване на отпадъци.“ Списание на българското геологическо дружество, год. 80, кн. 3, 2019;

[8] Г. Стефанов и Б. Кремакова, „Строителни свойства на Българските льосови почви“; Държавно издателство „Техника“, София, 1960;

[9] Д. Евстатиев, Д. Карастанев, „Изследвания и приложения на циментo льоса в България“ Геологически институт при БАН, София, 2013;

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

НОВ МЕТОД ЗА ПРЕДСТАВЯНЕ НОСИМОСПОСОБНОСТТА НА ЛЕТИЩНИ НАСТИЛКИ

Весела Филипова[1]

РЕЗЮМЕ:

Новият метод за представяне на носимоспособността на летищните настилки ACR-PCR, е в сила от 28.11.2024 г., след като на предишната дата изтече срокът за ползване на методът ACN-PCN. Методат е разработен от APEG (Airport Pavement Expert Group) и е завършен през 2018 година. Разработването е последвано от процес на прегледи и приемане от ICAO, с приемането от съвета на ICAO и утвърждаване чрез Изменение 15 към Анекс 14 през март 2020 година. Методът ACR-PCR подобрява представянето на носимоспособността на летищните настилки като при обработката на данните използва зависимостите, на които се основават съвременните методи за оразмеряване на настилки.

Ключови думи: настилка, носимоспособност, ACR, PCR, ACN, PCN, CBR, E-модул, земна основа, налягане в гумите

A NEW METHOD FOR REPORTING THE STRENGHT OF AIRPORT PAVEMENTS

Vesela Filipova[1]

ABSTRACT:

The new method for reporting the strength of airport pavements, ACR-PCR, is effective from 28.11.2024, after the previous date the period for using the ACN-PCN method expired. The method was developed by APEG (Airport Pavement Expert Group) and was finalized in 2018. The development was followed by a review and adoption process by ICAO, with the adoption by the ICAO Council and approval through Amendment 15 to Annex 14 in March 2020. The ACR-PCR method improves the reporting the strength of airport pavements by using the dependencies used in modern pavement design methods when processing the data.

Keywords: pavement, strength, ACR, PCR, ACN, PCN, CBR, E-modulus, subgrade, tyre preasure

[1] Весела Филипова, доц. д-р, ВСУ „Черноризец храбър“
Vesela Filipova, assos. Prof., ph. d, vesela_filipova@abv.bg

1. Увод.

От 25 ноември 2024 година влиза в сила нов подход при представянето носимоспособността на настилките на летищата, което е свързано с идеята на ICAO за „green airport“, т.е. така нареченото „зелено летище“ или екологично летище. Какво означава това? Екологичното летище е ресурсоспестяващо, щадящо околната среда, високоефективно и ориентирано към хората в рамките на целия си жизнен цикъл. „Green airport“ е летище, което осигурява здравословни, пригодени и удобни за използване от обществото пространства, безопасна и ефективна работна среда за въздухоплавателни средства и с развитие, обвързано с това на региона.

Зеленото летище трябва да има следните четири характеристики:

А. Опазването на ресурсите е основна характеристика. Опазването на ресурсите се отнася до намаляване на търсенето на ресурси, спестяване на разходи, подобряване на използването на ресурсите и даване на приоритет на възобновяемите ресурси, включително пестене на земя, спестяване разхода на енергия, вода и материали.

Б. Щаденето на околната среда е важен принцип. То се отнася до два аспекта – проверка на летателна годност на самолетите при щадене на околната среда и хармония с околната среда. Летателна годност при щадене на околната среда се свързва с намаляване на въздействието на препятствията и електромагнитната среда върху безопасната работа на летището, а хармонията с околната среда се отнася до създаването на добра вътрешна и външна среда за намаляване на въздействието на летището върху околната среда.

В. Ефективното опериране е в основата. Ефективната експлоатация се отнася до ефективни операции и технологии за въздухоплавателните средства, съоръжения и оборудване в района на летището. Действия за предоставяне на пътниците и потребителите на ефективен въздушен транспорт, намаляване на рулирането на самолети, времето за изчакване при излитане, разстоянието за рулиране и т.н. Подобряване на ефективността на работа на съоръженията и оборудването, създаване на удобен, бърз и ефективен поток от хора, логистика и информация и др.

Г. Ориентирането към хората е важна характеристика. Ориентиране към хората означава да се предоставят на пътниците, летищните служители и летищните потребители ефективни, висококачествени и удобни услуги и удобна среда чрез грижа за човека, така че да се подобри удовлетвореността от летищните услуги. [4]

2. Новото в метода ACR-PCR

Практически методът ACR-PCR ще доведе до:

- нови ACR стойности, изчислени и публикувани от производителите на самолети, изчислявани както ACN преди това на база натоварване от колелата на самолета, налягането в гумите и геометрията на основните колесници;
- нови PCR стойности, изчислявани и публикувани от летищата: не се променя вида на изписване на оценката на носимоспособността, общата процедура за определяне на PCR е предоставена от ICAO (такава не е предоставена от ICAO за определяне на PCN, предишната оценка на носимоспособността на летищните настилки).

Процедурата за определяне на PCR е достатъчно обхватна, за да се приложи към повечето национални или местни методи за проектиране (напр. не се уточнява модел на повредите на земната основа).

PCR се изчислява на база процедурата на сумиране на повредите на настилката за общия микс от самолети.

За разлика от процедурата за определяне на PCN, тази за определяне на PCR изисква характеризиране на земната основа чрез модула на еластичност на Юнг и за огъваеми и за твърди настилки.

Не се променя общия подход за определяне допустимостта за ползване на настилката от конкретни самолети: преди се сравняваше ACN с PCN, а сега ACR с PCR.

Възприет е нов подход за операциите при претоварване на настилката (напр. ACR > PCR):

- допуска за претоварване е увеличен от 5 % на 10 % от PCR и за огъваеми и за твърди настилки;
- връхтовари могат да бъдат допуснати само ако се оправдаят чрез технически анализ на въздействието върху влошаване състоянието на настилките.

Числовите стойности на ACR и PCR са приблизително десет пъти по-високи от тези за ACN и PCN, но не е допустимо привеждане от ACR и PCR към ACN и PCN и обратното.

2.1. Същност на ACR

Числовата стойност на ACR е число, което изразява относителното въздействие на самолет върху настилката за определена носимоспособност на земната основа. Изчислява се като два пъти стандартното получено натоварване на единично колело (DSWL), което е равно на натоварването на едно изолирано колело (с фиксирано налягане в гумите), изискващо същата дебелина на настилката, както разглеждания самолет при 36500 преминавания.

Разликата спрямо ACN са следните:

- настилката е оразмерена по аналитичен метод, за разлика от ползването на процедурите CBR и Westergaard при ACN;
- DSWL се изчислява за налягане в гумите 1.50 MPa, за разлика от 1.25 MPa при ACN;
- при изчисляването на ACN се ползват 10000 преминавания на съответния самолет, а при ACR е 36500;
- числовата стойност на ACR се представя в стотици килограми, за разлика от представянето на числовата стойност на ACN, което е в хиляди килограми.

Освен това стандартните категории земна основа са четири и при двете характеристики, но се представят с модула на еластичност, докато при представянето на ACN носимоспособността на земната основа за асфалтови настилки се представя чрез показателя CBR, а за твърди настилки с Внклеровата константа – k.

Табл. 1. Категории на земната основа

	Категория A	Категория B	Категория C	Категория D
ACR (огъв. и твърди)	E = 200 MPa	E = 120 MPa	E = 80 MPa	E = 50 MPa
ACN (огъваеми)	CBR 15	CBR 10	CBR 6	CBR 3
ACN (твърди)	K = 150 MN/m^3	K = 80 MN/m^3	K = 40 MN/m^3	K = 20 MN/m^3

Производителите на самолети публикуват стойностите на ACR в документите с характеристиките на самолетите за критично тегло и център на тежестта на перона, както и при по-ниско тегло, за да може да се интерполират стойностите за всяко оперативно тегло. [1], [2]

2.2. Същност на PCR

Числовата стойност на PCR е число, изразяващо носимоспособността на настилката за неограничен брой операции. Характеристиката се публикува в AIP за всички настилки предназначени за самолети с тегло по-голямо от 5700 kg.

Представянето на PCR има същия вид като това на PCN, а именно:

- PCR 650/тип настилка/носимоспособност на земната основа/налягане в гумите/оценка например: PCR650/F/B/W/T
- Типа на настилката е: огъваема – обозначава се с „F“ или твърда – „R“.

Носимоспособността на земната основа се представя в четири категории, обяснени по-горе.

Допустимото налягане в гумите също се представя в четири категории.

Табл. 2. Категории на допустимо налягане в гумите

	Категория W	Категория X	Категория Y	Категория Z
PCR (и PCN)	Без ограничение	P ≤1.75 MPa	P ≤1.25 MPa	P ≤0.50 MPa

Последната буква е T или U. Буквата T означава, че стойността на PCR е определена на база техническа оценка, докато буквата U показва, че определянето е направено на основата на изследване за използващи самолети. Процедурите на ICAO позволяват на държавите членки самите те да изберат как ще определят стойностите на PCR. Всяка от процедурите може да се използва за определяне на PCR, но използваната методология трябва да бъде докладвана като част от публикуваната оценка.

Първият подход е по-коректен, но изисква допълнителна информация. Точността на този подход е по-добра, но изисква значително повече време и ресурси. Оценката може да изисква комбинация от инспекции на място, изпитване за определяне на носимоспособността и инженерна оценка. Обичайно е да се приема класификацията на носимоспособността като гранична здравина или непосредствен критерий за разрушаване. Това не означава, че настилката при достигане на тази граница се отстранява и заменя с нова. Намаляването на работоспособността на настилката най-често се изразява чрез увеличаване на неравностите или локални повреди като коловози и пукнатини. Определянето на адекватността на настилката не отчита само големината на товарите, които преминават по нея, но също така и акумулираното въздействие на интензивността на трафика за целия очакван експлоатационен срок на настилката

Препоръчителната процедура за определяне на PCR се състои в изчисляване на ACR на въздухоплавателно средство. Подходът се състои в преобразуване на комбинацията от въздухоплавателни средства, които използват съответния летищен елемент, в еквивалентно критично или референтно въздухоплавателно средство с максимално допустимо бруто тегло, което, преминавайки неограничен брой пъти върху оценяваната настилка, ще доведе до CDF от 1.0, т.е. изчерпване на носимоспособността.

Процедурата PCR взема предвид характеристиките на конструкцията на настилката и прогнозирания трафик на въздухоплавателни средства за избрания период на експлоатация. Периодът на експлоатация трябва да отразява проектната дълготрайност нови настилки и остатъчния експлоатационен период за настилки в експлоатация. След рехабилитация на настилката е необходимо провеждане на нова оценка, също така, когато трафикът се промени в сравнение с първоначалния.

Методът „Използващи самолети“ е процедура, при която се определят стойностите на ACR за всички самолети, които използват настилката, и най-голямата стойност на ACR се отчита като PCR. Този метод е лесен за прилагане и не изисква подробни познания за конструкцията на настилката. Категорията на носимоспособността на земната основа не е критична при отчитане на PCR въз основа на метода „Използващи на самолети“. Препоръчителната категория на носимоспособността на земната основа, когато няма налична информация, трябва да бъде Категория Б.

Точността на този метод зависи от наличието на данни за полетите на въздухоплавателни средства в предишен период от време. Значително надценяване на капацитета на настилката може да се получи, ако за определяне на PCR се използва въздухоплавателно средство, с най-голям принос за повредите на настилката, но което използва настилката много рядко. По същия начин, значителното подценяване на капацитета на настилката може да доведе до неикономично използване на настилката, като възпрепятства провеждането на подходящ трафик. Въпреки че няма ограничение за минимална честота на експлоатация, за да може дадено въздухоплавателно средство да се счита за част от нормалния трафик, оценяващата агенция трябва да използва рационален подход, за да избегне надценяване или подценяване на капацитета на настилката. За определяне на PCR е подходящо да се използва минимална честота от 250 годишни излитания за проектния период (при предходната методика препоръчителния брой излитания за критичния самолет бяха 500). Използването на този метод

не се препоръчва в дългосрочен план поради посоченото по-горе. [1], [2]

3. Примери за определяне на PCR и PCN

За оценка на числовата стойност на PCN се използваше софтуерът на FAA – COMFAA. За въвеждане на новия подход за представяне на носимоспособността на летищните настилки е доразработен софтуерът на FAA – FAARFIELD, като е добавен модул за определяне на PCR.

По-долу е представен изходът от софтуерът на FAA – COMFAA за огъваема настилка при определяне на PCN [5]:

```
                                    CBR = 8.00 (Subgrade Category is C(6))
              Evaluation pavement thickness = 31.90 in
         Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1.00
           Maximum number of wheels per gear = 6
        Maximum number of gears per aircraft = 4

At least one aircraft has 4 or more wheels per gear.  The FAA recommends a reference section assuming
5 inches of HMA and 8 inches of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data
                          Gross   Percent    Tire     Annual      20-yr     6D
 No.  Aircraft Name       Weight  Gross Wt   Press     Deps     Coverages  Thick
-------------------------------------------------------------------------------
  1  A300-B4 STD          364,747  94.00     216.1     1,500      16,434   29.79
  2  A319-100 std         141,978  92.60     172.6     1,200       6,443   22.08
  3  B737-300             140,000  90.86     201.0     6,000      31,003   25.19
  4  B747-400             877,000  93.32     200.0     1,000      11,470   31.28
  5  B767-200 ER          396,000  90.82     190.0     2,000      21,813   29.44
  6  B777-200 ER          657,000  91.80     205.0     1,000      14,583   30.54
  7  DC8-63               330,000  96.12     196.0     3,000      34,581   30.13

Results Table 2. PCN Values
                        Critical        Thickness      Maximum      ACN Thick at
                      Aircraft Total    for Total     Allowable    Max. Allowable            PCN on
 No. Aircraft Name      Equiv. Covs.    Equiv. Covs.  Gross Weight   Gross Weight    CDF      C(6)
-------------------------------------------------------------------------------------------------
  1  A300-B4 STD           109,787        32.54        355,252         35.31     0.2454     60.1
  2  A319-100 std        >5,000,000       32.23        139,771         27.19     0.0001     35.7
  3  B737-300            >5,000,000       32.27        137,402         28.03     0.0021     37.9
  4  B747-400               26,559        32.73        847,310         37.80     0.7079     68.9
  5  B767-200 ER           219,389        32.44        387,270         34.61     0.1630     57.8
  6  B777-200 ER            84,591        32.34        645,067         37.01     0.2826     66.1
  7  DC8-63                238,096        32.43        322,545         34.27     0.2381     56.6
                                                                   Total CDF =   1.6392

Results Table 3. Flexible ACN at Indicated Gross Weight and Strength
 No. Aircraft Name          Gross    % GW on     Tire       ACN      ACN on
                            Weight  Main Gear  Pressure    Thick      C(6)
-----------------------------------------------------------------------
  1 A300-B4 STD            364,747     94.00     216.1     36.00      62.5
  2 A319-100 std           141,978     92.60     172.6     27.46      36.4
  3 B737-300               140,000     90.86     201.0     28.36      38.8
  4 B747-400               877,000     93.32     200.0     38.81      72.6
  5 B767-200 ER            396,000     90.82     190.0     35.22      59.8
  6 B777-200 ER            657,000     91.80     205.0     37.55      68.0
  7 DC8-63                 330,000     96.12     196.0     34.84      58.5
```

Определянето на класификацията на настилката в съответствие с PCN е двустепенен процес. Първо се определя ACN за всеко въздухоплавателно средство, което има значимо участие в трафика по съответната настилка, и второ – докладване на ACN-а като стойност на PCN за конструкцията на настилката. При тези условия, всеки самолет с ACN с равна или по-ниска стойност от тази на докладваната стойност на PCN може безопасно да оперира върху тази настилка с ограничение на допустимото налягане в гумите на колесниците.

Същия подход се ползва и при определянето на PCR, но се определя ACR за всяко от въздухоплавателните средства. По-долу е представен изходът от софтуерът на FAA – COMFAA за огъваема настилка при определяне на PCR [3]:

Federal Aviation Administration FAARFIELD 2.0 PCR Report

FAARFIELD 2.0.0.f Beta 07/13/2020

Working directory is C:\Users\David Brill\Documents\My FAARFIELD

Job Name: PCR Examples

Section: Flexible Example 1

This file name = PCR Results for Flexible 2020-07-15 11:34:46.txt

Evaluation pavement type is flexible and design program is FAARFIELD.

Section name: Flexible Example 1 in job file: C:\Users\David Brill\Documents\My FAARFIELD\PCR Examples.JOB.xml

Units = US Customary

Analysis Type: New Flexible

Subgrade Modulus =12000psi (Subgrade Category is C(11k))

Evaluation Pavement Thickness = 32.0 in.

Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1.00

Maximum number of wheels per gear = 6

CDF = 0.180

At least one aircraft has 4 or more wheels per gear.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight lbs	Percent Gross Weight	Tire Pressure psi	Annual Departure	20 Years Coverage
1	A300-B4/C4 Std Bogie	365747	94.00	216.1	1500	24508
2	A319-100 std	141978	92.60	173.0	1200	19573
3	B737-300	140000	90.86	201.0	6000	92631
4	B747-400	877000	46.66	200.0	1000	17187
5	B747-400 Belly	877000	46.66	200.0	1000	17156
6	B767-200 ER	396000	90.82	190.0	2000	34480
7	B777-200 ER	657000	91.80	205.0	1000	15661
8	DC8-63/73	330000	96.12	196.0	3000	47172

No.	Aircraft Name	Gross Weight lbs	Percent Gross Weight	Tire Pressure psi	Annual Departure	20 Years Coverage

Results Table 2. ACR Value

No.	Aircraft Name	Critical aircraft Total equiv. departures	Max allowable Gross Weight of critical aircraft	ACR Thick at max. MGW (in.)	PCR//F/C
1	B747-400	1790	947124	30.06	681.1

Results Table 3. Flexible ACR at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight lbs	Percent Gross Weight on Main Gear	Tire Pressure psi	ACR Thick (in.)(C)	ACR//F/C
1	A300-B4/C4 Std Bogie	365747	94.00	216.1	27.2	545.9
2	A319-100 std	141978	92.60	173.0	22	326.1
3	B737-300	140000	90.86	201.0	22.5	345.6
4	B747-400	877000	93.32	200.0	28.6	607.5
6	B767-200 ER	396000	90.82	190.0	26.3	507.9
7	B777-200 ER	657000	91.80	205.0	28.1	585.6
8	DC8-63/73	330000	96.12	196.0	26.7	524.1

Става ясно, че данните, които се ползват, са еднакви, като изключим носимоспособността на земната основа, но методът на определяне на числовата стойност на показателя е различен – ползва се подходът за оразмеряване на съответния тип настилка.

ЛИТЕРАТУРА

[1] EASA, New method to report pavement strength ACR-PCR, https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/events/new-method-report-pavement-strength-acr-pcr-webinar

[2] Doc 9157 Aerodrom design manual, Part 3 – Pavements, https://www.bazl.admin.ch/bazl/en/home/themen/legislation/anhaenge-icao/manuals-zu-icao-annex-14.html

[3] AC 150/5335-5D Standardized method for reporting airport pavement strength – PCR, https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentnumber/150_5335-5

[4] Research on Construction and Development of Green Airport, Xiong Li, Xiaoqing Chen, Ziyun Liu, Proceedings of the 2022 International Conference on Urban Planning and Regional Economy (UPRE 2022), https://www.researchgate.net/publication/360878800_

[5] AC 150/5335-5C Standardized method for reporting airport pavement strength – PCN https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1025246

УСИЛВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩО СЪОРЪЖЕНИЕ СЪС СЕИЗМИЧНА ИЗОЛАЦИЯ

Димитър Димитров [1]

РЕЗЮМЕ:

Докладът представя усилването на съществуващо стоманобетонно съоръжение със сеизмична изолация, изпълнена с еластомерни лагерни устройства. Съоръжението е съставено от три независими стоманобетонни рамкови кострукции, разделени посредством дилатационни фуги, централният корпус на които премоства действаща автомагисрала. Обект на усилване е именно централният корпус. Конструкцията му представлява два реда стоманобетонни колони, намиращи се от всяка страна на автомагистралата, върху които стъпват две стоманобеонни гредоскарови връхни конструкция на две нива, отворът на които е 27 метра. Първият етаж на съоръжението е публично достъпно, докато горният е неизползваем плосък покрив. Главните греди на двете гредоскари продължават конзолно от двете страни на колоните с дължина 7,50 метра и служат като противотежасти на централния отвор. Сеизмичната изолация ще се извършва чрез изрязване на колоните на 1 етаж на ниво долен ръб главна греда, временното повдигане на надстройката с хидравлични крикове и поставяне на еластомерни устройства на върха на всяка от колоните. Предвидено е предварително разширяване на съществуващите дилатационнни фуги над нивото на новопоставените лагери, с цел да се гарантира свободното движение на изолираната конструкция в случай на сеизмично въздействие.

Ключови думи: Усилване, Сеизмична изолация, еластомерни лагери.

RETROFIT OF AN EXISTING STRUCTURE BY MEANS OF SEISMIC INSULATION

Dimitar Dimitrov [1]

ABSTRACT:

The report presents the retrofit of an exising a reinforced concrete structure by means of seismic isolation with elastomeric bearings. The building in question is composed of three structurally independent concrete frames divided by expansion joints, the main body of which spans across an existing motorway. The object of the retrofit is the frame of the central structure, which is comprised of two rows of columns on each side of the motorway that support two levels of reifoced concrete decks that spans across for a total of 27m. The main deck of the structure is open to the public, while the upper level is a flat roof, accessible for maintenance only. The structure of both decks cantilevers beyond the columns by a length of 7.50 m in order to counter-balancing the main span. The seismic

[1] инж. Димитър Димитров, строителен и геотехнически инженер във фирма NET Engineering s.r.l. (dimitar.dimitrov@netspa.com) / асистент във ВСУ „Черноризеж Храбър“ (dimitar.p.dimitrov@vfu.bg)
eng.Dimitar Dimitrov, structural and geotechnical engineer in NET Engineering s.r.l. (dimitar.dimitrov@netspa.com) / ass. prof. in VFU „Chernorizets Hrabar“ (dimitar.p.dimitrov@vfu.bg)

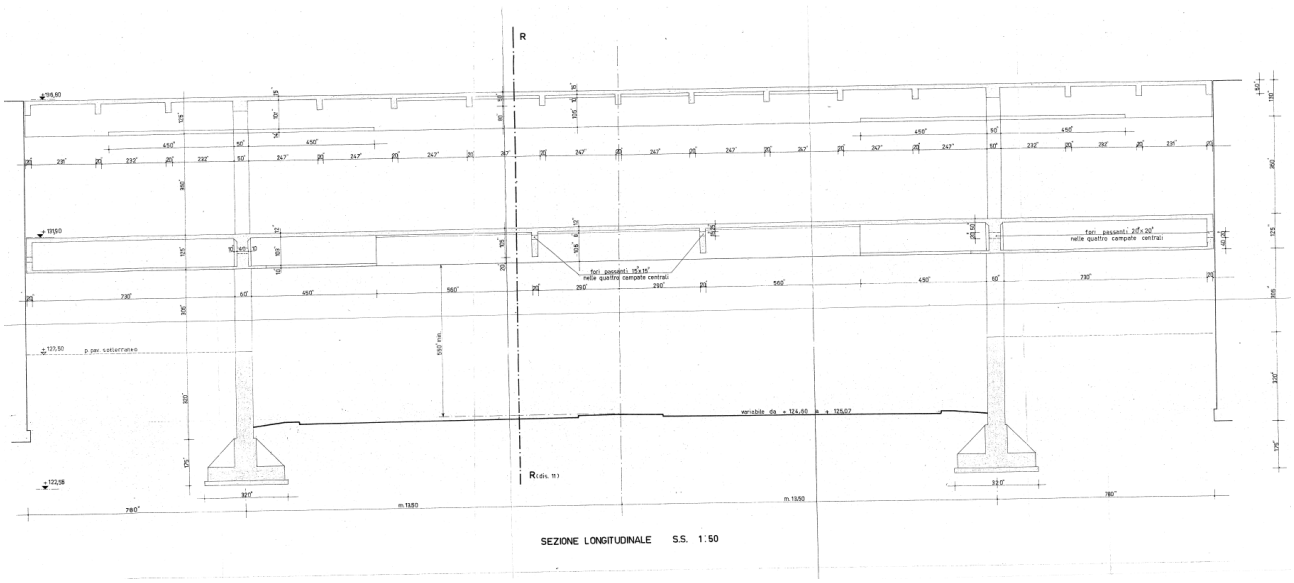
isolation is to be carried out by cutting the intrados of the main beams of the 1st floor deck, temporarily lifting the superstructure with hydraulic jacks and inserting elastomeric isolators at the head of each of the nine main columns. The isolation is preceded by the widening of the existing structural joints of the two decks above the newly placed bearings, in order to guarantee the free movement of the isolated structure in the case of a seismic event.

Keywords: Retrofil, Seismic isolation, Elastomeric bearing.

1. Увод. Кратко описание на съществуващото положение.

Обектът на усилване представлява стоманобетонна рамкова конструкция, премостваща действаща автомагистрала, построена в началото на 60-те години на миналия век. Има четири нива: сутерен и полу-сутерен (с по-малки размери в план от по-горните нива), публично достъпен първи етаж със статут на ресторант и неизползваем плосък покрив.

Започвайки от сутеренното ниво, стъпили върху ивични фундаменти, разположени от всяка стана на автомагистралата, се издигат два реда от по единадесет стоманобетонни колони, поддържащи връхната конструкция, която представлява достъпният за публика първи етаж. На горното ниво броят на колоните, носещи покривната конструкция, се намаля до четири на всяка страна. Връхната конструкция на първото ниво предствлява гредоскара съставена от 9 бр. монолитно изпълнени стоманобетонни надлъжни греди, с междуосово разстояние от 1,35m, с правоъгълно напречно сечение с размери BxH=20x130cm и светъл отвор от 27m. В напречно направление главните греди са свързани с товароразпределителни гредови елементи, също монолитно изпълнени. Главните греди продължават конзолно от двете страни на колоните с дължина 7,50m и служат като противотежести на централния отвор. Покривната конструкция е съставена от четери главни греди с правоъгълно напречно сечение BxH=40x120cm, с междуосие 3,35m. Напречните греди са разположени през 2m. Гредите на покривната конструкция също продължават конзолно отвъд носещите колони.



Фиг. 1. Надлъжен разрез – съществуващо положение

Необходимостта от усилване на съоръжението произлиза от предварителен анализ на сеизмична уязвимост, извършен в съществуващото му положение. Проведените анализи оценяват минималната стойност на параметъра ζ_E = 0,12 в сечението на колоните при запъването във фундаментната плоча, където ζ_E е дефиниран като отношението между максималното сеизмично въздействие, което съществуващата конструкцията може да понесе преди настъпване на разрушение, и това, което би било изполвано за оразмеряване на

конструкцията ако беше нова. Извършеният анализ също така подчерта недостатъчната ширина на дилатационните фуги в случай на земетръс.

2. Описание на проектното положение на съоръжението.

Усилването на централния корпус посредством сеизмична изолация ще се изпълни чрез изрязване на колоните над сутерена на нивото на долния ръб на главните греди, временно повдигане на връхната конструкция с хидравлични крикове и поставяне на еластомерни лагерни устройства на върха на всяка прекъсната колона. Предвижда се също така и разширяването на дилатационните фуги между съседните сгради, с цел гарантиране на свободното движение на изолираната конструкция при хоризонтални въздействия.

Сеизмичното изолиране, придружено със стандартно усилване на съществуващите колони дава възможност да се достигне коефициент $\zeta_E \geq 1.0$ на централния корпус на съоръжението. По-конкретно, това се постига с обрамчването на колоните със стоманобетонен кожух, без да се налага да се прибягва до усилване на основите на съоръжението.

Еластомерните изолатори са устройства, съставени от вулканизирани гумени слоеве, армирани със стоманени плочи. Те притежават голяма вертикална и относително малка хоризонтална коравина, както и висок капацитет да се разсейва енергия (последното се дължи на естеството на еластомерната смес, способна да намали ускорението на връхната конструкция по време на сеизмично въздействие). Устройствата са избрани така, че да се сведе до минимум сеизмичното въздействие, предавано на фундаментите, като се ограничи хоризонтално преместване на връхната конструкция до 250 mm.

По-конкретно, усилването се извършва в следната последователност:

- Усилване на вертикалните елементи чрез обрамчване със стоманобетонни кожуси (2x4 бр. над партерното ниво и 2x9 над сутерените) след хидроразрушаване на бетоновото покритие и анкериране на новите надлъжни армировъчни пръти във възела греда-колона и колона-фундамент с епоксидна смола;
- Поставяне на 2x2x9 стоманени конзоли, върху които да стъпят хидравличните крикове. Временно укрепяне на връхната конструкция на съоръжението.
- Изрязване на върха на колоната с диамантено въже на ниво долен ръб главна греда;
- Повдигане на връхната конструкция на съоръжението с хидравлични крикове;
- Разрушаване на върховете на колоните и полагане на армировката за свързваща греда с височина, съвместима с размера и хода на криковете (≈70cm);
- Кофраж и изливане на гореспоменатата свързващата греда;
- Поставяне на еластомерните изолатори и анкерирането им в новоизпълнената свързваща греда;
- Демонтаж на хидравличните крикове и временното укрепване.

3. Ниво на познание на съществуваща конструкция.

3.1. Геометрия.

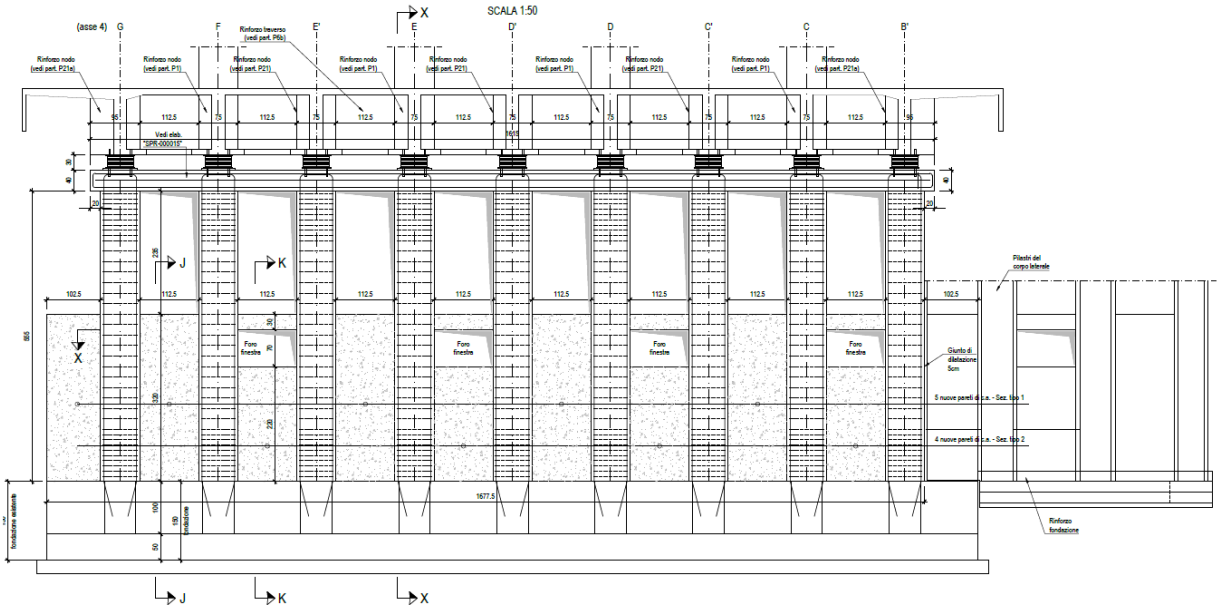
Направени са многократни огледи, както и геометрично-топографското заснемане на сградата за установяване на съответствие между съществуващото положение и проектната документация. Резултатът е положителен.

3.2. Конструктивни детайли.

За установяване на вложената армировка в конструктивните елементи са направени общо:

- 26 бр. полуразрушителни изпитвания върху стоманобетонни елементи чрез разкриване на бетоновото покритие за откриване на използваната армировка;
- 14 бр. неразрушителни изпитвания за откриване на използваната армировка;

– Резултатите от полуразрушителните и неразрушителните изпитвания свидетелстват за отлично съответствие с проектната документация; събраните данни отговарят на минимум 35% от анализираните напречни сечения.



Фиг. 2. Напречен разрез – проектно положение

3.3. Механични характеристики на материалите.

За определяне якостта на натиск на бетона са извлечени общо 27 бр. цилиндрични ядки, подложени на натискови изпитвания до разрушение. Те са съчетани с 12 бр. склерометрични изпитвания. Общият брои проби съответства на 2 бр. за всеки 300 m^2 застроена площ.

За определяне якостта на опън на армировката са извлечени общо 12 бр. проби, подложени на опънно изпитване до разрушение.

3.4. Заключения.

Предвид количеството и качеството на извършените изпитвания и пълното съответствие на геометрия и конструктивни детайли с проектната документация, се приема, че е достигнато най-високото ниво на познание на конструкцията KL3, на което отговаря коефициент FC=1.

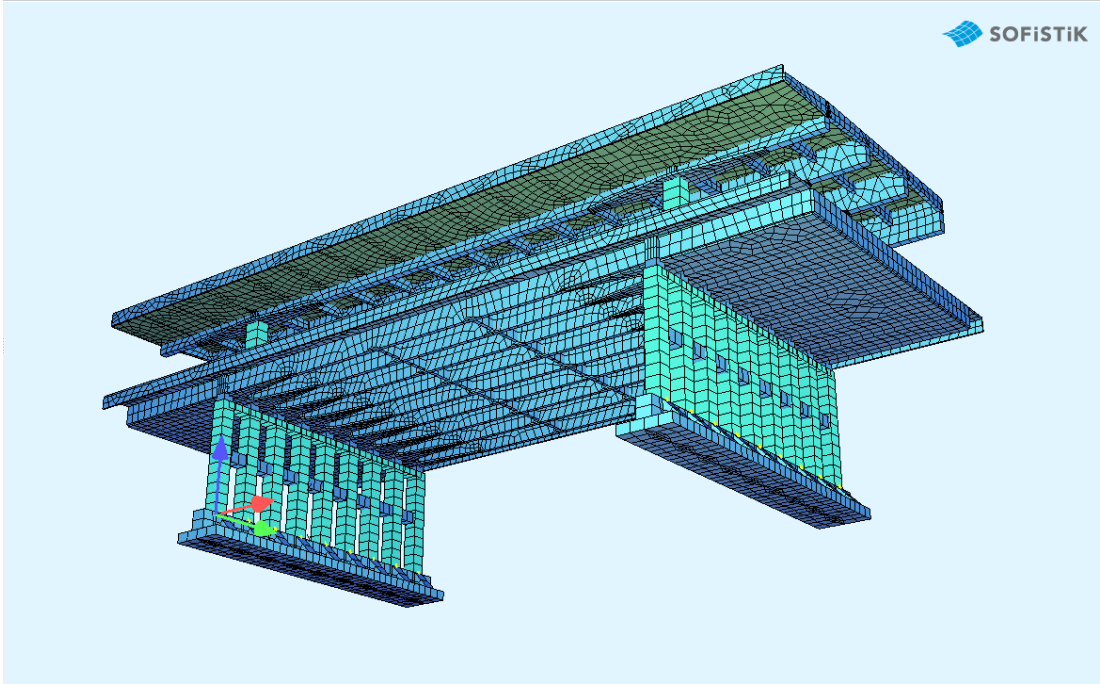
4. Модел и анализ на проектното положение.

Връхната конструкция и тази, намираща се под изолаторите са моделирани като системи, работещи в линейно-еластичен стадий, с коравина, съответстваща на недисипативно поведение. Извършен е спектрален анализ.

Изчислителният модел е разработен по следния начин: стоманобетонните колони и усилването им са моделирани с гредови крайни елементи, а гредоскарата на връхната конструкция с черупкови елементи. Еластомерните изолатори са моделирани като пружини с еквивалентна коравина. Плоският фундамент също е моделиран с черупкови крайни елементи. Взаимодействието терен-конструкция е симулирано като плоча на Винклерова основа, чиято коравина, в случай на сеизмично въздействие, е консервативно завишена 10 пъти. Целта е да се завишат разрезните усилия в колоните, доближавайки се до идеалното им запъване във фундаментната плоча, предвид по-голямото ниво на неяснота на поведението на земната основата в динамична фаза в сравнение със статичната.

Проектното положение на съоръжението е изследвано, като се вземе предвид последователността на изпълнение на усилващите работи чрез модула „CSM – Construction Stage Manager“ на изчислителната програма. По-конкретно, всяка колона е моделирана с дублиращи се гредови елементи, на единия от които е присвоено напречно сечение,

отговарящо на стоманобетонната сърцевина, докато на втория е присвоено сечението на кожуха. Последният се активира в съответната фаза, в която се извършва укрепването на колоните.



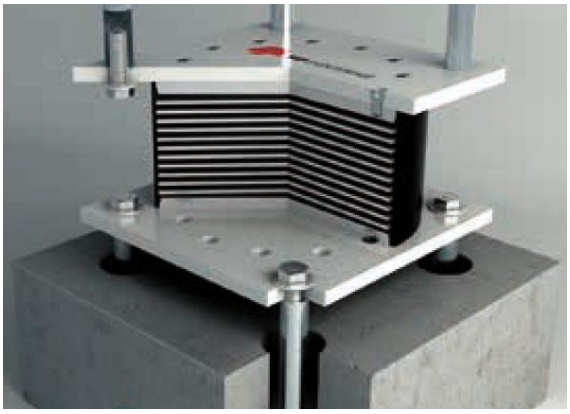
Фиг. 3. Изчислителен модел – триизмерен изглед

5. Еластомерни изолатори.

Сеизмичните изолатори, съставени от армиран еластомер с редуващи се стоманени плочи, позволяват разсейването на сеизмичната енергия с до 15% затихване.

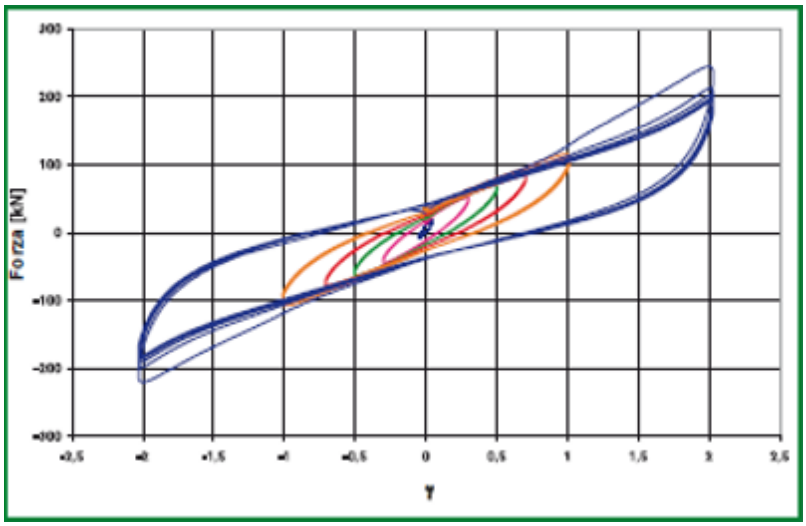
Те имат следните предимства:

- Ограничват се повредите и съответно не се прекъсва функционалността на изолираната конструкция, която продължава да работи в еластичен стадий, след като е подложена на сеизмични въздействия с висока интензивност;
- Технологията е добре позната и доказана за усилване на много съществуващи мостове и сгради;
- Поддръжката на устройствата е лесна и се ограничава до периодични огледи за целия им проектен живот;
- Технологията има способност да намали сеизмичната енергия, която се предава на долното строене.

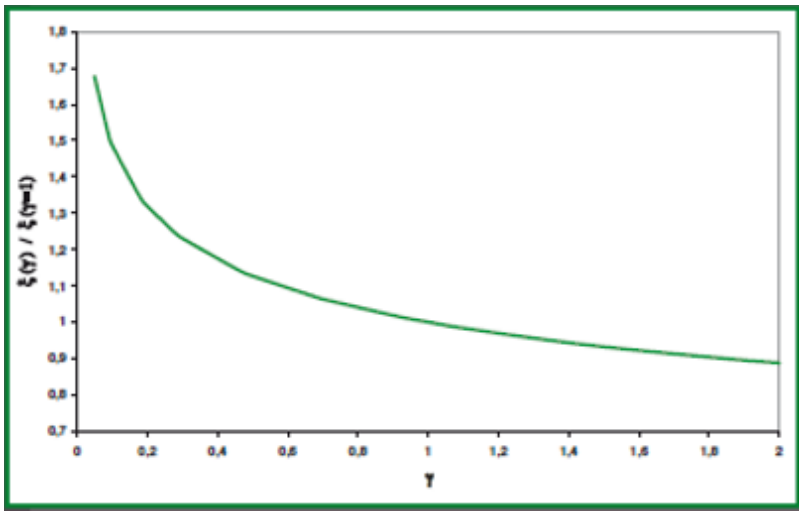


Фиг. 4. Еластомерно лагерно устройство

Хистерезисната крива, характерна за еластомерен изолатор и кривата на затихване като функция на ъгловите деформации са показани на слените фигури:



Фиг. 5. Хистерезисна крива на еластомерния изолатор



Фиг. 6. Крива ξ / γ

В конкретния случай е прието затихване от 15% за оразмеряването и проверката на стоманобетонните елементи. За оразмеряването на самия изолатор затихването се намаля до 10%.

6. Резултати от модалния анализ.

Еластичните спектри на реагиране, заложени в нормите с вискозно затихване ξ = 5%, трябва да бъдат премодулирани с подходящ коефициент, отчитащ затихването на изолационната система. Еластичният спектър бива намален за вички собствени периоди T≥0,8Tis, посредством коефициента η имащ стойност, съответстваща на ξesi =15% (за оразмеряване на стоманобетонните елементи) и 10% (за оразмеряване на еластомерните изолатори), където Tis е еквивалентният период на изолираната система, изчислен по следния начин:

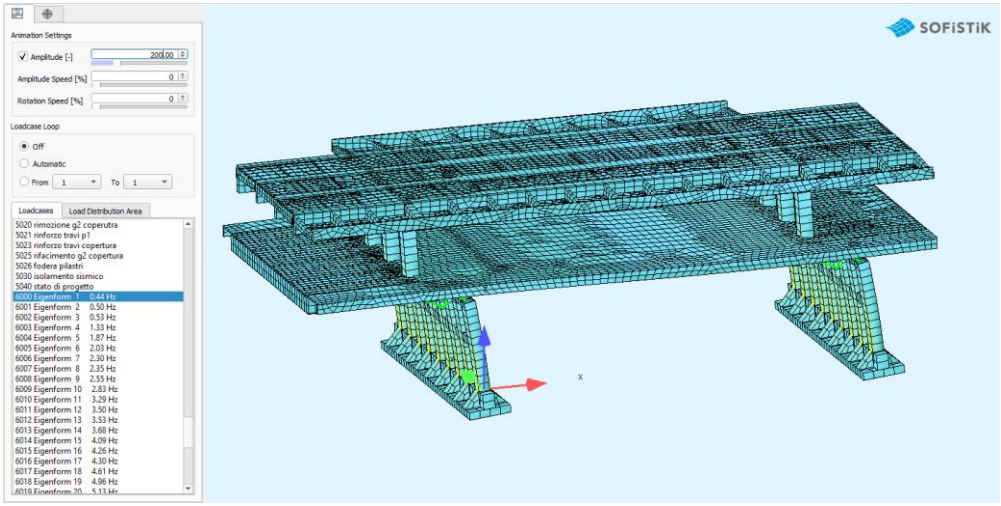
$$T_{is} = 2\pi\sqrt{\frac{Mtot}{KeIS}}$$

Mtot - масата на изолираната система

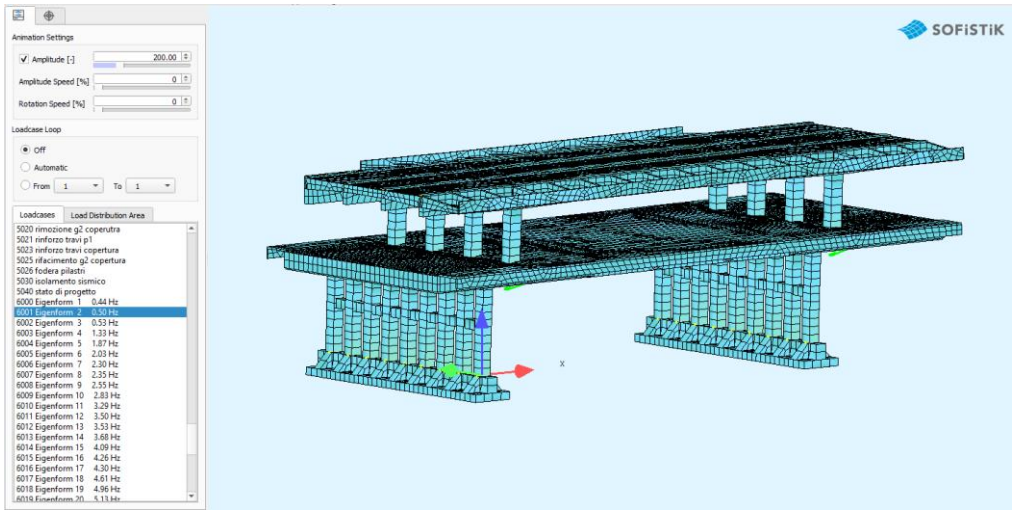
KeIS = n x Ke - еквивалентната коравина на еластомерните изолатори

За всички периоди <0,8Tis се прилага стандартното затихване, използвано за стоманобетонни конструкции ξ=5%.

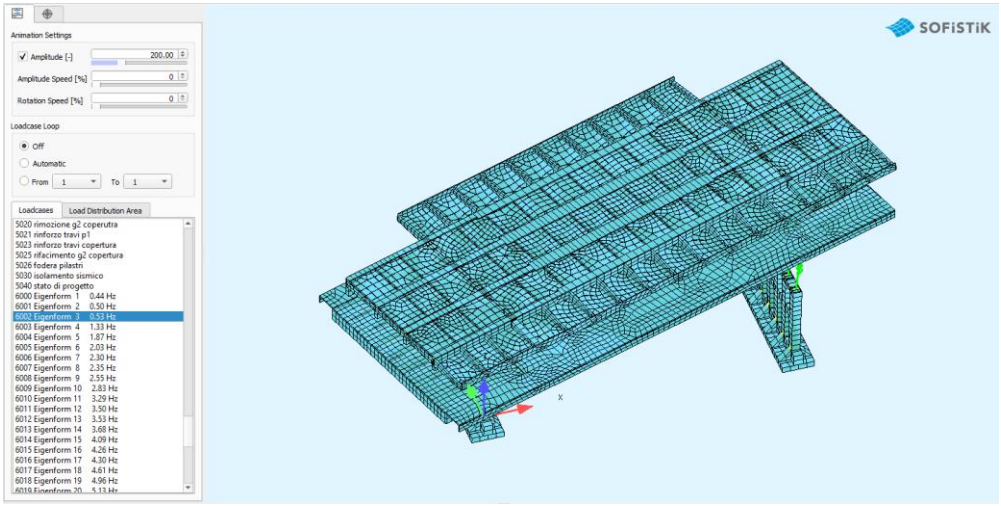
Следните фигури показват първите три форми на трептене на конструкцията, получени от модалния анализ.



Фиг. 7. Първа форма на трептене (T=2.26s)



Фиг. 8. Втора форма на трептене (T=1.98s)



Фиг. 9. Трета форма на трептене (T=1.88s)

Табл. 1. Резултати от модалния анализ

no	LC	frequency [Hertz]	effective modal mass X[%]	Y[%]	Z[%]	activated mass[%]	rotation around S phiX[%]	phiY[%]	phiZ[%]
1	6000	0.441	85.23	0.00	0.00	75.00453	0.00	0.89	0.04
2	6001	0.504	0.00	83.07	0.00	62.34276	3.24	0.00	0.43
3	6002	0.535	0.05	0.56	0.00	24.77652	0.03	0.00	60.85
4	6003	1.327	0.00	0.00	6.36	2.39012	0.00	0.00	0.00
5	6004	1.868	0.00	0.00	6.74	6.73235	0.00	0.00	0.00
6	6005	2.032	0.00	0.00	0.44	3.48528	4.50	0.00	0.00
7	6006	2.301	0.18	0.00	0.02	14.48594	0.00	6.77	0.00
8	6007	2.350	0.01	0.00	1.08	6.81571	0.01	0.16	0.00
9	6008	2.551	0.00	0.00	0.00	4.58516	9.53	0.00	0.00
10	6009	2.826	0.02	0.00	0.00	2.56571	0.00	2.18	0.00
50	6049	8.032	0.00	0.00	0.00	0.77452	0.00	0.00	0.35
		---	---	---	---	---	---	---	---
		sum	90.32	83.72	78.96				

В конкретния случай излиза, че първите 3 форми на трептене T1, T2, T3 зависят изключително и само от коравината на изолаторите и по-горе написаното неравенство е удоволетворено. Следователно, по отношение на първите форми на трептене, се приема по-високото вискозно затихване.

6. Заключения.

Методът за усилване на съоръжението позвлява достигането на коефициент $\zeta_E \geq 1$ и пълната му пригодност към действащите нормативни уредби. Сеизмичната изолация на връхната конструкция над партерните етажи позволява значително намаляване на хоризонталното въздействие върху долното строене в сравнение с текущото му състояние (около 2,5 пъти по-малко). Това изключва необходимостта от укрепване на плоските фундаменти.

Поетапният анализ чрез крайни елменти позволи да се пресъздаде очакваното напрегнато състояние на конструкцията в различните фази на усилване и да се оцени реалната им ефективност, с оглед на факта, че постоянните въздействия остават приложени върху вече съществуващите елементи. По този начин се постига по-голяма осведоменост за реалното поведение на констукцията и се отличават критични елементи, които биха били пренебрегнати при класически анализ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Италиански норми за проектиране: Министерско Постановление от 17 януари 2018 г. – Актуализация на „Технически норми за проектиране“;

[2] UNI EN 1992-1: Еврокод 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Част 1-2: Общи правила. Проектиране на конструкции срещу въздействие от пожар;

[3] UNI EN 1992-2: Еврокод 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Част 2: Стоманобетонни мостове. Правила за проектиране и конструиране;

[4] UNI EN 1998-1: Еврокод 8: Проектиране на конструкциите за сеизмична устойчивост.

[5] UNI EN 1337-3:2005 – Лагерни устройства - Част 3: Еластомерни лагери

[6] Сотиров, П., Игнатиев, Н., Михалева, Д., Павлов, И., Практическо ръководство с решени примери по прилагането на Еврокод 8-1 - Проектиране на конструкции за сеизмични въздействия (Нови сгради), КИИП, София, 2012, ISBN: 978-954-92275-5-0

[7] Васева, Е., Сотиров, П., Игнатиев, Н., Михалева, Д., Павлов, И., Практическо ръководство с решени примери по прилагането на Еврокод 8-3 - Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия, трета част (Оценка и усилване на сгради), КИИП, София, 2012, ISBN: 978-954-92275-9-8

УСИЛВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩ ПРЕДВАРИТЕЛНО НАПРЕГНАТ СТОМАНОБЕТОНЕН МОСТ СЪС СИСТЕМА ЗА ВЪНШНО НАПРЯГАНЕ

Димитър Димитров[1]

РЕЗЮМЕ:

Докладът представя усилването на предварително напрегнат стоманобетонен мост със система за външно напрягане. Виадуктът се състои от 6 отвора от просто подпряни предварително напрегнати стоманобетонни греди върху еластомерни лагери, монолитно свързани в гредоскара, с изляти на място стоманобетонна плоча и товароразпределителни греди. Необходимостта от усилване на конструкцията произтича от оценка на уязвимост, извършена на предходна проектна фаза. Установена е недостатъчност на носимоспособността на огъване в КГС на външните надлъжни греди на връхната конструкция. Усилването на гредите ще се извърши с помощта на система за външно напрягане, засягаща всичките греди на връхната конструкция. За тази цел се предвижда използването на два канала напрягаща армировка от високоякостна стомана за всяка греда. В надлъжно направление, армировката е разположена полигонално, като, съвместимо с конструктивните габарити на анкерните елементи, които я съставят, започва от центъра на тежестта на съставното сечение при напрягащия анкер и продължава с линейно нарастващ ексцентрицитет към средата на отвора, за да гарантира необходимия огъващ момент с обратен знак, който да компенсира установения дефицит.

Ключови думи: Предварително напрегнат стоманобетон, Усилване, Система за външно напрягане.

RETROFIT OF AN EXISTING PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE BRIDGE BY MEANS OF AN UNBOUNDED POST-TENSIONING SYSTEM

Dimitar Dimitrov [1]

ABSTRACT:

This report illustrates the retrofit of a prestressed reinforced concrete bridge using an unbound post-tensioning system. The viaduct consists of 6 spans of simply supported prestressed reinforced concrete beams on elastomeric bearings, connected trasversally by a 20cm thick cast-in-place reinforced concrete slab, jointed at the piers. The need intervene on the structure emerges from a vulnerability assessment previously carried out by the author, that highlighted a bending resistance deficiency to static loads of the outer most longitudinal beams of the bridge deck. The retrofitting

[1] инж. Д.Димитров, строителен и геотехнически инженер във фирма NET Engineering s.r.l. (dimitar.dimitrov@netspa.com) / асисетнт във ВСУ „Черноризеж Храбър“ (dimitar.p.dimitrov@vfu.bg)
eng.Dimitar Dimitrov, structural and geotechnical engineer in NET Engineering s.r.l. (dimitar.dimitrov@netspa.com) / ass. prof. in VFU „Chernorizets Hrabar“ (dimitar.p.dimitrov@vfu.bg)

works are to be carried out by means of an unbounded post-tensioning system, extended to all the beams of the superstructure.

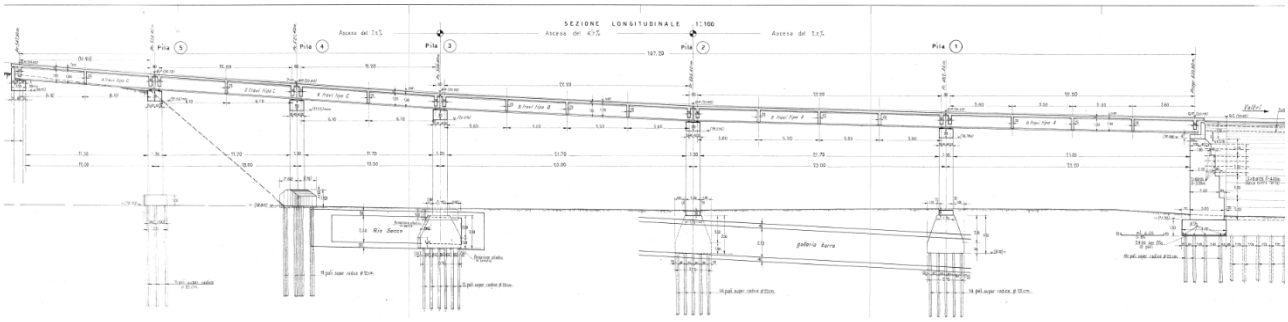
To this end, the use of two unbounded tendons of high strength harmonic steel per each beam is employed. The tendons are laid out in a draped pattern, which, compatibly with the construction dimensions of the elements that compose it, starts from the centre of gravity of the composite section at the stressed anchor, and continues with linearly increasing eccentricity toward the center span as to guarantee the necessary counter-moment to compensate fot the structural deficiency previously identified.

Keywords: Prestressed concrete, Retrofit, Unbounded post-tensioning system.

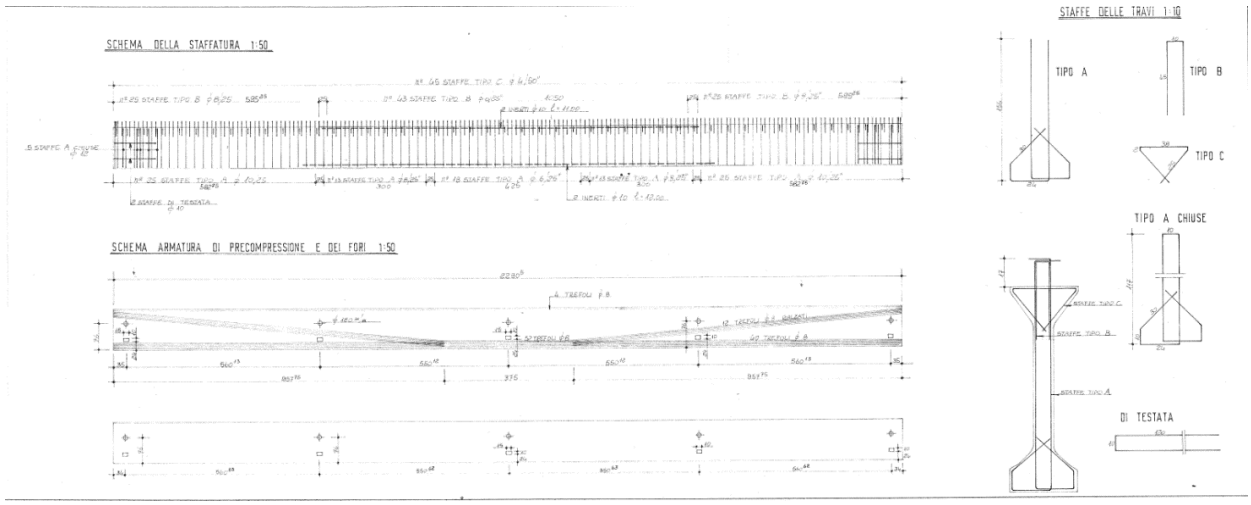
1. Увод. Кратко описание на съществуващото положение.

Виадуктът е построен в 1968г. и премоства 6 отвора с обща дължина 106m. Първите 3 отвора са с дължина 22,2m и ширина 10m. Останалите отвори са по-къси (12,2m) и постепенно се стесняват в напречно направление до 6,8m. Връхната конструкция представлява гредоскара, съставена от предварително напрегнати стоманобетонни надлъжни греди, разположени на междуосово разстояние от 1m, имащи двойно „Т“ сечение с височина 1,2m. Те са свързани в напречно направление с товароразпределителни греди, разположени на всяка четвърт от отвора и са замонолитени чрез стоманобетонна плоча с дебелина 0,20m. Напречните греди са с височина 1,06m и ширина 0,25m. Конзолният участък в напречно направление от двете страни на главните греди е 1m.

Гредите са подпряни на неопренови лагери с размери 35x20cm и дебелина 2,5cm, стъпили директно върху рамковите конструкции на стълбовете.



Фиг. 1. Надлъжен профил – съществуващо положение



Фиг. 2. Армировъчен план главни греди – съществуващо положение

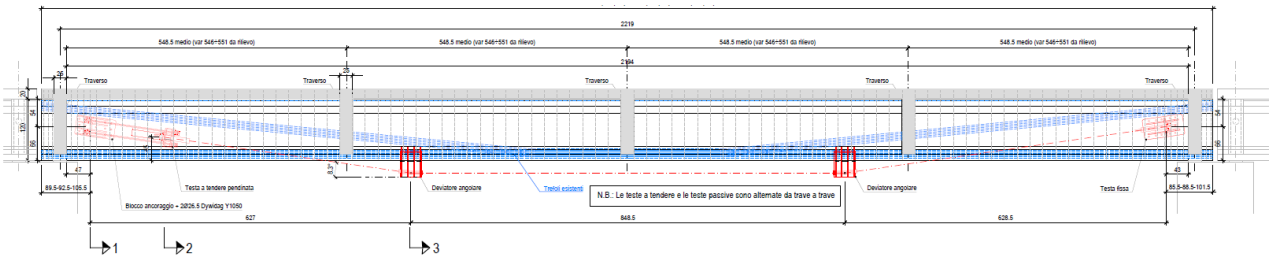
Необходимостта от усилване на конструкцията произтича от оценка за уязвимост, направена в предходна проектна фаза. По отношение на връхната конструкция, извършените

анализи подчертаха дефицит в носимоспособността на огъване на двете крайни греди при по-дългите отвори на виадукта.

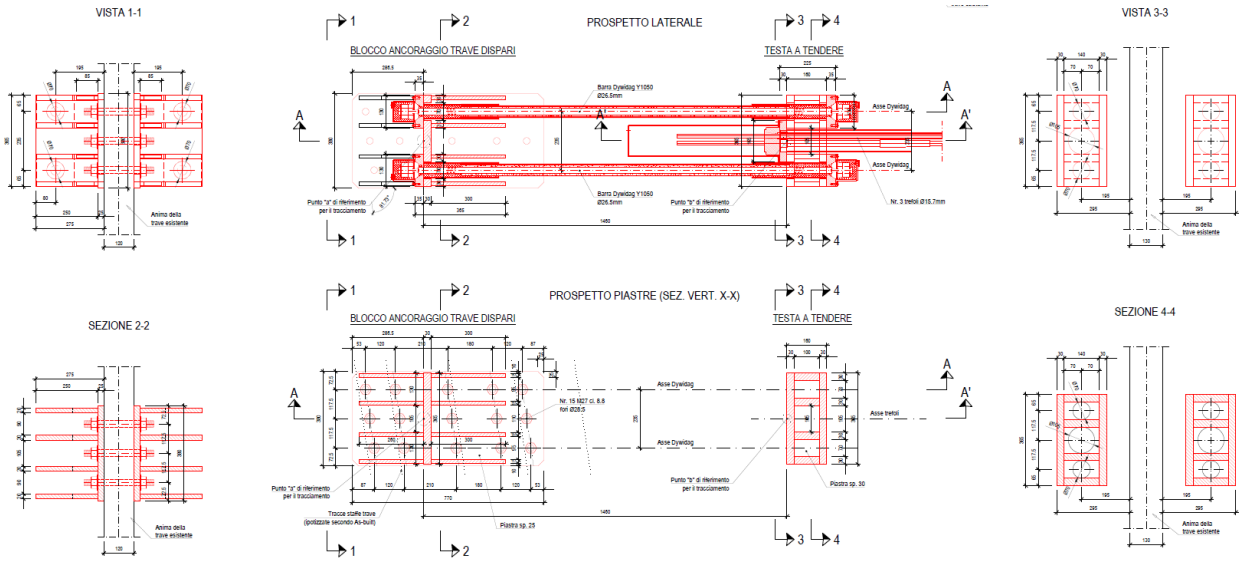
2. Описание на проектното положение на съоръжението.

Усилването на главните греди на конструкцията се извършва с помощта на система за външно напрягане, засягаща всичките греди на връхната конструкция.

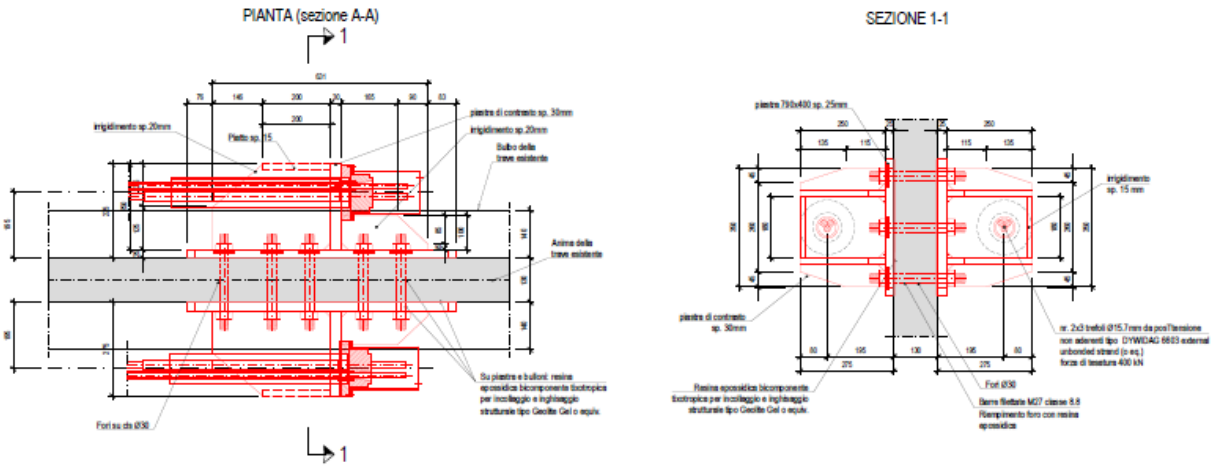
За целта са предвидени по 2 кабела на греда, всеки съставен от по 3 нишки с номинален диаметър Ø15,7mm от високоякостна стомана Y1860S7. В надлъжно направление, напрягащата армировка е разположена полигонално. Започва от центъра на тежестта на съставното сечение при напрягащия анкер и продължава с линейно нарастващ ексцентрицитет към средата на отвора, за да гарантира необходимия огъващ момент с обратен знак, който да компенсира установения дефицит. Напрягането на кабелите се извършва едностранно, като за всяка следваща греда от отвора, се редуват шахматно активните и пасивните анктерни устройства. Напрягащата сила на всеки кабел е предвидена да бъде 400kN.



Фиг. 3. Система от външно напрягане върху главна греда – проектно положение



Фиг. 4. Детайл – Активен анкер



Фиг. 5. Детайл – Пасивен анкер

3. Кратко описание на отхвърлени сценарии за усилване.

3.1. Усилване на главните греди чрез карбонени нишки, залепени по долен пояс.

Карбонените нишки се оказаха неприложими в конкретния случай. Изчисленията на така усиленото сечение в крайно гранично състояние не доведоха до задоволителни резултати. Достигането на напрежението на разслояване на карбонените нишки настъпва много прди високоякостната стомана да е достигнала границата на провлачане. Това не позволява използването на пълния капацитет на материалите в сечението.

3.2. Усилване на главните греди чрез обрамчване на долния пояс на гредите със стоманобетонен кожух.

Бе изследван алтернативен подход за усилване на гредите, включващ удебеляване на долния им пояс и добавяне на допълнителна надлъжна армировка за увеличаване на огъвната носеща способност на сечението. Обрамчването на долния пояс на гредата е придружено с обвиването й в зоната на подпиране с листове „SRP“. Това допълнително усилване за срязващите сили има за цел да създаде у гредата йерархия на носимоспособностите като се гарантира, че дуктилното й разрушение ще предшества крехкото.

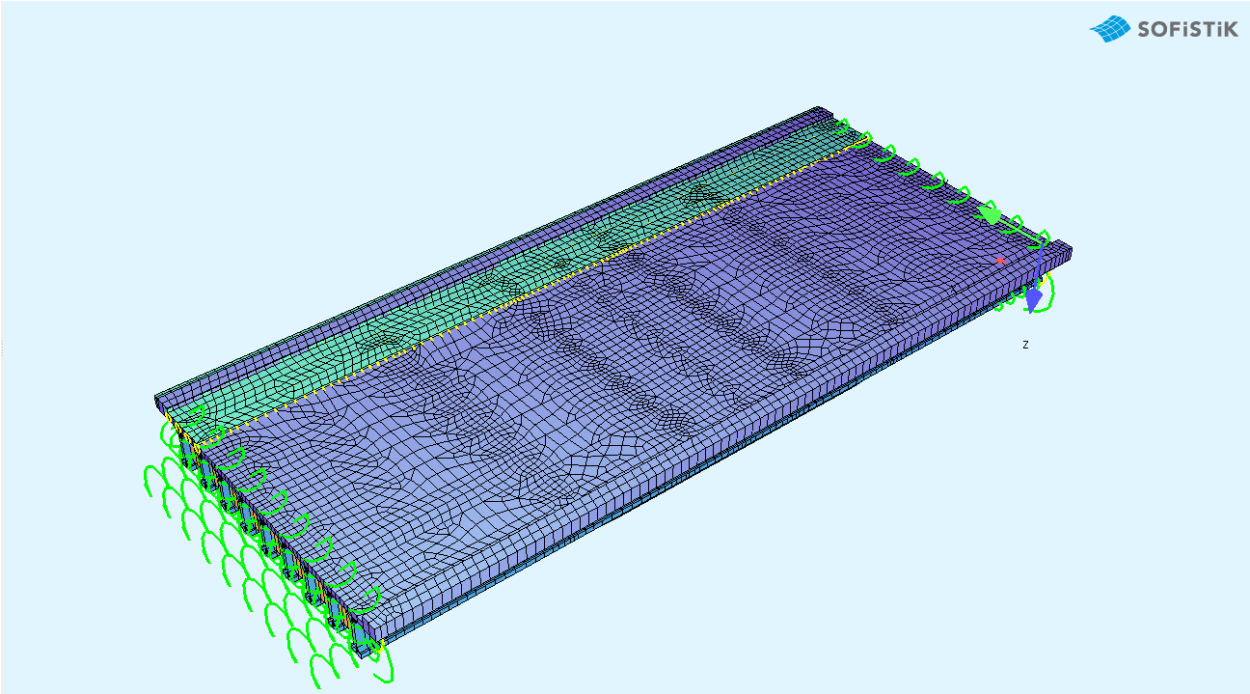
Този сценарий за усилване бе отхвърлен, тъй като увеличението на собственото тегло на крайните греди, успоредно с увеличението на коравината им, драстично влошава напрегнатото състояние и ползата от усилването се губи.

4. Модел и анализ на проектното положение.

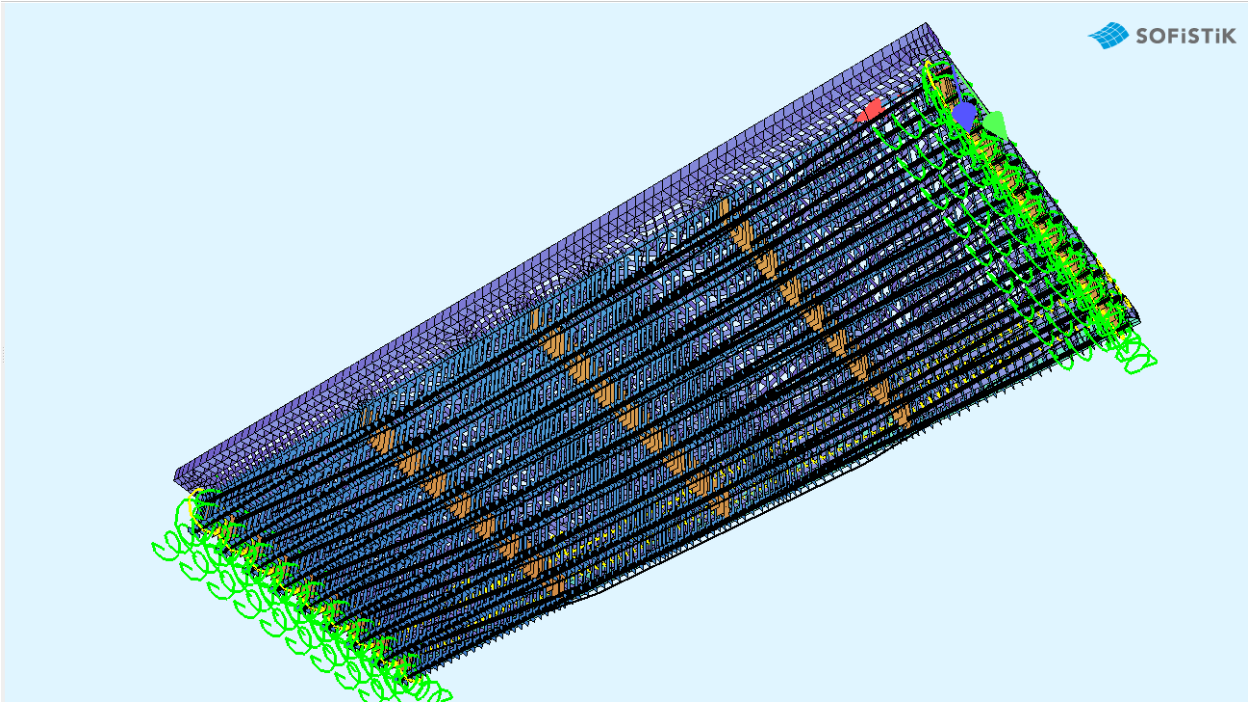
Проектното положение на съоръжението е анализирано чрез модел с крайни елементи, възстановяващ историята на натоварване на връхната конструкция с помощта на модула „CSM – Construction Stage Manager“ на изчислителната програма.

Предварителното напрягане на гредите е моделирано с „въжени“ елементи. Напрягащата сила, въведена в модела, е извлечена от историческите документи. Последователността на изграждане на връхната конструкция и промените, наложени върху съоръжението през проектния му живот (подмяната на интегрираната бариера, намираща се на левия бордюр на съоръжението) са отчетени в модела. Външното напрягане е въведено 60 години след изграждането на виадукта, като е приложено върху съставното сечение на гредоскарата (греди, плоча, конзоли и бордюри), материалът на която е отдавна узрял и пълзенето му почти изчерпано.

Анализът е разширен и до експлоатационните гранични състояния, като кривите на съсъхване и пълзене на бетона, използвани в модела са тези заложени в EN 1992-1-1.



Фиг. 6. Изчислителен модел – триизмерен изглед от горе



Фиг. 7. Изчислителен модел – триизмерен изглед от долу

Историята на натоварването на виадукта е въведена в модела със следната последователност:

- **CS10:** ИЗЛИВАНЕ НЕ ГЛАВНИТЕ ГРЕДИ В ЗАВОДСКИ УСЛОВИЯ – бетонът на гредата се излива върху безкрайно корава основа. На този етап гредата все още не претърпява разрезни усилия от собствено тегло;
- **CS20:** ПЪЛЗЕНЕ – въведен е период на набиране на якост на материала от 8 часа (0,33 дни) при високи температура и относителна влажност (70°C и 95%), с цел да се симулира парно втвърдяване на бетона. Тази фаза се изчислява в 5 стъпки;

- **CS23:** ПЪЛЗЕНЕ – въвеждат се 5 допълнителни стъпки на съсъхване и пълзене на бетона на гредите при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) с обща продължителност от 3 дни;
- **CS30:** ПРЕДВАРИТЕЛНО НАПРЯГАНЕ НА ГЛАВНИТЕ ГРЕДИ - въведено е предварителното напрягане на въжените елементи в начален момент „t_0“ до напрежение 1320MPa. Стойността е извлечена от историческите документи на съоръжението.
- **CS31:** СОБСТВЕНО ТЕГЛО ГРЕДА - Собственото тегло на гредите се активира в следствие на контра-деформацията на гредата от предварителното напрягане.
- **CS40:** ПЪЛЗЕНЕ – следват 6 стъпки на съсъхване и пълзени при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) и обща продължителност от 28 дни;
- **CS50:** ИЗЛИВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННАТА ПЛОЧА - собственото тегло на течния бетон на плочата (включително и това на конзолните участъци и бордюрите), действащо върху главните греди, се активира.
- **CS51:** НАБИРАНЕ НА ЯКОСТ НА ПЛОЧОГРЕДОВОТО СЕЧЕНИЕ – материалът на плочата започва да набира якост от първия ден след фазата на изливането й.
- **CS60:** ПЪЛЗЕНЕ – следват 6 стъпки на съсъхване и пълзене при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) и обща продължителност от 28 дни;
- **CS70:** ПОСТОЯННИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ – въвежда се натоварването от пътната настилка и защитните бариери по двата бордюра на виадукта;
- **CS80:** ПЪЛЗЕНЕ – следват 9x5 стъпки на съсъхване и пълзене при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) с обща продължителност от 20 000 дни (≈55 години);
- **CS90:** ФРЕЗОВАНЕ НА ПЪТНАТА НАСТИЛКА – стартиране на дейностите по подмяна на интегрираната бариера на външния бордюр на съоръжението. Натоварването от пътната настилка, въведено в предишната фаза (CS70), се отстранява за ширина от 1,50m, измерена от ръба на бордюра.
- **CS91:** ХИДРОФРЕЗОВАНЕ НА СОМАНОБЕТОННА ПЛОЧА - отстранява се процент от собственото тегло на плочата за същата ширина, съответстващ на дебелина от 3 см.
- **CS92:** ИЗРЯЗВАНЕ НА БОРДЮРА - съществуващият бордюр се отстранява, като се изключи групата, към която принадлежи от изчислитения модел.
- **CS93:** ОТЛИВАНЕ НА НОВИЯ БОРДЮР И УДЕБЕЛЯВАНЕ НА ПЛОЧАТА ЗА ШИРИНА ОТ 1,50m - активира се собственото тегло от течен бетон на усилващите елементи за подслон на новата интегрирана бариера;
- **CS94:** НАБИРАНЕ НА ЯКОСТ НА УСИЛВАНЕТО - материалът на усилващите елемени започва да набира якост от първия ден след фазата на изливането й.
- **CS100:** ПЪЛЗЕНЕ – следват 6 стъпки на съсъхване и пълзене при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) и обща продължителност от 28 дни;
- **CS110:** ПОСТОЯННИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ – въвежда се натоварването на възстановената пътна настилка и това на интегрираната бариера;
- **CS120:** ПЪЛЗЕНЕ – следват 3x9 стъпки на съсъхване и пълзене при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) и обща продължителност от 1000 дни, отговарящи на времевия диапазон между подмяната на гореспоменатата бариера и усилването на съоръжението;
- **CS129:** СОБСТВЕНО ТЕГЛО СИСТЕМА НА ВЪНШНО НАПРЯГАНЕ – въвежда се натоварването на системата за външно напрягане (анкери и девиатори);
- **CS100:** ВЪНШНО НАПРЯГАНЕ ВЪВ ВРЕМЕ „t_0“ – въвежда се напрягането на кабелите до 400kN. В този етап се проверяват натисковите напрежения в долния ръб на гредата да не надвишават $0.6f_{ck}$;

– **CS150:** ПЪЛЗЕНЕ – следват от 9x5 стъпки на съсъхване и пълзене при обикновени атмосферни условия (20°C и 70%) с обща продължителност от 18250 дни. Този етап от модела отговаря на проектния живот на усиленото съоръжение „t_{inf}“. Проверява се дали опънните напреженията в горния ръб на плочата/бордюрите в следствие на външното напрягане не превишават граничното състояние на отваряне на пукнатини (f_{ctm}/1.2) и дали натисковите напреженията в долния ръб на гредата удоволетворяват границите, наложени от нормите за квазипостоянни комбинации (0.45f_{ck});

6. Резултати и заключения.

Външното напрягане дава положителен резултат. В Табл.1 са обобщени всички проверки, направени по отношение на главните греди на връхната конструкция след усилването.

Табл.1. Резултати от извършените проверки

Проверка	Вътрешна кр. гр.	Външна кр. гр.	Централни гр.
Коеф. за сиг. огъване	1.07	1.03	-
Коеф. за сиг. срязване	1.14	1.16	-
натисково напрежение на долен въб греда t0	0.57 f_{ck}	0.56 f_{ck}	0.60 f_{ck}
натисково напрежение на долен ръб греда tinf	0.55 f_{ck}	0.53 f_{ck}	0.59 f_{ck}
Гранично състояние на отваряне на пукнатини в горния ръб на плочата в квазипостоянни комбинации	преодоляно	преодоляно	не преодоляно
максимална ширина на пукнатините (квазипостоянна)	0.03mm	0.01mm	-
Декомпресия на долен ръб греда в рядка комбинация	не преодоляна	не преодоляна	не преодоляна

Предвиденият подход за усилване на главните греди отстранява дефицита им по отношение на огъващия момент в КГС.

В квазипостоянна комбинация, след прилагане на външното напрягане, натисковите напрежения в долния ръб на гредата леко надвишават границата, наложена в действащите норми за нови конструкции (0,45f_{ck}). Това се дължи основно на факта, че характеристичната якост на бетона, определена чрез статистически анализ на подложените на натиск до разрушение ядки е значително по-малка от тази, обявена в историческите документи. Въпреки това, изчислените напрежения се считат за допустими, предвид възрастта и състоянието на виадукта.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Италиански норми за проектиране: Министерско Постановление от 17 януари 2018 г. – Актуализация на „Технически норми за проектиране“;

[2] UNI EN 1992-1: Еврокод 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Част 1-2: Общи правила. Проектиране на конструкции срещу въздействие от пожар;

[3] UNI EN 1992-2: Еврокод 2: Проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. Част 2: Стоманобетонни мостове. Правила за проектиране и конструиране;
[4] Fritz Leonhardt: Bridges. Berlin/Heidelberg/New York, 1979.
[5] Petrangeli M.P. – Progettazione e costruzione di ponti. CEA Milano, 1996.
[6] Михалева, Д., Павлов, Ив., Игнатиев, Н., Носеща способност на срязване при усилване на стоманобетонни греди със странични вертикални ивици от армиран с карбонови влакна полимер съгласно БДС EN 1998-3:2005 и ACI 440.2R-08, Научен алманах на ВСУ ”Черноризец Храбър”, серия „Архитектура и строителство”, кн. 5, Варна, 2011, ISSN: 1311-9222
[7] Павлов, Ив., Михалева, Д., Игнатиев, Н., Носеща способност на срязване при усилване на стоманобетонни греди с U-образни вертикални ивици от армиран с карбонови влакна полимер съгласно БДС EN 1998-3:2005 и ACI 440.2R-08, Научен алманах на ВСУ ”Черноризец Храбър”, серия „Архитектура и строителство”, кн. 5, Варна, 2011, ISSN: 1311-9222

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

НОВ ПОДХОД И РАЗРАБОТВАНЕ НА ПРИЛОЖЕН НОРМАТИВЕН МЕТОД ОТЧИТАЩ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНСТРУКЦИЯ-ЗЕМНА ОСНОВА

Станислав Бакърджиев [1], Константин Казаков[2]

РЕЗЮМЕ:

Целта на статията е да представи основните аналитични и приложни аспекти на приложимия нормативен метод за взаимодействие конструкция-земна основа (ССИ). Този метод предлага изчислителен подход, който влияе върху всички съществени характеристики на динамичния отговор на системата: конструкция-фундамент-земна основа. Чрез адекватно декомпозиране на пълния вектор на преместване, всички фактори, които влияят, могат да бъдат количествено оценени. Предложеният метод е описан като процедура за анализ и изчислителна техника за оценка на инерционните ССИ ефекти върху сеизмичното реагиране чрез по-рационално отчитане на влиянието на условията на строителната площадка, фундамента и импеданса на земната основа. Числовият пример показва, че чрез използване на предложения метод всички съществени ССИ ефекти върху системата могат да бъдат наблюдавани с точност.

Ключови думи: взаимодействие земна основа-конструкция, сеизмична реакция на конструкциите, импеданс, функции

NEW APROACH AND DEVELOPMENT OF A CODE APPLICABLE SOIL-STRUCTURE INTERACTION METHOD FOR ELASTIC RESPONSE MODELS

Stanislav Bakardzhiev[1], Konstantin Kazakov[2]

ABSTRACT:

The scope of the paper is to present the basic analitical and applicational aspects of a code applicable Soil-Structure Interaction (SSI) method. This method offers a computational approach which has an effect all the essential features of the dynamic response of the system: structure-foundation-soil. By an adequate decomposition of the displacement vector all the factors that influence the response can be evaluated as quantity. The proposed method is described as analysis procedure and computational technique for evaluating the inertial SSI effects on seismic structural response by incorporating more rationally the influence of site conditions, foundation embedment and soil impedance. A discussion on the most appropriate way such a method to be implemented to the FEM code is also given. Here a graph form of coefficients, which are used the free field seismic parameters to be multiplied is proposed. The numerical example shows that, by make use the suggested method and avalable strong motion data, all the essential SSI effects on the system can be observed accuratly.

Keywords: Soil-Structure Interaction, seismic structural response, impedance, functions

[1] Станислав Бакърджиев, гл.ас д-р инж., ВСУ „Любен Каравелов“ гр. София, st.bakardzhiev@mail.bg
Stanislav Bakardzhiev, Chief Assist. Prof., PhD, Eng., USEA “Lyuben Karavelov”, st.bakardzhiev@mail.bg
[2] Константин Казаков, проф. д.т.н. инж., ВСУ „Черноризец Храбър“ гр. София, kskazakov@yahoo.com
Konstantin Kazakov, Prof., DScTech, Eng., VFU “Chernorizets Hrabar”, kskazakov@yahoo.com

1. Introduction.

This paper summarizes an adequate procedure for predicting the effects of the soil-structure interaction affecting the dynamic structural response by an appropriate decomposition of the displacement vector. This vector gives the total displacement of the structure in time domain.

The seismic excitation experienced by the structure can be expressed as a function of the following factors: earthquake source, travel path effects, local site effects and soil-structure interaction (SSI). The first three of these factors can be generalized as "modified free-field ground motion". The SSI can be assumed as the most complicated factor which influences the structural response. The accurate assessment of the arising on the structure inertial forces requires detailed treatment of the SSI effects. Other sources of interest regarding the response of buildings to seismicity can be seen in [9], [10], [11] and [12].

2. Recent SSI development

The resent SSI development can be summarized in two mechanisms of interaction between the structure, foundation and underling soil

2.1. Inertial interaction

The inertial properties of the structure, by the developed free and forced vibrations, gives rise to the base shear and moment, which in turn cause additional relative displacements between the foundation and free-field motion. This mechanism adequately can be described by introduction of impedance function. Such functions give the total impedance resistance of the base, [1], [2], [3] and [4]. Often these functions are frequency dependant and are expressed by the stiffness and damping properties as function of dimensionless frequency. The computational SSI models, based on impedance matrices, appropriately simulate the real interaction between the soil and structure. The standard impedance matrix form can be written as

$$[\bar{K}(a_0)]_e = [[K(a_0)]_e + i\omega[C(a_0)]_e] \tag{1}$$

where a_0 is dimensionless frequency, ω - angular frequency. The dimensionless frequency is defined as

$$a_0 = \frac{\omega}{V_s} r \tag{2}$$

where r is the foundation radius and Vs is soil shear wave velocity. More detail information is given in work [4].

2.2. Kinematic interaction

The stiff foundation causes motion to deviate from free-field motions as a result of ground motion incoherence, wave inclination, or foundation embedment. Some methods introduce the so-called τ effect, [5]. In alternation, some methods describe the kinematic interaction through frequency dependant transfer functions, relating the free-field ground motion to the motion that would occur on the base slab if the slab and structure are massless, [6] and [7]. The transfer functions used in time domain are included in the convolution integral, written here as

$$\boldsymbol{R_s^r(t) = \int_0^t T_{ss}^r(t-\tau) u_s^f(\tau) d\tau} \tag{3}$$

Some application of such integrals forms to structural analysis of SDOF system is discussed in [8].

3. Code applicable SSI model

Here the analytical and application aspects of the proposed SSI model are described and discussed in brief.

3.1. Analytical aspects

By taking into account the Soil-Structure Interaction the free vibration frequencies are calculated lower as values than in the case of neglecting the SSI influence.

The equations of the motion of a system the SSI effects of which are neglected, free-field motion directly excites the structure and no turning interaction, can be expressed as

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [C]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = -[M]\{\ddot{u}_g(t)\}, \tag{4}$$

where $[M]$, $[C]$ and $[K]$ are mass, damping and stiffness system matrices, respectively, and $\{u(t)\}$ is displacement vector. The matrix system equations (4) can be written also as

$$[M]\{\ddot{u}^t(t)\} + [C]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = 0, \tag{5}$$

where $\{u^t(t)\}$ is total displacement vector, obtained by

$$\{u^t(t)\} = \{u(t)\} + \{u_g(t)\} \tag{6}$$

Generally, the SSI effects affect the structure by increasing the inertial forces due to the additional relative displacement. Now the equations of the motion can be expressed as

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [C]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = -\left[[M]\{\ddot{u}_g(t)\} + [M]\{\ddot{u}^{SSI}(t)\}\right], \tag{7}$$

where $\{\ddot{u}^{SSI}(t)\}$ is the relative displacement between the structural points and a point, associated with the free-field motion. The system matrix equations (7) can be written in addition as

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [C]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = -\left[[M]\{\ddot{u}_g(t)\} + [M]\{\ddot{u}_t^{SSI}(t)\} + [M]\{\ddot{u}_r^{SSI}(t)\}\right], \tag{8}$$

where $\{\ddot{u}^{SSI}(t)\}$ is decomposed as $\{\ddot{u}^{SSI}(t)\} = \{\ddot{u}_t^{SSI}(t)\} + \{\ddot{u}_r^{SSI}(t)\}$. The two vectors on the right side of this equation contain translational and foundation rotational displacement components, respectively. The idea of the decomposition is illustrated on *Fig.1*.

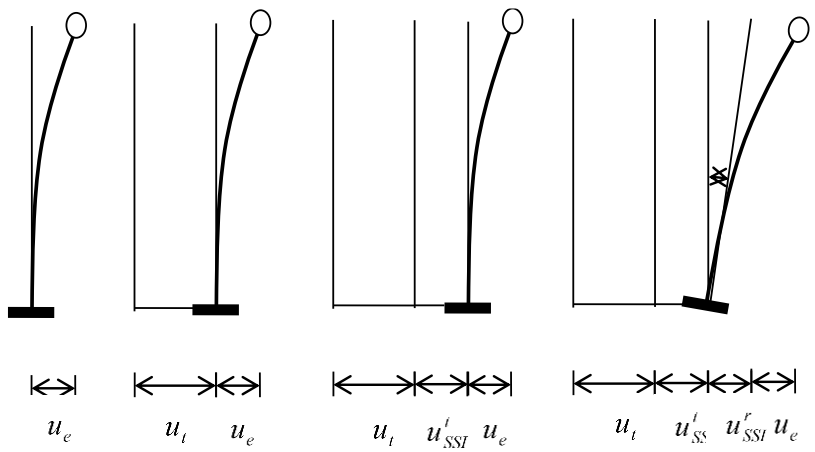


***Fig.1**: Decomposition of the structural motion*

All the equations, related to the analytical aspects of the proposed method are given, in sequence, below.

$$u_t = u_e \tag{9}$$

$$u_t = u_g + u_e \tag{10}$$

$$u_t = u_g + u_{SSI}^t + u_e \tag{11}$$

$$u_t = u_g + u_{SSI}^t + u_{SSI}^r + u_e \quad (12)$$
$$u_t = u_g + (u_{SSI}^t + u_{SSI}^r) + u_e = u_g + u_{SSI} + u_e \quad (13)$$
$$u_t = u_g + u_{SSI}^t + u_{SSI}^r + u_e = u_g + u_{SSI}^t + h_i \sin\phi + u_e \quad (14)$$
$$m u_t = Q_b \quad (15)$$
$$u_g + u_{SSI}^t = \beta_{SSI}^t u_g \quad (16)$$
$$\beta_{SSI}^t = \frac{u_g + u_{SSI}^t}{u_g} = 1 + \frac{u_{SSI}^t}{u_g} \quad (17)$$
$$u_g + u_{SSI}^t + u_{SSI}^r = (\beta_{SSI}^t + \beta_{SSI}^r) u_g = \beta_{SSI} u_g \quad (18)$$
$$\beta_{SSI} = \frac{u_g + u_{SSI}^t + u_{SSI}^r}{u_g} = 1 + \frac{u_{SSI}^t + u_{SSI}^r}{u_g} \quad (19)$$
$$m\left(\beta_{SSI}^t u_g + u_e\right) = Q_b \quad (20)$$
$$m\left(\beta_{SSI} u_g + u_e\right) = Q_b \quad (21)$$
$$\beta_{SSI}^t = f(h_{soil}, E_b, G_b, \nu_0, V_s) \quad (22)$$
$$\beta_{SSI}^r = f\left(h_m, E_b, \nu_0, T_m, (r_s)\right) \quad (23)$$

3.2. Method application

The application of the proposed method can be implemented by evaluating the weight coefficients β_{SSI}^t and β_{SSI}^r . These coefficients can be expressed in graph form as is illustrated on *fig.2*, where β_{SSI}^t and β_{SSI}^r are given as functions as follows:

- β_{SSI}^t
- β_{SSI}^r

An illustration of the displacement decomposition for SDOF system is shown on *Fig.3*.

4. Numerical example

The numerical example, the results of which are obtained by using bi-linear and three-linear elastic force-displacement relations, are compared with the results obtained by a FEM computational model. Detailed SDOF model information is listed below. The comparison is given in a graph form.

4.1. Bi-linear elastic force-displacement relation:

$k_1 = 1.10^8 kN/m$;

$k_2 = 0{,}4.10^8 kN/m$;

$u_1 = 1.10^{-4} m$,

4.2. Three-linear elastic force-displacement relation:

$k_1 = 1.10^8 kN/m$;

$k_2 = 0{,}7.10^8 kN/m$;

$k_3 = 0{,}3.10^8 kN/m$;

$u_1 = 1.10^{-4} m$;

$u_2 = 1{,}8.10^{-4} m$.

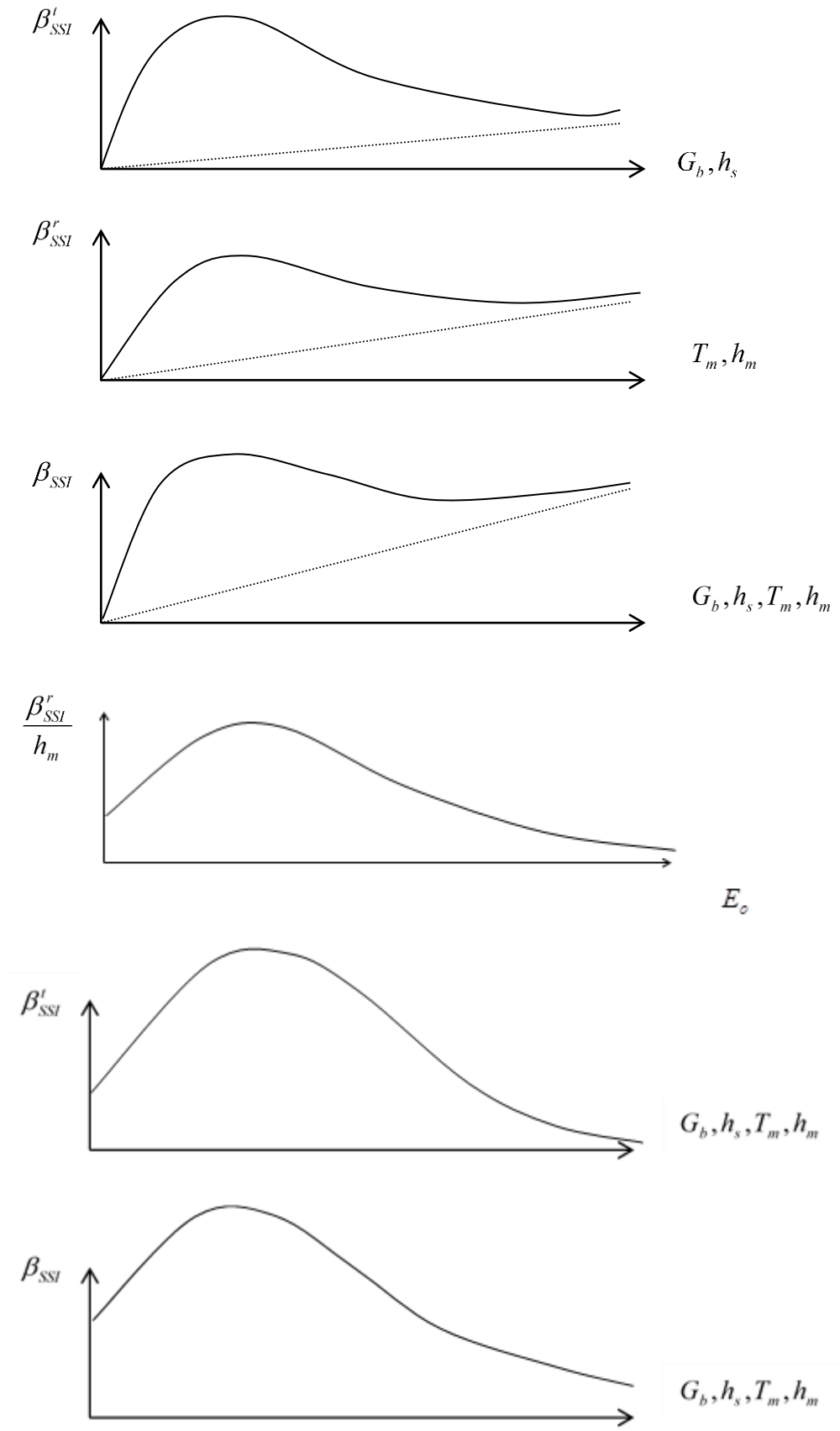


Fig.2: Graphs of the weight coefficients β^t_{SSI} and β^r_{SSI}

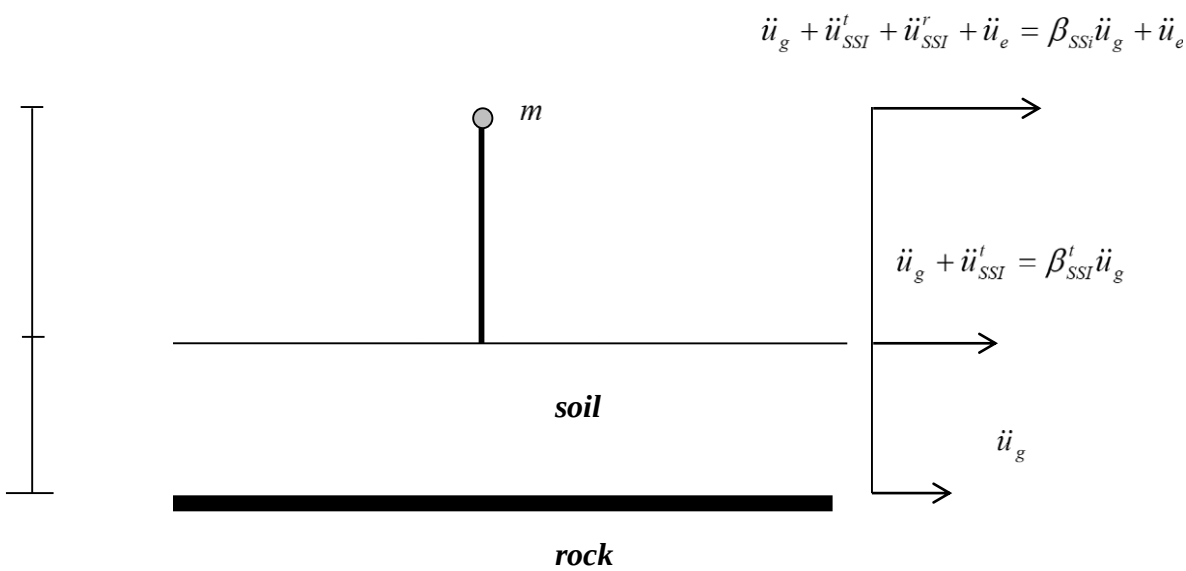


Fig.3: *An illustration of the displacement decomposition for a SDOF system*

REFERENCES

[1] Clough R.W., Penzien J., "Dynamics Of Structures", Mcgraw-Hill, 1993.

[2] Chopra A.K., "Dynamics Of Structures", Prentice-Hill International, 1995.

[3] Lanczos C., "The Variational Principles Of Mechanics", Dover Publication, Inc., New York, 1986.

[4] Bathe K.J., "Finite Element Procedures In Engineering Analysis". New Jersey: Prentice-Hill, 1982.

[5] Kazakov K.S., Finite Element Method For Structural Modeling", Vsu, Sofia, 2006.

[6] Kazakov, K. A model of a FEM type elastodynamic infinite element for Soil-Structure Interaction. Proceedings of the 4th International Conference on New Trends in the Static and Dynamics of Structures, Bratislava, Slovakia, 20-21 October (2005).

[7] Kazakov, K. An Adequate Computational Model Of Infinite Soil For Soil Structure Interaction Problems. Proceedings Of 10th Congress Of Applied Mechanics, Bas, Varna, (2005).

[8] Kazakov, K. Continuity between Finite and Infinite Elements along an Artificial Boundary in Soil-Structure Interaction Problems. Proceedings of the Jubilee Conference in UACG, Sofia, Bulgaria (2007).

[9] Игнатиев Н., Сотиров П., Михалева Д., Павлов Ив., "Практическо Ръководство С Решени Примери По Прилагането На Еврокод 8-1" – Проектиране На Конструкциите За Сеизмични Въздействия (Нови Сгради)", Киип, София, 2012

[10] Васева Е., Игнатиев Н., Сотиров П., Михалева Д., Павлов Ив. "Практическо Ръководство С Решени Примери По Прилагането На Еврокод 8-3" – Проектиране На Конструкциите За Сеизмични Въздействия, Трета Част (Оценка И Усилване На Сгради, Киип, София, 2012

[11] Михалева, Д. Сеизмичен анализ на едноотворни рамки с пълнежна зидария, ВСУ „Черноризец Храбър", 2021, ISBN 978-954-715-719-4

[12] Павлов, Ив., Михалева, Д., "Оценка На Сеизмичната Сигурност На Стоманобетонна Рамкова Конструкция", Международна Научна Конференция „Проектиране И Строителство На Сгради И Съоръжения", София, Issn: 1314-6955, 2012, Стр. 554-559

ВЪЗМОЖНОСТИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА НАНОМАТЕРИАЛИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛСТВОТО

Татяна Стоянова[1]

РЕЗЮМЕ:

Строителството играе ключова роля в стимулирането на икономическия растеж и развитие в глобален мащаб, а бързият ръст на популацията и урбанизацията изискват адекватни решения по отношение на устойчивост, енергийна ефективност и екологосъобразност. Нанотехнологиите и наноматериалите предлагат огромен потенциал за иновации в строителството, като значително подобряват устойчивостта и ефективността на строителните материали, намаляват разходите за енергия, въвеждат иновативни функции, удължават живота на сградите. Перспективите за развитие на нанотехнологиите в строителството са обещаващи, особено в контекста на устойчивото строителство и енергийно ефективните строителни материали. Въпреки това, внимателното разглеждане на въздействието върху здравето и околната среда е от съществено значение за тяхното безопасно и ефективно приложение, като научните изследвания се насочват към по-добро разбиране на дългосрочните ефекти върху човешкото здраве и околната среда.

Ключови думи: строителство, наноматериали, нанотехнологии.

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE USE OF NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Tatyana Stoyanova[1]

ABSTRACT:

Construction plays a key role in driving economic growth and development globally, and rapid population growth and urbanization require adequate solutions in terms of sustainability, energy efficiency and environmental friendliness. Nanotechnologies and nanomaterials offer enormous potential for innovation in construction, significantly improving the sustainability and efficiency of construction materials, reducing energy costs, introducing innovative functions, extending the life of buildings. The prospects for the development of nanotechnologies in construction are promising, especially in the context of sustainable construction and energy-efficient building materials. However, careful consideration of health and environmental impacts is essential for their safe and effective application, with research directed towards a better understanding of the long-term effects on human health and the environment.

Keywords: construction, nanomaterials, nanotechnologies.

[1] Татяна Стоянова, доц. д-р, катедра „Строителство на сгради и съоръжения“, Архитектурен факултет, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“, tatyana.stoyanova@vfu.bg
Tatyana Stoyanova, assoc. prof., PhD., Department of "Construction of Buildings and Facilities", Faculty of Architecture, Varna Free University "Chernorizets Hrabar", tatyana.stoyanova@vfu.bg

1. Въведение

Нанотехнологиите и наноматериалите предлагат трансформиращ потенциал за строителната индустрия, като подобряват свойствата на материалите, въвеждат иновативни функции и допринасят за устойчивостта. Въпреки това е необходимо внимателно разглеждане на въздействието върху здравето и околната среда, което е от съществено значение за тяхното безопасно и ефективно приложение.

Бетонът към момента е водещ материал в строителната индустрия, като ключова роля за високите му качества играят твърдостта, здравината и цената. Изследването на приложението на нанотехнологиите в строителството и строителните конструкции е един от най-важните приоритети на изследователската общност и по-специално в производството на бетон. Химичните и физични свойства на наноматериалите позволяват някои приложения, вариращи от структурно укрепване до възстановяване на замърсяването на околната среда и производство на самопочистващи се материали [1]. Очаква се нанонауката и нанотехнологиите да окажат значително влияние в строителната индустрия, особено при модифицирането на свойствата на бетона [2].

Свързващите материали използвани в строителната индустрия могат да бъдат много облагодетелствани с нанотехнологиите [3]. Поради нарастващото население и инфраструктура, използването на цимент и бетон се увеличава значително. Портланд циментът е основен компонент за производството на бетона, а производството му изразходва много енергия и суровини. Производството на един тон портланд цимент отделя 0,8 тона CO2 и е внася 5% – 7% от общите газови емисии на CO2 [2]. Поради това е необходимо да се намалят емисиите на CO2, консумацията на енергия и суровините при производството на цимент чрез разработване на някои нови и алтернативни материали на базата на цимент. Може да има редица начини за намаляване на емисиите на CO2 и защита на околната среда. Някои от начините са да се използва смесен цимент, геополимерен цимент, наноцимент в бетони и добавяне на наоматериали в бетони за подобряване на техните свойства [2].

В последните години все повече започва да се говори за наноматериали и нанотехнологии, които се прилагат в най-разнообразни области, включително и в строителния сектор. Наноматериалите могат да бъдат класифицирани като нулевомерни (0-D), едномерни (1-D), двумерни (2-D) и тримерни (3-D). 0-D наноматериалите са материали, при които всички частици се измерват в наномащаба. Представителите на 0-D наноматериалите са наночастиците. От друга страна, 1-D наноматериалите имат едно измерение, което е извън наномащаба. Тези наноматериали включват нанотръби, нанопръчки и нанопроводници. 2-D наноматериалите проявяват плосковидни форми. Често срещани примери за 2-D наноматериали са нанофилм, нанослоеве и нанопокрития. 3-D наноматериалите (обемни наноматериали) се характеризират с наличието на три произволни измерения над 100 nm. 3-D наноматериалите могат да съдържат агломерати от наночастици, снопове от нанопроводници и нанотръби, както и многослойни нанослоеве [4, 5].

Уникалните свойства на наноматериалите ги правят по-добри от традиционните материали. Следователно, се предполага наноматериалите да имат по-широка перспектива за приложение в бъдеще. Изследванията върху наноматериалите са важни за развитието и приложението на материалознанието. Заедно с това трябва да се отчита и факта, че наночастиците предлагат огромен потенциал, но трябва да се отнасяме с повишено внимание към тях и да осъзнаваме рисковете и съответно да възприемаме отговорни практики за производство и експлоатация. Потенциалните рискове могат да бъдат здравословни и екологични. Здравословните рискове се основават на това, че наночастиците могат да навлязат в клетките, потенциално да преизвикат респираторни проблеми, сърдечни заболявания, повишен риск от сърдечни заболявания, невротоксичност и дразнене на кожата. Техният малък размер и повишена реактивност допринасят за по-висока токсичност в сравнение с по-големите аналози, което поражда опасения за дългосрочно излагане и натрупване в тялото. Екологичните рискове са свързани с трудности при филтрирането им, което може да доведе до непредвидени екологични последици. Токсичността варира в зависимост от фактори като

състав, разтворимост, форма и размер, което прави предизвикателство за откриването им, както и да се установят точни изисквания за безопасност. Наночастиците могат също така да преминават през традиционните филтри и да създадат рискове от прахови експлозии, което подчертава необходимостта от внимателно боравене и управление на риска в промишлена среда при производството на материалите.

2. Приложение на наноматериали в строителството – възможности и предизвикателства.

Наноматериалите добавени към цимент и бетон, променят свойствата чрез различни механизми – чрез ускоряване на хидратацията, намаляване на порьозността, генериране на по-плътна микроструктура, генериране на допълнителен гел и други [6].

Нанодобавки към цименти и бетон са наносилициев диоксид (SiO2), нанотитаниев оксид (TiO2), наноалуминиев оксид (Al2O3), въглеродни нанотръби, графен и др.

Експерименталните резултати показват, че якостта на натиск на строителните разтвори с наносилиций е по-висока от тази на разтворите, съдържащи силициев диоксид (SiO2), на 7-мия и 28-мия ден. Наночастиците са по-добри при повишаване на якостта от обикновен силициев диоксид – SiO2, в наномащаб се държи не само като пълнител за подобряване на микроструктурата, но и като активатор на реакциите, с ефекти върху механичните свойства, параметрите на издръжливост и микроструктурните характеристики на бетона [7, 8].

Изследвания на референтен бетон, на такъв със стабилизиран наносилициев диоксид и на смес от силициев диоксид и стабилизиран наносилициев диоксид показват значително увеличение на якостта на натиск и модула на еластичност на бетона с добавянето на стабилизиран нано-силициев диоксид, комбиниран с намаляване на съдържанието на цимент [9]. Оказва се, че използването на стабилизиран наносилициев диоксид е много по-полезно, особено когато се смеси с обикновен силициев диоксид. Когато се комбинират обикновен силициев диоксид и стабилизиран наносилициев диоксид в бетона се получава синергичен ефект, който има химичен характер, допълващ физическия ефект на по-добро опаковане на бетонните частици. Анализът чрез сканираща електронна микроскопия показа подобрение в микроструктурата на бетони със стабилизиран нано-силициев диоксид, което води до по-добри механични свойства [9]. Нано силициевият диоксид (SiO_2), разширява своите предимства като по-добър пълнител, което прави бетона по-малко порьозен и по този начин повишава издръжливостта. Увеличаването на силата в ранна възраст се дължи на ускорената хидратация на наносилициевия диоксид - цимент, която завършва с образуването на сложен микроструктурен гел [10, 11].

Изследването на ефектите на наносилициевия диоксид (SiO_2) върху развитието на якост, транспортните свойства, топлопроводимостта, характеристиките на въздушните кухини и порите на лек бетон показват, че той има забележителни ефекти върху механичните и транспортните свойства на лек агрегатен бетон, дори в малки дози [12]. Наблюдава се значително подобряване на якостта и намаляване на транспортните свойства при образци с повишено съдържание на наносилициевия диоксид (SiO_2). Въпреки това, положителните ефекти на наносилициевия диоксид (SiO_2) са по-изразени, когато в смесите е включено по-голямо количество (>1 тегл.%). Наносилициевия диоксид (SiO_2) допринася за уплътняване на лекия агрегатен бетон и модификация на системата въздух-кухина, чрез увеличаване на количеството твърдо съдържание и подобряване на структурата на фините пори, което води до забележимо усилване на механичните и транспортните свойства, намалява консистенцията и увеличава вискозитета на прясната смес [12].

Научните изследвания за титаниевия диоксид (TiO2) значително насърчават практическите му приложения, включително в областта на фотокаталитичните конструкции и строителни материали. Модифицираните строителни материали са най-популярни, тъй като TiO_2 традиционно се използва като бял пигмент. Основните приложения на базирани на TiO_2 фотокаталитични строителни материали включват възстановяване на замърсяването на околната среда, самопочистване и самодезинфекция [13].

Множество изследователски центрове за нанотехнологии в Съединените щати проучват потенциалното използване на различни видове наночастици като титанов диоксид (TiO_2) в строителната индустрия за постигане на по-добри характеристики на строителните материали, подобряване на рейтинга им като екологично чист. Съществуват изследвания за подобряване на способността на строителния материал да постигне самопочистващи свойства чрез включване на наночастици TiO2 в повърхностните слоеве на бетона. Наноразмерните частици TiO2 успяват да разтворят предизвиканите петна в присъствието на слънчева светлина. Тази химическа реакция, известна като фотокатализа, може успешно да се използва за подобряване на екологичното съответствие на строителните проекти [14].

Основните пречки пред широкото прилагане на нанотехнологиите включват висока цена на наноматериала, липса на промишлен опит и липса на стандартни спецификации за строителни материали, включващи наночастици. Проведени са много проучвания, за да се покажат предимствата на наноматериалите, след като бъдат включени в конвенционалните материали, използвани в строителната индустрия. Трябва обаче да се обърне внимание на безопасното проектиране, производство, повторна употреба и рециклиране, за да се подобри устойчивостта както на нанотехнологиите, така и на строителната индустрия [15].

Всъщност, пазарът на наноматериали в Европейския съюз (ЕС) се е увеличил от 2,6 милиарда евро и 63,3 килотона през 2016 г. до 5,2 милиарда евро и 141 килотона през 2020 г. [16]. Металните оксиди са най-широко използваните наноматериали (88,4% по обем), следвани от наноглини (10,6%), наноматериали на въглеродна основа (0,5%), дендримери (0,4%), наноцелулоза (0,2%) и метали (0,1%) [17].

Химията и физиката на наноразмерните строителни материали се различават от обикновените материали [18] поради квантовите ефекти и високото съотношение повърхност-обем [18]. Всъщност, увеличената повърхностна площ на наноструктурираните материали подобрява наличността и по този начин реактивността на атомите за взаимодействие с фактори на околната среда или други материали [19, 20]. Тази способност позволява разработването на многофункционални материали, като например естествен хидравличен варов разтвор с добавка на титанов диоксид (TiO2), включващ хетерогенна фотокатализна функционалност. Такива материали могат да се използват за борба със замърсяването на атмосферата и да допринесат за създаването на по-трайни и лесни за поддръжка фасади на сгради [21].

Проведени са многомащабни експерименти, за да се проучи цялостно механизмът на влияние на нано алуминиев оксид (Al2O3) върху характеристиките на бетона. Наноматериалите имат голяма специфична повърхност, което затруднява естественото им диспергиране във водни разтвори. Ако наноматериалите не са достатъчно диспергирани във водния разтвор и след това се добавят към бетонната смес, те ще образуват агломерация от частици и нереагирали „джобове“ вътре в бетона, което ще доведе до влошаване на механичните свойства на бетона [22]. Експериментални резултати показват, че добавянето на 1% нано-Al_2O_3 в бетона значително подобрява неговите физико-механични свойства и дълготрайност [23, 24, 25]. В сравнение с бетона без нано-Al_2O_3, това добавяне на 1% също така прави вътрешната структура по-плътна, увеличава ранната и късната якост на натиск съответно с 13,8% и 19,1% и подобрява способността за устойчивост на проникване на хлоридни йони [23]. С увеличаване на съдържанието на нано-Al_2O_3 обаче, стабилизираният с нано-Al_2O_3 бетон постепенно се представя по-зле по отношение на обработваемостта и устойчивостта на проникване на хлоридни йони. Освен това, той показва намалена суха плътност и якост на натиск, както и повишена отворена порьозност и водопоглъщаемост [23]. Добавянето на нано-Al_2O_3 ефективно намалява порьозността и най-вероятния отвор на разтвора в бетона, така че делът на гел микропорите в бетона се увеличава, а делът на капилярните пори намалява. Освен това, нано-Al_2O_3 може да реагира с калциев хидроксид $Ca(OH)_2$ (пуцоланова реакция), за да генерира повече нановлакна, които могат да запълнят пори и да свържат пукнатини, за да подобрят характеристиките на бетона при микроскопски експерименти [23].

Повечето наноматериали, като нано-Fe_2O_3 и нано-TiO_2, нямат пуцолановия ефект, т.е. не реагират с калциевия хидроксид $Ca(OH)_2$. Тези наноматериали подобряват механичните свойства и микроструктурата на бетона, като запълват порите му [26]. Наноматериали като nano-SiO_2 имат както запълващ и зародишообразуващ ефект, така и може да реагира с продукта от хидратацията, за да образува циментиращи материали, полезни за бетона, подобрявайки неговите характеристики [27]. Много резултати от различни изследвания показват, че може да има няколко основни ефекта, поради които наноматериалите подобряват механичните свойства и микроструктурата на циментовите материали, включително ефектът на пълнене, ефектът на нуклеация и пуцолановият ефект [25, 28]. Поради различните недостатъци в различни изследвания, ефектът на нано-Al2O3 върху бетона все още се нуждае от допълнително проучване [23].

В зависимост от пропорциите на агрегатите, цимента и водата в бетона, якостта на опън на обикновения бетон е в диапазона от 2–8 MPa [29]. Много опити са насочени към подобряване на характеристиките на циментовите материали чрез манипулиране на свойствата на циментовите композити с добавки, допълнителни циментови материали и фибри [30]. Напредъкът в нанотехнологиите предоставя нови възможности за допълнително повишаване на производителността с включването на наноматериали в цимента. Ефектите на различните наноматериали върху цимента и бетона могат да бъдат сведени до [30]:

- Внимание при смесването на суспензията от наноматериали, както и на качеството на наноматериали като наносилициев диоксид, въглеродни нанотръби и оксид на графен (GO). Получаването на правилно диспергиран наноматериал изисква комбинация от ултразвукова обработка за механично разделяне и смесване, за да се избегне повторно агломериране в циментовата матрица.
- Включването на наноматериал често влошава обработваемостта на циментовите пасти, което може да се дължи на адсорбцията на свободна вода върху повърхността на наноматериалите. Използването на съвместими добавки е един от възможните начини за справяне с този проблем.
- Усъвършенстването на порите чрез наноматериали е силно желателно, тъй като допринася за издръжливостта и здравината. Армирането с 1D нановлакна и 2D нанолистове е отговорно за поведението на премостване на пукнатини за укрепване на цимента.
- Сред всички споменати нанопълнители, графеновият оксид изглежда идеален кандидат за подобряване на свойствата на композити на циментова основа. Отличните свойства на двуизмерните нанолистовете могат да укрепят крехката циментова матрица, подобно на въглеродните нанотръбички. Освен това, кислородсъдържащите функционални групи са предпоставка за хомогенна дисперсия в цимента, зародишообразуване и уплътняване на микроструктурата.

Изследвания на иновативен многофункционален наноинженерен бетон на базата на водостабилизирани графенови дисперсии [31], показва набор от подобрени свойства в сравнение със стандартния бетон. Те включват увеличение до 146% на якостта на натиск и 79,5% на якостта на огъване, като същевременно се наблюдава подобрени електрически и термични характеристики [31]. Изненадващо намаление на водопропускливостта с близо 400% в сравнение с нормалния бетон прави този нов композитен материал идеално подходящ за конструкции в райони, подложени на наводнения [31]. По този начин новите графен-бетонни композити отговарят на множество приложения, с допълнителни функционалности, произтичащи от присъщите свойства на графена - действат като бариера срещу проникване на вода, което е изключително желано свойство за дълготрайност на бетонните конструкции, имат подобрена термична стабилност, главно чрез увеличаване на топлинния капацитет на бетона чрез включване на графен [31].

3. Приложение на нанометариали в строителния сектор – развитие, здравни и екологични рискове.

Приложението на нанотехнологиите в строителството варира значително в различните региони на света, повлияно от фактори като технологичен напредък, наличие на ресурси и регионални приоритети. Общите тенденции за Европа са за постигнат забележителен напредък в използването на нанотехнологиите в строителството, като фокусът насочен върху мащабни проекти, които подобряват устойчивостта и качеството на живот. Регионът също така участва активно в научноизследователска и развойна дейност за справяне със здравните и екологични проблеми, свързани с наноматериалите [32]. Китай показва значителен напредък в прилагането на нанотехнологиите в строителството, особено в западния регион, който е по-ефективен в приемането на нови нанопродукти в сравнение с централните и източните региони. Въпреки това, има значително изоставане в прилагането на патентите за нанотехнологии в практически приложения [33]. Съединените американски щати са лидер в научноизследователската и развойна дейност в областта на нанотехнологиите, със значителен принос за строителната индустрия. Иновациите включват усъвършенствани наноматериали за структурно подсилване и енергийно ефективни строителни решения [34, 35]. В Латинска Америка Перу е държавата, която има нарастващо търсене на иновативни строителни практики, използващи нанотехнологии. Академичните институции активно провеждат изследвания, за да отговорят на националните нужди, включително здравни и екологични проблеми [36]. В Близкия изток Иран е страната, където нанотехнологиите се използват за оползотворяване на слънчевата енергия за устойчиво строителство. Приложенията включват фотоволтаични покрития върху покриви на сгради и нано-слънчеви бойлери, които са особено полезни в горещи и сухи региони [37]. Русия има силни страни в специфични подобласти на нанотехнологиите, с фокус върху бъдещо сътрудничество с ЕС. Страната участва активно в разработването на нанотехнологични решения за строителство, включително усъвършенстван бетон и изолационни материали [35, 38].

Резултатите от изследванията като цяло показват липса на подготовка на индустрията по отношение на потенциалните рискове от строителните наноматериали, които могат да създадат или засилят опасни условия, посочват необходимост от съобщаване на потенциалните опасности от наночастиците в строителния сектор [39, 40].

В този контекст, регламенти на ЕС, като REACH и CLP, са изправени пред предизвикателството да се справят с бързото развитие на наноматериалите [41, 42]. Предишни проучвания [43, 44], изследващи физичните и химичните свойства, резултатите върху околната среда и екотоксикологията на наночастиците, използвани в строителните материали показват, че няма изчерпателни данни. Всъщност има ограничена налична литература, която изследва връзката между физико-химичните свойства и токсичността на наноматериалите, което би могло да улесни групирането на модификациите на повърхността [46]. Необходимо е предлагане на показатели, които да бъдат задължителни за наноматериалите и да се използват за постигане на по-точна оценка на устойчивостта [47, 48]. Систематичното включване на тези специфични показатели за наноматериалите в строителството ще позволи оценката на дългосрочните ефекти на наноматериалите върху околната среда и човешкото здраве, както и върху общите разходи по време на жизнения цикъл (LCA), от производството до процесите на извеждане от експлоатация [47].

Съществуват значителни опасения по отношение на въздействието на наноматериалите върху здравето. Научният комитет по възникващи и идентифицирани нови здравни рискове (НКВИНЗР) [41] установи, че има доказани опасности за здравето, свързани с редица изкуствени наноматериали. Не всички наноматериали обаче задължително имат токсични ефекти, но въпреки това в хода на продължаващата изследователска дейност е необходим индивидуален подход във всеки отделен случай.

Законодателството на ЕС за защита на работниците е приложимо и за наноматериалите, въпреки че те не са изрично посочени в него. От специално значение са Рамковата директива 89/391/ЕИО, Директива 98/24/ЕО за химичните агенти и Директива 2004/37/ЕО за

канцерогените и мутагените, както и законодателството относно химикалите (REACH и CLP). Това означава, че от работодателите се изисква да оценяват и управляват рисковете от използването на наноматериали на работното място. Ако употребата и генерирането на наноматериали не може да се преустанови или замени с по-малко опасни материали и процеси, експозицията на работниците трябва да бъде сведена до минимум чрез мерки за превенция.

4. Заключение.

Използването на нанотехнологиите в строителството напредва в световен мащаб, като регионалните различия се определят от местните ресурси, технологичните възможности и специфичните нужди. Справянето с проблемите, свързани със здравето и околната среда, остава общо предизвикателство във всички региони. Наноматериалите имат значителен потенциал да трансформират строителната индустрия, предоставяйки възможности за по-здрави, устойчиви и екологично чисти строителни решения. Въпреки това, поради високите разходи, недостатъчно изследвани технологии и възможните рискове за здравето и околната среда, тяхното масово внедряване в строителството ще изисква внимателно управление и много допълнителни проучвания.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Silvestre, J., Silvestre, N. and de Brito, J. (2015) „Review on concrete nanotechnology“, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 20(4), pp. 455–485. doi: 10.1080/19648189.2015.1042070.

[2] Singh N.B., „2 - Properties of cement and concrete in presence of nanomaterials“, Editor(s): Mohd Shahir Liew, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen, Saeid Kakooei, In Micro and Nano Technologies, Smart Nanoconcretes and Cement-Based Materials, Elsevier, 2020, Pages 9-39, ISBN 9780128178546, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817854-6.00002-7.

[3] Yonathan R., „Nanoparticles as concrete additives: Review and perspectives“, Construction and Building Materials, Volume 175, 30 June 2018, Pages 483-495.

[4] Ashby M. F., Ferreira P. J., Schodek D. L. - Chapter 6: Nanomaterials: classes and fundamentals, In: Nanomaterials, nanotechnologies and design, Butterworth-Heinemann, Boston (2009) 177–197

[5] Huynh, T., Giang, H.,Trang, V. P., Trang, P., Khanh, V., Nanomaterials in construction: an overview, Tạp chí Khoa học công nghệ và Thực phẩm 15 (1) (2018), pp.34-45 (2018).(https://www.researchgate.net/publication/341025094_NANOMATERIALS_IN_CONSTRUCTION_AN_OVERVIEW)

[6] L.P. Singh, D. Ali, I. Tyagi, U. Sharma, R. Singh, P. Hou, „Durability studies of nano-engineered fly ash concrete“, Construction and Building Materials, Volume 194, 2019, Pages 205-215, ISSN 0950-0618.

[7] Jo, BW (Jo, Byung-Wan) ; Kim, CH (Kim, Chang-Hyun) ; Lim, JH (Lim, Jae-Hoon), Characteristics of cement mortar with nano-SiO2 particles, ACI MATERIALS JOURNAL, Volume 104, pp. 404-407, 2007,

[8] Abhilash, P.P., Nayak, D.K., Sangoju, B., Kumar, R.,Kumar, V., CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, Volume 278, 2021 DOI10.1016/j.conbuildmat.2021.122347

[9] de Abreu, G.B., Costa, S.M.M., Gumieri, A.G., Calixto, J.M.F., França, F.C, Silva, C, Quinones, A.D., MATERIA-RIO DE JANEIRO, Volume 22, Issue 2, 2017, DOI10.1590/S1517-707620170002.0156

[10] Gayathiri, K., Praveenkumar, S., SILICON, Volume 14, Issue 14, Page 8327-8357, 2022, DOI10.1007/s12633-021-01598-z,

[11] Fu, Q., Zhao, X., Zhang, Z.R., Xu, W.R., Niu, D.T., Effects of nanosilica on microstructure and durability of cement-based materials POWDER TECHNOLOGY, Volume 404, 2022, DOI10.1016/j.powtec.2022.117447
[12] Abd Elrahman, M., Chung, S.Y., Sikora, P., Rucinska, T., Stephan, D., Influence of Nanosilica on Mechanical Properties, Sorptivity, and Microstructure of Lightweight Concrete, MATERIALS, Volume 12, Issue 19, 2019
[13] Chen, J., ; Poon, CS, Photocatalytic construction and building materials: From fundamentals to applications , BUILDING AND ENVIRONMENT, Volume 44, Issue 9, Page 1899-1906, DOI10.1016/j.buildenv.2009.01.002, 2009
[14] Akhnoukh, A.K., Implementation of nanotechnology in improving the environmental compliance of construction projects in the United States, PARTICULATE SCIENCE AND TECHNOLOGY, Volume 36, Issue 3, Page 357-361, 2018, DOI10.1080/02726351.2016.1256359
[15] Huynh, Tien & Giang, Ha & Ha, & Trang, Vo Pham & Trang, Phuong & Khanh, Vu. (2018). NANOMATERIALS IN CONSTRUCTION: AN OVERVIEW.
[16] Ferreira, M.T.; Soldado, E.; Borsoi, G.; Mendes, M.P.; Flores-Colen, I. Nanomaterials Applied in the Construction Sector: Environmental, Human Health, and Economic Indicators. Appl. Sci. 2023, 13, 12896. https://doi.org/10.3390/app132312896
[17] European Chemicals Agency (ECHA). Study of the EU Market for Nanomaterials, Including Substances, Uses, Volumes and Key Operators; European Chemicals Agency (ECHA): Helsinki, Finland, 2022.
[18] Papadaki, D.; Kiriakidis, G.; Tsoutsos, T. Applications of Nanotechnology in Construction Industry. In Fundamentals of Nanoparticles; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2018; pp. 343–370.
[19] Jones, W.; Gibb, A.; Goodier, C.; Bust, P.; Song, M.; Jin, J. Nanomaterials in Construction-What Is Being Used, and Where? Proc. Inst. Civil Eng. Constr. Mater. 2019, 172, 49–62.
[20] Hund-Rinke, K.; Nicke, C.; Kühnel, D. Considerations about the Relationship of Nanomaterial's Physical-Chemical Properties and Aquatic Toxicity for the Purpose of Grouping. TEXTE 102/2017; Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau, Germany, 2017.
[21] Saeli, M.; Tobaldi, D.M.; Rozman, N.; Škapin, A.S.; Labrincha, J.A.; Pullar, R.C. Photocatalytic Nano-Composite Architectural Lime Mortar for Degradation of Urban Pollutants under Solar and Visible (Interior) Light. Constr. Build. Mater. 2017, 152, 206–213.
[22] Z. Li et al., Investigations on the preparation and mechanical properties of the nano-alumina reinforced cement composite, Mater. Lett. , 2006.
[23] Chunqing Li, Guoyu Li, Dun Chen, Kai Gao, Yuncheng Mao, Shanzhi Fan, Liyun Tang, Hailiang Jia, Influencing mechanism of nano-Al2O3 on concrete performance based on multi-scale experiments, Construction and Building Materials, Volume 384, 2023, 131402, ISSN 0950-0618, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131402.
[24] I. Campillo et al. Improvement of initial mechanical strength by nanoalumina in belite cements Mater. Lett. (2007)
[25] E. Cuenca et al., Mechanical properties and self-healing capacity of Ultra High Performance Fibre Reinforced Concrete with alumina nano-fibres: Tailoring Ultra High Durability Concrete for aggressive exposure scenarios, Cem. Concr. Compos. (2021)
[26] H. Du et al., Durability performances of concrete with nano-silica, Constr. Build. Mater. (2014)
[27] I. Torres et al., Natural hydraulic lime mortars -the effect of ceramic residues on physical and mechanical behaviour, J. Build. Eng. (2020)
[28] E. Cuenca et al. Synergy between crystalline admixtures and nano-constituents in enhancing autogenous healing capacity of cementitious composites under cracking and healing cycles in aggressive waters Constr. Build. Mater. (2021)

[29] A.M. Neville, J.J., Concrete technology, Prentice Hall/Pearson (2010)
[30] Samuel Chuah, Zhu Pan, Jay G. Sanjayan, Chien Ming Wang, Wen Hui Duan, Nano reinforced cement and concrete composites and new perspective from graphene oxide, Construction and Building Materials, Volume 73, 2014, Pages 113-124, ISSN 0950-0618, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.040.
[31] D. Dimov, I. Amit, O. Gorrie, M. D. Barnes, N. J. Townsend, A. I. S. Neves, F. Withers, S. Russo, M. F. Craciun, Ultrahigh Performance Nanoengineered Graphene–Concrete Composites for Multifunctional Applications, Adv. Funct. Mater. 2018, 28, 1705183. https://doi.org/10.1002/adfm.201705183
[32] López-Alonso, M., Díaz-Soler, B., Martínez-Rojas, M., (...), Martínez-Aires, M.D. Management of occupational risk prevention of nanomaterials manufactured in construction sites in the eu, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020
[33] Sun, X., Zhang, R., Chen, X., (...), Guo, Impact of nanotechnology patents on green development of China's building industry, J. Recent Patents on Nanotechnology, 2020
[34] Ivanov, L.A., Xu, L.D., Bokova, E.S., (...), Borisova, O.N., Inventions in the area of nanomaterials and nanotechnologies. Part I, Nanotechnologies in Construction, 2022
[35] Ivanov, L.A., Xu, L.D., Pisarenko, Z.V., (...), Muminova, S.R., Inventions of scientists, engineers and specialists from different countries in the area of nanotechnologies. Part IV, Nanotechnologies in Construction, 2021
[36] Gala, V., Gutiérrez, C., Nanotechnology Under Construction: A Review of Its Application in Peru ,Lecture Notes in Civil Engineering, 2024
[37] 37A strategy for sustainable development: Using nanotechnology for solar energy in buildings (case study Parand town) Nejad, J.-E.-D.M., Asadpour, F., Journal of Engineering and Technological Sciences, 2019
[38] Reiss, T., Thielmann, A., Nanotechnology research in Russia - An analysis of scientific publications and patent applications, Nanotechnology Law and Business, 2010
[39] Al-Bayati, Ahmed & Al- Zubaidi, Hazim. (2018). Inventory of Nanomaterials in Construction Products for Safety and Health, Journal of Construction Engineering and Management. 144. 06018004. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001547.
[40] Singh, Nakshatra & Bilal, Muhammad & Kırgız, Mehmet & Rajendran, Susai & Sheikholeslami, Mohsen & Nguyen, Tuan Anh & Abohamzeh, Elham. (2020). Toxicity Risks of Nanomaterials Used in the Building Construction Materials. Current Nanotoxicity and Prevention. 1. 10.2174/2665980801999200902142658.
[41] https://osha.europa.eu/en/publications/workplace-exposure-nanoparticles посетен на 15.04.2025
[42] Isigonis, P.; Afantitis, A.; Antunes, D.; Bartonova, A.; Beitollahi, A.; Bohmer, N.; Bouman, E.; Chaudhry, Q.; Cimpan, M.R.; Cimpan, E.; et al. Risk Governance of Emerging Technologies Demonstrated in Terms of Its Applicability to Nanomaterials. Small 2020, 16, e2003303.
[43] Wigger, H.; Kägi, R.; Wiesner, M.; Nowack, B. Exposure and Possible Risks of Engineered Nanomaterials in the Environment—Current Knowledge and Directions for the Future. Rev. Geophys. 2020, 58.
[44] Hansen, S.F.; Hjorth, R.; Skjolding, L.M.; Bowman, D.M.; Maynard, A.; Baun, A. A Critical Analysis of the Environmental Dossiers from the OECD Sponsorship Programme for the Testing of Manufactured Nanomaterials. Environ. Sci. Nano 2017, 4, 282–291.
[45] OECD. OECD Chemical Studies Show Way Forward for Nanomaterial Safety. https://www.oecd.org/en/publications/important-issues-on-risk-assessment-of-manufactured-nanomaterials_2f6e7c61-en.html (посетен на 28.04.2025).
[46] Hund-Rinke, K.; Nicke, C.; Kühnel, D. Considerations about the Relationship of Nanomaterial's Physical-Chemical Properties and Aquatic Toxicity for the Purpose of Grouping. TEXTE 102/2017; Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau, Germany, 2017.

[47] Stoycheva, S.; Zabeo, A.; Pizzol, L.; Hristozov, D. Socio-Economic Life Cycle-Based Framework for Safe and Sustainable Design of Engineered Nanomaterials and Nano-Enabled Products. Sustainability 2022, 14, 5734.
[48] Menegaldo, M.; Livieri, A.; Isigonis, P.; Pizzol, L.; Tyrolt, A.; Zabeo, A.; Semenzin, E.; Marcomini, A. Environmental and Economic Sustainability in Cultural Heritage Preventive Conservation: LCA and LCC of Innovative Nanotechnology-Based Products. Clean. Environ. Syst. 2023, 9, 100124.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ВЛИЯНИЕ НА ВЯТЪРНИТЕ ТУРБИНИ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА

Нели Тризлова[1], Мариана Цекова[2], Али Чакър[3]

РЕЗЮМЕ:

Въпреки предимствата на вятърните турбини, като един от най – разпространените възобновяеми енергийни източници (ВЕИ), те имат някои негативни въздействия върху околната среда. Вятърните турбини въздействат върху дивата природа и представляват опасност за птици и прилепи, които могат да се сблъскат с въртящите се перки. Изграждането на вятърни паркове може да наруши местообитанията на някои животни. Вятърните турбини произвеждат шум, който може да бъде дразнещ за хората, живеещи в близост до тях. Нискочестотните вибрации, които се усещат само с помощта на инструменти, също могат да имат негативен ефект. Вятърните паркове могат да променят пейзажа и да се възприемат като визуално замърсяване. Изграждането на вятърни паркове може да доведе до ерозия на почвата и замърсяване на водата.

Ключови думи: вятърни турбини, околна среда, птици, шум, вибрации, визуално замърсяване, замърсяване на почвата и водата, инфраструктура

IMPACT OF WIND TURBINES ON THE ENVIRONMENT

Neli Trizlova[1], Mariana Tsekova[2], Ali Chakar[3]

ABSTRACT:

Despite the undeniable advantages of wind turbines, as one of the most common renewable energy sources (RES), they have some negative impacts on the environment. Wind turbines affect wildlife and pose a danger to birds and bats, which can collide with the rotating blades. The construction of wind farms can disrupt the habitats of some animals. Wind turbines produce noise that can be irritating to people living near them. Low-frequency vibrations, which are only felt with the help of tools, can also have a negative effect. Wind farms can change the landscape and be perceived as visual pollution. The construction of wind farms can lead to soil erosion and water pollution. The impact of wind turbines on infrastructure is expressed in the need to build roads (approaches) to wind farms and high-voltage lines.

Keywords: wind turbines, environment, birds, noise, vibrations, visual pollution, soil and water pollution, infrastructure

[1] Нели Тризлова, доцент, доктор, ВСУ „Черноризец Храбър” – Варна, България
Neli Trizlova, associate professor, PHD, VFU „Chernorizec Hrabar” – Varna, Bulgaria, neli.trizlova@vfu.bg
[2] Мариана Цекова, главен асистент, доктор, ВСУ „Черноризец Храбър” – Варна, България
Mariana Tsekova, chief assistant, PHD, VFU „Chernorizec Hrabar” – Varna, Bulgaria, mariana.tsekova@vfu.bg
[3]Али Чакър, доцент, доктор, ВСУ „Черноризец Храбър” – Варна, България
Ali Chakar, associate professor, PHD, VFU „Chernorizec Hrabar” – Varna, Bulgaria, ali.chakar@vfu.bg

1. Увод

Счита се, че ефектът от използването на вятърна енергия като цяло е положителен, защото тя на практика е неизчерпаема. Вятърните турбини не замърсяват въздуха като въглищата, нито оставят радиоактивни отпадъци като ядрените електроцентрали. Няма и да са опасни при авария. Технологиите се развиват и вятърните турбини вече могат да се използват повторно. Голяма част от тях се рециклират. Цената на вятърната енергия все повече намалява с годините. Вятърната енергия може да се допълва с ток, получен от слънцето или водата. Една средна турбина може да захрани 1500 домакинства с ток годишно[1,2,3].

Съществуват обаче и много негативни влияния на вятърните турбини върху околната среда. България произвежда достатъчно ток от атомна енергия и от въглища. Една вятърна турбина има живот 20 - 25 години. После трябва да се рециклира. Вятърните паркове все пак имат емисии. Те са сериозна заплаха за птиците. Вятърните паркове са шумни и излъчват специфични звуци, които вредят на здравето. Вятърната енергия струва много скъпо. Вятърните паркове не произвеждат постоянно ток и на тях не може да се разчита. Вятърните паркове пречат за развитието на земеделието, заграбват и унищожават плодородна земя.

В настоящата статия ще бъдат разгледани негативните страни на използването на вятърни турбини в резерват Калиакра. Резерватът се намира в тясна близост до западния бряг на Черно море, на 12 км северозападно от град Каварна, област Варна [4]. Той е природен резерват с национално значение, включващ морска акватория, защитен природен обект от 1993г., включен е на шесто място за орнитологично важните в Европа места на Birdlife International [5].

2. Смъртност на птици и прилепи

Доказано е, че съоръженията за вятърна енергия убиват птици и прилепи. Вятърните турбини причиняват смъртта на птици и прилепи най-вече при сблъсък вероятно с лопатките на турбината. Видовете се различават по своята уязвимост към сблъсък и вероятностите от смъртни случаи се влияят както от изобилието, така и от поведенческите характеристики на всеки вид. Основният въпрос е дали и до каква степен тези смъртни случаи на птици и прилепи са екологично значими и как се сравнява с броя на всички смъртни случаи, причинени от антропогенен фактор.

Въпреки че е ясно, че повече птици са убити от други човешки дейности, отколкото от вятърни турбини, нивата на естествена смъртност за много видове и смъртните случаи в резултат на много видове човешки дейности са слабо документирани. Освен това различните източници на смъртни случаи, причинени от човека, не засягат в еднаква степен всички видове птици. Второ, демографските последици от различните нива на смъртност са слабо разбрани за повечето видове птици, както и фактори като времето на смъртните случаи и пола или възрастта на смъртните случаи в резултат на различни антропогенни причини, които биха могли да имат различни демографски въздействия. Нещо повече, демографското и екологично значение на всеки даден процент на смъртност, който се разглежда, е свързан с размера на популацията, което е слабо известно за повечето видове. Трето, групирането на всички видове заедно във всяка оценка предоставя информация, която не е екологично значима.

В резервата Калиакра обитават популации от птици, включени в Червената книга на България[6]. Там гнездят повече от 35 вида птици. Нос Калиакра е най – източната точка на нашето крайбрежие и има важно значение за мигриращите птици. Районът е известен като междинна станция за мигриращия по Via Pontika птици. Акваторията около залива на нос Калиакра приютява мигриращите и зимуващи птици при неблагоприятни условия.

3. Промяна структурата на екосистемата

Има два основни начина, по които развитието на вятърната енергия може да повлияе на структурата и функционирането на екосистемата – чрез пряко въздействие върху отделните организми и чрез въздействие върху структурата и функционирането на местообитанията. Нелетящите организми могат да бъдат засегнати от конструкцията и работата на турбината,

поради промяна на местообитанието, вероятно поради шум, вибрации, движение на турбините или простото им присъствие в ландшафта.

Изграждането и поддръжката на съоръжения за вятърна енергия променя структурата на екосистемата чрез изчистване на растителността, разрушаване на почвата и потенциал за ерозия и това е особено проблематично в райони, които са трудни за възстановяване, като пустинни, храстови степи и гористи райони.

Резервата Калиакра и прилежащите му територии са характерни с голямо видово разнообразие и с най-добре запазените степни местообитания в Добруджа.

Ефектите от вятърно-енергийните проекти върху структурата на екосистемите и по-специално местообитанията за различни видове зависят от растителността и другите компоненти на ландшафта за местни и мигриращи видове, които съществуват преди изграждането. Например, въздействията на даден проект върху предварително изсечен и впоследствие повърхностно добит обект обикновено се различават от въздействията върху необезпокояван преди това горски обект.

Растителността в резерват Калиакра се състои от тревисти, храстови и дървесни видове, някои от които са защитени и включени в Червената книга на България.

4. Ерозия на почвата и замърсяване на водата

Изграждането и поддръжката на съоръжения за вятърна енергия променя структурата на екосистемата чрез изчистване на растителността, разрушаване на почвата и потенциал за ерозия и това е особено проблематично в райони, които са трудни за възстановяване, като пустинни, храстови степи и гористи райони.

Изграждането и експлоатацията на ветроенергийни съоръжения оказва пряко влияние върху структурата на екосистемата. Дейностите по подготовка на площадката, големи машини, транспортиране на турбинни елементи и „захранващи линии“, предавателни линии, които водят от съоръжението за вятърна енергия до електрическата мрежа, всичко това може да доведе до премахване на растителност, нарушаване и уплътняване на почвата, ерозия на почвата и промени в хидроложките характеристики. Въпреки че много от тези дейности са относително локални и краткосрочни на практика (напр. строителство), може да има съществени ефекти върху качеството на местообитанията за различни организми. Тези промени вероятно са пагубни за някои видове и полезни за други.

В резерват Калиакра са разпространени плитки почви (рендзини). Срещат се и блатни и черноземни почви. Останалата част от резервата и принадлежащите територии е изградена от варовикова основа и се състои от стръмни и дълбоки суходолия и висок стръмен бряг.

5. Пейзаж и визуално замърсяване

Визуалните въздействия варират значително в зависимост от конкретните характеристики на проекта и неговия пейзажен контекст. Видимостта на даден проект е само една от многото променливи, които трябва да бъдат изследвани. Значителни визуални въздействия обикновено възникват поради комбинацията от много фактори като близостта на гледките, чувствителността на гледките, продължителността на гледките, наличието на живописни ресурси от общодържавно или национално значение и мащаба на проекта във връзка с неговата среда. Някои примери за потенциално значими въздействия могат да включват следното:

- Проектът е разположен в живописен контекст и се разглежда в непосредствена близост, за продължителен период от време (напр. широка зона или линейни мили) от силно чувствителна зона за използване, особено такава, за която насладата от естествения пейзаж е важна, и това е идентифициран ресурс от общодържавно или национално значение.
- Проектът е разположен върху земна форма, която е важна фокусна точка, която е добре видима в целия регион.

- Проектът е с мащаб, който ще доминира изгледи в целия регион (или зона за оценка от 10 мили), така че малко други живописни природни гледки биха били възможни без включването на турбини.

Всички тези факти са валидни за резерват Калиакра, който е от особено значение за красивата местност, в която е разположен (Фиг.1).

Фиг.1 Замърсяване на красивият пейзаж в района на резерват Калиакра от вятърните турбини

6.Археологически райони

При анализирането на въздействията върху исторически, свещени и археологически обекти, основната грижа е да не се нанася постоянна вреда, която да засегне целостта на обекта. Директното въздействие (действително премахване или физическо увреждане) върху исторически, свещени или археологически обекти може лесно да бъде избегнато в повечето случаи.

Някои местности и определени пейзажи имат особено историческо значение. Такъв е резерватът Калиакра, имащ огромно значение както за местните хора, така и за историята на цялата страна (Фиг.2,3).

7. Шум – влияние върху хората

Както при всяка машина, включваща движещи се части, вятърните турбини генерират шум по време на работа. Шумът от вятърните турбини възниква главно от два източника: (1) механичен шум, причинен от скоростната кутия и генератора; и (2) аеродинамичен шум, причинен от взаимодействието на лопатките на турбината с вятъра. Шумът, пораждащ най-голямо безпокойство, може да се класифицира като един от тези три вида: широколентов, тонален и нискочестотен.

Възприемането на шум зависи отчасти от индивида - от остротата на слуха на човека и от неговата или нейната субективна толерантност или неприязън към определен тип шум. Например, постоянното „свистене“ може да е успокояващ звук за някои хора, въпреки че дразни други. Въпреки това изглежда, че субективните впечатления от шума от вятърните турбини не са напълно идиосинкратични. Проучване от 1999 г. (Kragh et al. 1999) включва лабораторна техника за оценка на субективната неприятност на шума от вятърни турбини. Предварителните констатации показват, че тоналността на шума и силата на шумовата флуктуация са параметрите, които най-добре корелират с неприятността (Kragh et al. 1999).

Фиг.2 Крепостта Калиакра и вятърните турбини

Фиг.3 Поглед към нос Калиакра, крепостта и вятърните турбини

Широколентовият, тоналният и нискочестотният шум са разгледани до известна степен в съвременните хоризонтални вятърни турбини срещу вятъра и турбинните технологии продължават да се подобряват в това отношение. По отношение на проектирането на проект за вятърна енергия, човек обикновено се интересува от оценката дали допълнителният шум, генериран от вятърните турбини (в сравнение с околния шум), може да причини дразнене или опасност за човешкото здраве и благополучие.

Шумови въздействия също могат да бъдат резултат от изграждането и поддръжката на проекта. Те обикновено са с относително кратка продължителност и възникване, но могат да включват работа на оборудването, взривяване и шум, свързан с трафика към и извън съоръжението. Те не се разглеждат подробно в този раздел. По-долу е представен кратък преглед на шума от вятърни турбини и неговите въздействия, заедно с предложени методи за оценка на тези въздействия и мерки за смекчаване.

8. Вибрации

Нискочестотната вибрация и нейното въздействие върху хората не са добре разбрани. Чувствителността към такива вибрации, произтичащи от шума от вятърни турбини, е силно променлива сред хората. Въпреки че има противоположни мнения по темата, наскоро беше заявено, че „някои хора усещат смущаващи количества вибрации или пулсации от вятърни турбини и могат брои в телата им, особено в гърдите им, ударите на остриетата, преминаващи през кулите, дори когато не могат да ги чуят или видят. Трябва да се разбере повече относно ефектите на нискочестотния шум върху хората.

9. Влияние върху инфраструктурата

Изграждането и поддръжката на вятърни турбини и свързаната с тях инфраструктура (напр. пътища) променя структурата на екосистемата чрез изчистване на растителността, разрушаване на почвата и потенциал за ерозия и шум.

9.1. Изсичането на гори в резултат на пътно строителство, преносни линии, водещи до мрежата, и разполагане на турбини представлява може би най-значимата потенциална промяна чрез загуба на местообитания и фрагментация за зависещи от горите видове. Това въздействие е особено важно в средноатлантическите планини, тъй като там всички проекти за вятърна енергия са изградени или предложени в гористи райони.

9.2. Промените в структурата на гората и създаването на отвори могат да променят микроклимата и да увеличат размера на горските ръбове.

9.3. Растенията и животните в цялата екосистема реагират по различен начин на тези промени и трябва да се обърне специално внимание на видовете, изброени в ESA и видовете, пораждащи безпокойство (Приложение C), за които е известно, че имат тесни изисквания към местообитанията и чиито ниши са непропорционално променени.

10. Заключение

Необходима е информация, свързана с разбирането, прогнозирането и управлението на смъртните случаи на птици и прилепи и промените в ландшафта и местообитанията. За всяка от тези категории са нужни важни информационни нужди, за които трябва да се даде най-висок приоритет за наблюдение и изследване въз основа на колективно разбиране на проблемите, претеглено от податливостта и най-добрите практики. Следните препоръки не са предназначени да се прилагат за всяка ситуация и трябва да бъдат модифицирани предвид характеристиките на обекта, който се разработва, видовете, които предизвикват загриженост, резултатите от пилотните проучвания и количеството информация, приложима за този обект. Ако развитието на вятърната енергия продължи в даден регион, протоколите за изследване и мониторинг трябва да се развиват, когато стане известно повече.

Необходими са изследвания за разработване на смекчаващи подходи за съществуващи съоръжения и за подпомагане при оценката на риска в предложените съоръжения. Последното е особено важно в ландшафти, където вече са докладвани необичайно високи смъртни случаи на птици и прилепи и в региони, където са планирани съоръжения, където се знае малко за миграцията, търсенето на храна и смъртните случаи, свързани със съоръженията за вятърна енергия.

Следвайки приетите научни протоколи, трябва да се разработят хипотези, които да помогнат за справяне с въпроси без отговор. Тестването на хипотези обещава да предостави научно обосновани отговори, които ще помогнат за информирането на разработчиците, лицата, вземащи решения, политиците и други заинтересовани страни относно действителните и очакваните въздействия от развитието на вятърната енергия върху популацията на прилепи и птици и върху ландшафта и местообитанията на други животни, които могат да бъдат променени от строителството.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Zongxiang Lu, Shuangxi Zhou, Integration of large scale wind energy with electrical power systems in China, Tsinghua University, China, 2018
[2] Laughton Michael A., Types of renewable energy source, Published on behalf of the watt committee on energy by elselvier applied science London and New York, 2003
[3] Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, The national academies press, 2011
[4] Резерват "Калиакра"- план за управление, Министерство на околната среда и водите, Световен съюз за защита на природата, 1997
[5] Birdlive International, 1948
[6] Боев Н., В.Големански, Червена книга на България, 1984

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ПРОБЛЕМИ НА СИГУРНОСТТА ПРИ ВИСОКИ СГРАДИ

Николай Жечев[1], Хрисимир Дочев[2] , Рафаил Рафаилов[3]

РЕЗЮМЕ:

Проблемите със сигурността на високи сгради е подценен още на проектно ниво в много случаи на актуалната практика. На първо място за 20-25 етажни сгради се допускат максимални премествания в размер на около H/120, а се доказват некоректно като за неконструктивни елементи. Второ – не се отчита увеличението на входния спектър към върха на сградата. Трето – не се изследва неравномерността на трептенето по височина и произтичащия дрифт между етажите за избягване на повреди на фасадите. Четвърто – често се игнорира изследването на вятър и се пренебрегват максималните допустими ускорения на върха на сградата. Пето – фаворизира се архитектурата и при моделирането се допуска първа форма като усуквателна с нереално големи периоди. В доклада е направен анализ и са изведени препоръки за избягване на намалена сигурност на сградите.

Ключови думи: небостъргач, премествания, спектър, вятър, земетръс, ускорение, период, усукване, фасада, сигурност.

SAFETY ISSUES IN HIGH-RISE BUILDINGS

Nikolay Zhechev[1], Khrisimir Dochev[2], Rafail Rafailov[3]

ABSTRACT:

Security issues in high-rise buildings are often underestimated at the design stage in many cases of current practice. Firstly, for 20-25 story buildings, maximum displacements of approximately H/120 are allowed but are incorrectly verified as if they were non-structural elements. Secondly, the increase in the input spectrum towards the top of the building is not taken into account. Thirdly, the irregularity of vibration along the height and the resulting inter-story drift, which can cause facade damage, are not examined. Fourthly, wind studies are often ignored, and the maximum allowable accelerations at the top of the building are neglected. Fifthly, architectural considerations are favored, and in modeling, the first mode is assumed to be torsional with unrealistically large periods. The paper provides an analysis and recommendations to prevent reduced building security.

Keywords: skyscraper, displacements, spectrum, wind, earthquake, acceleration, period, torsion, facade, security.

[1]„проф. дтн. инж. Николай Жечев, Рафаил“ЕООД, n_rafailov@abv.bg
[1]Prof., D.Sc., eng. Nikolay Zhetchev, “Rafail” Ltd, n_rafailov@abv.bg
[2] инж. Хрисимир Дочев, Суперстат“ЕООД, superstat2000@gmail.bg
[2]eng. Khrisimir Dochev, “Superstat” Ltd, superstat2000@gmail.bg
[3]гл. ас. д-р. инж. Рафаил Рафаилов, МГУ“Св.Иван Рилски“, r_rafailov@mgu.bg
[3]Chief Assist. Prof., PhD, eng. Rafail Rafailov, MGU "St. Ivan Rilski", r_rafailov@mgu.bg

1. Въведение

Проектирането на високи сгради е една от най-сложните и широкообхватни конструктивни задачи. Често в практиката се менажират проекти за сгради с жилищно и офисно предназначение, при които архитектурните форми са подчинени на търговска концепция за привлекателност при продажба. Тази привлекателност за клиентите се базира на силуетни решения и освободени вътрешни пространства, внушаващи лекота и извисеност символизиращи победа над гравитацията. Концепцията на мениджърите е авангардна и придобива нарастваща популярност в обществото. Това е добър атестат в посока развитието на съвременни архитектурни форми, но за съжаление този напредък се гради върху допускани в процеса на проектиране занижени критерии за сигурност.

Реализацията на сградите по тази концепция създава рискове строежът не само да не е подходящ за комфортна експлоатация , но се максимализира и рискът за материални и човешки жертви [1].

Рискът е продукт на абсолютизиране ролята на архитектурното решение и направа на конструкция в стеснените рамки на вече утвърдена и финансирана от клиенти функционална схема. Към тези причини поради основния преоритет на мениджърите за печалба се добавя и желанието им да доставят подходяща сигурност на сградата по най-безконфликтен начин. На това основание се търсят на компромисен принцип конструктори с недостатъчна квалификация, които на относително ниска цена да придадат по формален начин нормативно издържана форма на проекта с цел да бъде одобрен, реализиран и продаден.

Настоящият доклад е предназначен да посочи и анализира грешките при формалния подход на компромисно подбраните от инвеститорите инженери и начините подобни прецеденти да бъдат превантивно избягвани. Извеждат се препоръки за практиката при реализация на високи сгради.

2.Параметри на компромисната практика на конструктивно проектиране

2.1. Относно избора на конструктивна система

Типичният случай за избор на конструктивна схема при коментирания вид високи сгради е след като инвеститора с използване услугата на начертана по каноните на архитектурната графика чертежи постигне целта си за въздушен тип сграда с идея за антигравитация. На практика антигравитационната концепция се реализира с освободени от конструкция фасади и големи междуосия на вертикалните елементи осигуряващи свобода на планировката, удовлетворяваща широк спектър желания на клиентите.

Следва на компромисен принцип да бъде потърсен конструктор, който по задължение на месторабота, недостатъчна квалификация или напълно осъзнато да наруши нормите, да материализира търговската идея и да внуши увереност надзорната фирма да изготви положителен доклад за неиздържаното конструктивно решение.

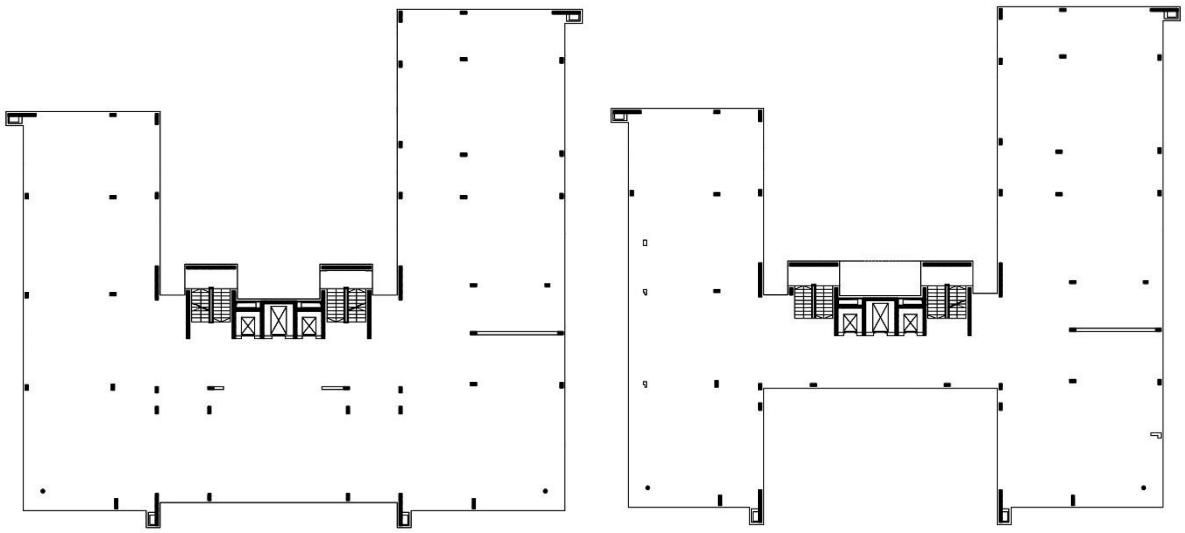
На фиг.1 е показана примерна конструктивна схема на вертикалните елементи типична за този вид сгради. Лесно може да бъде констатирано отсъствие на „железния“ принцип за минимален ексцентрецитет между центъра на масите и центъра на коравина. Този принцип гарантира благоприятно транслационно поведение на сградата при динамично въздействие. В случая сградата принудително е вкарана да работи в условията на опасното ротационно поведение още при първа форма. Да се направи опит по периферията да се включат в поемане на ротационни усилия 4бр. колони със средна дължина 2.50м с частичен контакт към етажните плочи е символично решение без ефект за увеличение на коравината на сградата относно хоризонтални въздействия. Поради липса на директен контакт с плочата без ефект са и шайбите на ниво междинни стълбищни площадки. Останалите шайби също са с дискусионен ефект. В резултат на тези символични усилия за увеличение на коравината на сградата, периодът на собствени трептения за първа форма достига 4 секунди при условие, че в практиката при 22 етажа стойността не следва да надхвърли 2 сек.

Освобождаването на вътрешната планировка от пречките на вертикални елементи произвежда увеличение на конструктивните междуосия до 11м, което поради избягване от

инвеститорите на разходите за предварително напрягане довежда до утежнени и деформируеми конвенциалните конструктивни премоствания [2].

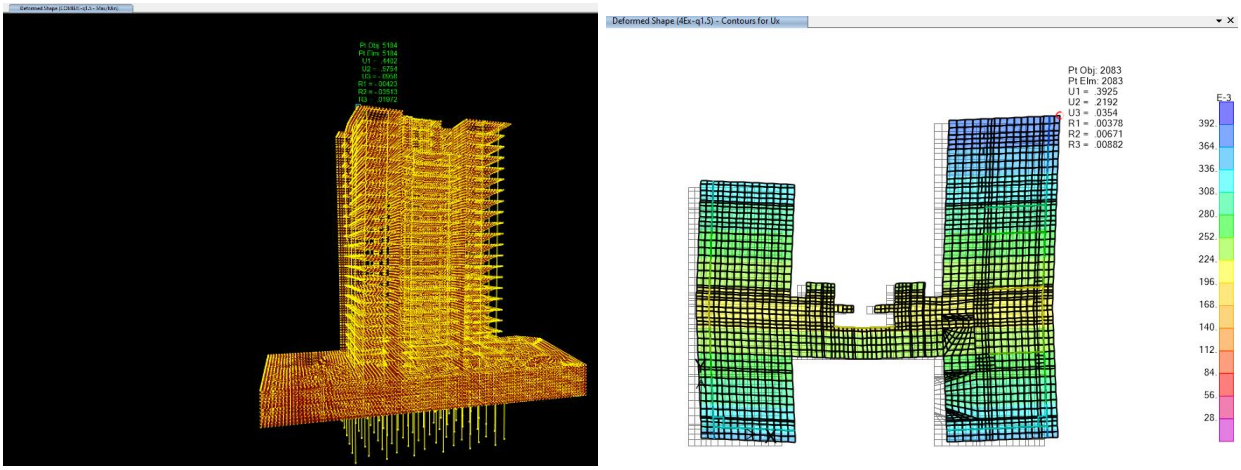
Наложените ограничения от комерсиалното инвестиционно решение довеждат до ограничение дори на дебелината на земетръсните шайби. При необходима минимална конструктивна дебелина на шайбите 500-600мм в съответствие с актуалните норми, се стига до необосновани дебелини 300мм с което се предопределя крехкото им разрушаване [3]. До подобно разрушаване би достигнала и връзката между двете сградни тела.

Упоменатите нормативни компромиси при сигурността на високи сгради може да бъдат дешифрирани посредством дискутираните по-долу показатели на конструктивното решение.



Фиг.1. Схеми на вертикалните елементи на типов и покривен етаж на „въздушни“ сградни системи

2.2. Относно допустимост на преместванията при земетръс



Фиг.2. Типов детайл прилаган в практиката при усилване на бетонни фундамент

Първото доказателство, дали сградата притежава необходимата коравина е общото преместване в най-високата точка. По някаква причина в националното приложение на ЕК8 липсват ограничения за преместванията. Отпечатана е само формула за допустими премествания при неконструктивни елементи, която някои конструктори неправилно отъждествяват с критерий за коравина. Например за показания на фиг.2 прецедент

тълкуването на критерия при отместване на върха 0,5754m показва следната амплитудна стойност спрямо вертикална ос:

$$de=0,5754m < 0,005.h/(q.\nu) = 0,005.(74,28+0,2)/(1,5.0,4) = 0,62m \quad (1)$$

Формално сградата притежава необходимата коравина, но преместването на върха при 22 етажа е около 1/120 от височината 76м и като размер е по-голямо от деформирането на небостъргачи с над 100 етажа в Манхатън [4].

Подобен резултат е не само абсурден, но е в противоречие с всички актуални проектни норми и стандарти, които се използват за високи сгради. Обикновено нормите по света препоръчват по-малки премествания за предотвратяване на структурни повреди. Също така, концепцията на конструктивните проекти е към по-голям контрол на динамичното поведение на сградите, като например използване на амортисьори, като средство да бъдат редуцирани преместванията и колебанията. По тази причина водещите държави налагат изисквания за максимално хоризонтално преместване на върха на сградата при земетръс.

За Европейския съюз (Eurocode 8) преместването не трябва да надвишава **1/500** до **1/400** от височината на сградата, което е около 0.2%. Това изискване означава от 0,15 до 0,19м преместване, което е много по приемливо от 0,5754м произтекло при неправилно тълкуване на ЕК8 у нас.

В Япония (JIS) се използва по-консервативен подход като максималното преместване на върха е **1/500** от височината на сградата, т.е 0,15м.

Най-строги са изискванията на нормите на САЩ (ASCE 7) за високи сгради при земетръс. Максималното хоризонтално преместване на върха е ограничено до **1/500** или **1/600** от височината, т.е преместванията са от 0,12 до 0,15м.

По-малките стойности на коментираните премествания спрямо тиражираното дълги години у нас 1/250 от височината на сградата, т.е 30см, са в съответствие с актуалните сеизмични изисквания. Тези изисквания гарантират, че сградите не само ще оцеляват при земетръс, но и ще запазят структурната си цялост както и да предотвратят повреди на фасади и колони. При твърде големи премествания, фасадите, колони и други конструктивни елементи могат да се повредят, а самата сграда да стане опасна.

Вследствие на направения анализ при нашите геоложки условия за столицата, позволяващи строеж на високи сгради до 40 етажа, реалните стойности за допустимо преместване на върха при земетръс е препоръчително да бъде са в границите на **1/500 до 1/400** от височината на сградата т.е под 0,2%. За разглеждания пример преместването следва да бъде от 0,12 до 0,15м.

Стойностите на преместванията от 0.2% са би могло да бъдат допуснати за по-ниски сгради или в обекти проектирани по предишни норми, които не отчитат съвременните инженерни практики за структурна безопасност и дуктилност.

2.3. Нормативно ограничени стойности на вибрациите на сградите при вятър за запазване на комфорта на обитателите на сградата.

По принцип, при високите сгради, преместванията и ускоренията на върха на сградата при вятър не трябва да надвишават определени стойности, за да се предотвратят неприятни усещания (или дори паника) в обитателите. Въпреки, че конструкциите може да се проектират да поемат якостно големи амплитудни премествания на върха, по-големите отклонения могат да доведат до по-големи инерционни сили върху обитателите и интериорните компоненти на сградата.

При изследване на ускоренията в преобладаващата практика, максималните допустими стойности за ускорение на върха на сградата се определят чрез нормативи като Eurocode 1, ASCE 7, JIS и други национални изисквания. За жилищни сгради с височина в интервала 70-90м, се допуска вибрациите предизвикани от ветрови въздействия, да са с максимални

ускорения 0,5 m/s². При нормите ASCE 7 при стандартно ветрово натоварване се допуска ускоренията да достигат до 0,6 m/s².

При офисните сгради максималните допустими ускорения са увеличени до 0,6 m/s². Отново нормите ASCE 7 допускат увеличение до 0,8 m/s².

Заключение от изследването е, че максималните стойности за ускорението на върха на сграда при вятър за сгради с височина 70-90 м варират между 0,5 m/s² и 0,8 m/s², в зависимост от типа на сградата (жилищна или офисна) и изискванията на съответната нормативна система. Обикновено офисните сгради имат малко по-високи допуски за ускорение в сравнение с жилищните сгради.

При високи сгради със сложна геометрична форма за определяне аеродинамичните параметри на сградата и натоварването върху фасадните елементи се извършват чрез 3D моделни изследвания в аеродинамични тунели.

2.4. Допустим максимален междуетажен дрифт (*interstorey drift*) при сеизмични въздействия.

Максималният дрифт между етажите (или стойност на хоризонтално преместване на един етаж спрямо друг) е друг важен параметър при проектирането на сгради, даващ представа за постигната транслационна и ротационна коравина на конструкцията при сеизмични въздействия.

Нормите Eurocode 8 (EN 1998-1) дефинират две гранични състояния:

- Гранично състояние SLS (Serviceability Limit State) - "ограничаване на повредите" (damage limitation) – с период на повторяемост около 95 години:

1. това състояние цели да се ограничи междуетажните премествания (drifts) с цел запазване на функционалността на неносещи елементи, фасади (допустим drift = h/200, h/300 взависимост от типа на фасадата), преградни стени и др. при относително честите, но по-слаби земетресения;
2. допустимо междуетажно преместване се ограничава чрез формулата:

$$\nu \cdot \Delta / h \leq 0.005 = 1 / 200 \text{ (0.5\% от етажната височина)} \quad (2)$$

$$\Delta / h \leq 0.005 / \nu = 1 / 100 \text{ (1.0\% от етажната височина)} \quad (3)$$

където $\nu = 0.5$ (или 0.4 взависимост от категорията на сградата);

3. само за това състояние Eurocode 8 допуска намаляване на получените по изчисления междуетажни дрифтове Δ, чрез умножението им с $\nu = 0.5$ (0.4), т.е. допуска се, че за този период на повторяемост, входното земетръсното въздействие може да се намали два пъти (напр. от ag=0.230g на ag=0.115g).
4. Следва, че фасадите се осигуряват функционално само до входно земетръсно въздействие от ag <= 0,115g. Когато ускорението на земетресението надвишава стойността 0.115g**,** фасадите започват да се деформират повече**,** отколкото е предписано от производителят им. Това може да доведе до падане на части от фасадата и опасности за хората около сградата, както и до нужда от значителни средства за възстановяване на повредите;
5. Добре е Проектантите и Инвеститорът да вземат информирано решение дали да се възползват от прилагането на $\nu = 0.5$ (или 0.4).

- Гранично състояние на "ограничаване на разрушенията" (ultimate limit state / collapse prevention) - период на повторяемост около 475 години:

- Настъпва при максималното проектно земетресение;
- Целта е запазване на конструкцията, дори с допускане на значителни повреди.
- Допустимо междуетажно преместване се ограничава до:

$$\Delta / h \leq 0.010 = 1 / 100 \text{ (1.0\% от етажната височина)} \quad (4)$$

Надвишаването на горните стойностти на етажният дрифт е един от признаците за недостатъчна коравина на конструкцията и изисква допълнителни шайби [5].

При сгради със стандартни фасадни решения с прозорци и стени по изискванията на различни норми (Eurocode 8, ASCE 7, JIS и др.) са от h/250 до h/240 от височината на етажите. Изискванията са с оглед да се избегнат повреди на фасадите и да се запази стабилността на конструкцията при динамични натоварвания, като земетръс и вятър. По-високата стойност 1/240 се допуска по нормите ASCE 7.

При някои производители на фасадни системи като стъклени завеси посочените изисквания са недостатъчни. Налагат се по-строги изисквания като h/300 от височината на етажите в зависимост от характеристиките на фасадата и нейната устойчивост на динамични натоварвания. Условието h/300 се изисква по три основни причини: /1/ технически изисквания на фасадите за по-нисък дрифт; /2/ здравина на окачените фасади при по-малки стойности на дрифта, заради липса на повреди при екстремни натоварвания и /3/ устойчивост на фасадата за гарантиране на дълготрайност, естетичен вид и енергийна ефективност.

В заключение стойността drift = h/300 е препоръчително да бъде изискване за по-строга стабилност на фасадите и е напълно допустимо в някои ситуации, особено при високи сгради като небостъргачи, където чувствителността на фасадата към динамични натоварвания е по-висока. Това гарантира, че фасадите ще останат неповредени и устойчиви дори при екстремни условия.

2.5. Изчисление на окачени фасади за сеизмично въздействие. Етажни спектри на реагиране.

При проектирането на фасадните конструкции е необходимо извършване на изчисления за определяне на инерционните сили, породени от сеизмични и ветрови въздействия.

В повечето фасадни проекти, инерционните сили Ei, възникващи при сеизмични въздействия се определят еднакви за всички етажи, чрез умножение на входното ускорение ag (напр. ag=0.23g) по масата на съответната част от фасадата. Този подход е лесен и бърз, но не отчита, че ускорението на горните етажни плочи се увеличава в пъти спрямо входното ускорение, вследствие на 3D трептенията на сградата. Логичното е, че връзките на фасадните модули с конструкцията в горните етажи остават с намален запас от носеща способност или по-лошото – неосигурени за проектното земетресение.

Коректното изчисление на фасадите изисква инерционните сили за всяко етажно ниво да се определят чрез получените при земетръсното изчисление с FEM на конструкцията „3D етажни спектри на реагиране“, показващи връзката „период на трептене – ускорение“. От тези графики се отчитат увеличените стойности на ускорението, с което се определя силата във връзката фасада-конструкция.

Увеличението на входния спектър на реагиране по височина на сградата е важен фактор, който трябва да бъде отчетен при проектирането на фасадите. Това увеличение на входния спектър на реагиране може да стигне около 3-4 пъти или повече в зависимост от височината и динамичните характеристики на сградата.

2.6. Изчислителен модул на еластичност на бетона и моделиране на коравините

2.6.1. Относно използване на ускорители за втвърдяване на бетона

За бързо строителство – например ранно декофриране на етажните плочи, в бетона се влагат добавки, които вдигат якостта на бетона бързо, но в изчисленията не се отчита промяна в стойностите на модула на еластичност. Модулът е важен параметър за оценка на поведението на конструкцията под натоварвания и определя колко корава е една структура.

Бързото втвърдяване може да доведе до по-нисък модул на еластичност, тъй като в процеса на хидратация на бетона не се образуват толкова стабилни и плътни структурни връзки на материалите, както при по-бавното втвърдяване.

Някои добавки (като калциев хлорид) могат да ускорят хидратацията, но това може да доведе до по-малка плътност на структурата и до по-нисък модул на еластичност, особено ако добавките водят до неравномерно втвърдяване на бетона.

В заключение може да се обобщи, че добавките за ускорено втвърдяване на бетона могат да увеличат якостта му в краткосрочен план, но те не гарантират, че модулът на еластичност ще се увеличи пропорционално. Възможно е бързото втвърдяване да доведе до по-нисък модул на еластичност, особено ако се създадат структурни недостатъци, като по-висока порьозност или неравномерно хидратиране. Поради това, е важно да се балансира използването на добавките, за да не се жертва дългосрочната механична устойчивост на бетона в полза на бързо строителство, а моделирането при проектиране да не отчита действителната коравина на конструкцията.

2.6.2. Относно промяна на модула на еластичност по височина

Практиката при моделиране на високи сгради е да бъдат намалени модулите на еластичност във вертикалните елементи на ниските етажи. Подобно решение е опит моделът да бъде приближен до действителността с отчитане намалената коравина от напукване на тази зона по време на земетръс.

При този вид моделиране се търси сигурност при определяне на максималните премествания на върха на сградата и дрифта между етажите. Намалената коравина на долните етажи води до увеличение на периода на собствена честота, което при използване на спектрите на реагиране довежда до намаление на сеизмичните сили по нива. Последното намалява сигурността на сградата.

Вследствие на направения анализ е препоръчително сградите да бъдат моделирани по два изчислителни модела – със и без намаление на коравината на шайби и колони в долните етажи. Оразмеряването следва да включва най-неблагоприятните елементи на динамичното поведение на сградите получени при двата модела.

2.6.3. Относно моделиране на коравината по Метод на крайните елементи

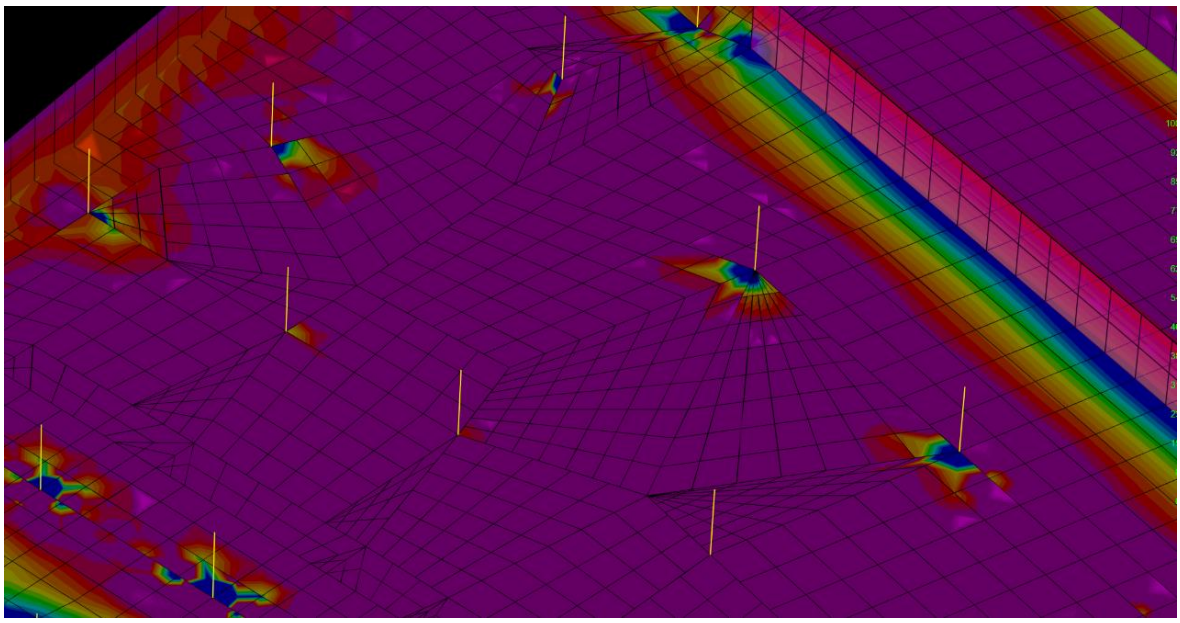
Честа неточност при моделиране на високи сгради възниква при напасване на мрежата на крайните елементи от етажните плочи към относително по-нерегулярната конструкция на фундаментната плоча (Фиг.2 и 3). В много от случаите се прибягва до напълно импровизирана мрежа без да бъдат спазвани препоръките за прилагане на крайни елементи. Типичен компромис е в ъгъл на четириъгълен краен елемент да бъдат концентрирани върховете на много триъгълни крайни елементи. При този вид моделиране глобалната матрица на коравина губи точност и се достига до картина на усилията прекъсващи в околността на колоните и големи разлики в напрегнатото състояние на плочите и вертикалните елементи в близки до натоварване зони [6].

С подобна интерпретация на мрежата крайни елементи сигурността на високите сгради се дискредитира в контакта със земната основа и поведението на конструкцията при експлоатация става непредвидимо.

3. Заключение

При проектиране на високи сгради в случаите, когато търговските интереси се поставят на преден план могат да възникват съществени рискове за сигурността на конструктивната система. Във връзка с направените анализи за практиката може да бъдат изведени следните препоръки.

Преди да започне архитектурното изчертаване на търговската идея трябва на идейно ниво с изчисления да бъде изведена конструктивната концепция, която да стане водеща. Например за разгледаната примерна конструкция е възможно по фасадата да се развие пространствена перфорирана тръба, която би могла да укроти ротацията и синергично с пространствената работа на достатъчно кораво ядро да направи сградата с нормална сигурност.



Фиг. 3: Схема на крайни елементи и огъващи моменти във фундаментна плоча

Ветровото натоварване да не бъде подценявано и да бъдат търсени аеродинамични форми на сградите. Разгледаният пример по-скоро акумулира ветровото въздействие;

При проектирането следва да бъдат използвани етажните спектри на реагиране с което се гарантира сигурността на сградната система и фасадната конструкция;

Не следва да бъде пропускано изследването за т.нар. ускорения на комфорта за високите етажи с което да бъде гарантирана ликвидността на инвестицията;

За изпълнени високи сгради на бъдат направени замервания и контролни изчисления за установяване на действителните динамични характеристики и отчитане на влиянието на преградните и фасадни системи върху поведението на конструкцията.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Славчев Л., Цветков Ст. „Проверка ефективността при проектиране на стоманобетонна конструкция на сграда, с фокусиране върху рзп и височина“ xxiv Международна научна конференция ВСУ „Любен Каравелов“ 2024, сборник доклади, Том II, 10-12 октомври 2024 г., София, България, стр. 61-72, (ISSN: 1314-071X).

[2] Оксанович Л.В., Жечев, Н. Р., Върху изчисляването на усилията и деформациите в статически неопределими стоманобетонни конструкции за стадия на експлоатация, Академия на науките, сп.”Техническа мисъл”, бр.2, 1982г., стр.65-70, УДК 624.01, Издателство на БАН

[3] Цветков Ст., Стоманобетонните конструктивни стени – антисеизмичните „шайби“, С., 2020

[4] Helicopter service of hospital building S Tsvetkov Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1276, 12th International Scientific Conference Civil Engineering Design and Construction (DCB 2022) 07/09/2022 - 10/09/2022 ,Online Citation S Tsvetkov 2023 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1276 012018, DOI 10.1088/1757-899X/1276/1/012018

[5] Zhechev N., Antiseismic protection in the reconstruction of ground floors of the buildings from the begining of 20-th century,International conference “New Tends in Statics and Dynamics of Building”, p.237-240 ,Slovac University of Technology in Bratislava,10,2002, ISBN 80-227-1790-B

[6] Jechev N.R., Hristov H.D., Investigation of the building behaivior with adgusting of the calculating model, 7-th International Symposium, Ohrid, Republic of Macedonia, October 2-4, 1997, p.CT35/1-CT35/7, ISSN-9989 -9785-1-4

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

INFLUENCE OF FLY ASH ON SHRINKAGE OF SELF-COMPACTING CONCRETE

Iva Despotović[1], Adrijana Savić[2]

ABSTRACT:

Self-compacting concrete contains a certain amount of powdered materials – fillers. There are various possibilities of selecting this component. If industrial by-products, such as fly ash are used, the problem of depositing these materials could be solved, and consequently concrete could be produced as ecological material. Concrete shrinkage is reduction of concrete volume caused by hydration of cement and loss of moisture. Natural aggregate could be considered inert in terms of volume changing. Concrete shrinkage is only related due to cement paste shrinkage. Extent of shrinkage depends on the quantity and type of cement, water-cement factor, granulometric composition, type of the aggregate, compressive strength of concrete, thermo-hygrometric conditions of the environment, etc. This paper presents the results of shrinkage of self-compacting concrete produced with fly ash, natural aggregate and recycled aggregate.

Keywords: fly ash, self-compacting concrete, natural aggregate, recycled aggregate, shrinkage

1. Introduction

[1] Iva Despotović, Associate Professor, Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, University of Kragujevac, Serbia, despotovic.i@mfkv.kg.ac.rs
[2] Adrijana Savić, Assistant Teaching Professor, Kennesaw State University, asavic@kennesaw.edu

Self-compacting concrete (SCC) is a very fluid concrete with advantages such as environmental, human, technological and economical. However, due to the particular composition, as a results of a higher fines content and a higher paste volume, SCC could be more susceptible to cracking than traditionally vibrated concrete. As a consequence of mineral additions increased paste volume and the autogeneous shrinkage could occur due to changes in the capillary network [1]. Literature data concerning the timedependent behaviour of SCC are often contradictory due to differences in formulations (both mix design philosophy and locally available materials), experimental procedures (e.g. age and rate of loading, specimen size, curing conditions) and material properties (e.g. moisture content, stress/strength ratio). Therefore, it is not surprising that the time-dependent deformability results reported in the literature scatter over a wide range, going from lower, over equal, to higher time-dependent deformations for SCC compared to TC. In a RILEM state-of-the-art report on SCC [9], a similar statement is made: "Shrinkage and creep are as most concrete properties dependent on several parameters while the basis for comparisons is important for the conclusions drawn. . . .The choice of constituent materials will, to a lesser or bigger extent, influence the properties". According to the authors SCC cannot be treated as a group of materials with a comparable hardened state behaviour: although different SCC mixtures could show a comparable fresh state behaviour, such as different hardened state behaviour (mechanical properties, durability, timedependent behaviour, ...) due to different strategies for mixture proportioning and different locally available materials [5]. Concrete shrinkage is reduction of its volume caused by hydration of cement and loss of moisture, without influence of the external load. Bearing in mind that stone aggregate could be considered inert regarding volume changes over time, it could be concluded that concrete shrinkage is related to cement paste shrinkage. Cement paste shrinkage occurs due to:

- volume difference of the hardened cement paste and the initial volume of the fresh cement paste – hydration shrinkage
- evaporation of water in the cement bonding period – plastic shrinkage
- evaporation of water during hardening of the cement paste in the period following the end of its bonding – hydraulic shrinkage

Plastic shrinkage, in comparison to the other types of shrinkage has the highest value. The appearance of this phenomenon while concrete slab is still to some extent fluid could be considered as advantage. However, due to non-homogeneous structure of concrete and the presence of reinforcement, plastic shrinkage is not uniform in the concrete slab, which leads to the formation of tensile stress followed by the appearance of cracks. These cracks are usually formed on horizontal surfaces of concrete elements (especially in plates, Fig.1), then in places of connections with other elements, on contour elements and in similar positions, i.e. in places where rapid evaporation of moisture from concrete is possible. The appearance of cracks, due to plastic shrinkage, in practice is particularly expressed in conditions of high wind speed, low relative humidity, high temperature air, as well as high temperature concrete. Additionally, these cracks, when formed, are usually spread from one to the other edge of the element.

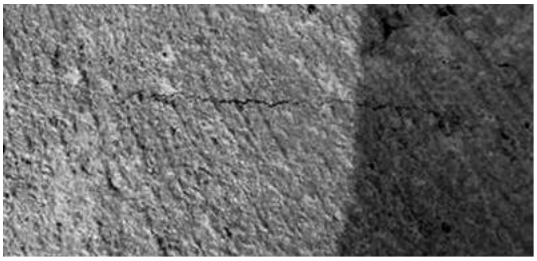


Fig.1. Appearance of a crack on the surface of a concrete slab due to the plastic shrinkage

Hydraulic shrinkage also leads to the emergence of cracks or warping of the concrete structure elements consequently in order to prevent the onset of cracks or to limit them to a desired location where they can be easily repaired by some sealing material expansion joints are designed in the slabs. The factors which affect the value of hydraulic shrinking are numerous and could be divided into

those concerning the characteristics of the cement matrix, concrete itself and environmental conditions.

In order to achieve the desired consistency concretes are usually produced with higher amount of water for hydration of cement. After concrete hardening, the excess water evaporates, more slowly or more quickly, resulting in the so-called hydraulic shrinkage, which causes the appearance of stress in concrete. Restrained hydraulic shrinkage could cause cracking or distorting concrete elements. Due to all these reasons, it is necessary to provide expansion joints in plates, in order to prevent randomly formation of cracks which will be limited at the desired location. Cracks could be fullfilled with sealing material. In practice, hydraulic shrinkage is much more important than the previously described, plastic shrinkage. Factors affecting the extent of hydraulic shrinkage are numerous and could be related to the cement paste and concrete properties as well as to environmental condition.

According to the literature the influence of mineral admixtures on the drying shrinkage mechanism is found to be somewhat contradictory. Some researchers stated that incorporation of mineral admixtures such as low-lime and highlime fly ashes reduced the drying shrinkage in comparison with the SCC mixtures without fly ash. It is also stated that a possible mechanism contributing to the reduction of drying shrinkage in SCCs is the matrix densification due to FA addition, which could prevent internal moisture evaporation. An alternative mechanism unhydrated FA particles could serve as fine aggregates to restrain the shrinkage deformation. Moreover, Jianyong and Yan stated that ultra-fine GGBFS and SF could greatly increase the amount of AFt hydrates and C–S–H gel hydrates as well as the density of hardened cement paste. This could made concrete stronger and more resistant to deformation due to applied force. They also concluded that on the same conditions of test, the amount of creep and drying shrinkage of concrete will decrease greatly. However, Mokarem et al. stated that supplemental cementitious material mixtures exhibited greater drying shrinkage than the associated Portland cement concrete mixtures. This could be due to the denser matrix produced by the fly ash, microsilica, and slag cement. This denser matrix would create smaller capillary voids. The bulk of drying shrinkage in concrete occurs due to loss of the water from the smaller capillary voids. Moreover, Gesoglu et al. and Wiegrink et al. stated that free shrinkage is related to other factors in addition to weight loss. Gesoglu et al. and Regourd uttered that concrete with higher amount of cementitious materials has finer pore structure that could proportionally increase free shrinkage [3,6-10].

Water-cement ratio, degree of hydration, type of cement, moisture content, presence of additives, and the temperature at which it hardens are important properties of cement paste. Cement composition affects the shrinkage of cement paste and concrete, however this impact could be considered as low. The exact relationship between the composition of cement and shrinkage is not yet established. It is widely recognized that hydraulic shrinkage is greater if concrete is made of cement with additives, especially if they have higher fineness of grind. Higher dosages of cement contribute to greater shrinkage, especially in the case of dosages higher than 400kg/m3 of concrete. Concretes made with higher water-cement factors have greater hydraulic shrinkage, which is associated with increased capillary porosity [11].

Concrete volume change during drying, in the period of hardening, is not equal to the volume of water evaporated. Evaporation of the so-called free water, which appears first, causes little or no shrinkage. With continuation of drying, absorbed water also begins to evaporate, causing the shrinkage of cement paste, i.e. of concrete. One of the important phenomena that has to be taken into account, when considering hydraulic shrinkage, is the fact that part of the total shrinkage, which occurs during the first drying is irreversible [12].

2. Experimental research

Six concrete mixes were made for the examination purposes, produced by pure Portland cement (CEM I 42.5 R by Holcim, density: 3120 kg/m^3, specific area: 3930 cm^2/g, compressive strength after 28 days: 61.2 MPa), lime as mineral filler (rock powder by Jelen do, density: 2710 kg/m^3) and fly ash (from coal-fired power plant Obrenovac, density: 2692 kg/m^3, content SiO_2: 53.84%). For each mineral filler three types of concrete were produced: using river aggregate only (all three fractions),

with fraction 8/16 from the recycled aggregate and with both coarse fractions (4/8 and 8/16) from the recycled aggregate. Sika Viscocrete 5380 was used as superplasticizer in order to improve workability of fresh concrete. Concrete mix design is presented in Table 1.

Table 1. Composition of concrete mixtures for 1 m^3

	EK	EP	50K	50P	100K	100P
cement	400	400	400	400	400	400
min.filler	120	120	120	120	120	120
Fraction 0/4	771	771	809	809	809	809
Fraction 4/8	306	306	306	306	306	306
Fraction 8/16	532	532	505	505	505	505
Water	170.8	192.6	182.8	214.2	193.1	222.8
Admixture	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94

The first mark of concrete mixture relates to the aggregate; E is the mixture only with river aggregate (benchmark), 50 means substitution of fraction by 8/16 recycled aggregate, and 100 means fractions 4/8 and 8/16 by recycled aggregate; the other mark is for the mineral filler: K – lime and P – fly ash. The purpose of design mixture was to achieve the same consistency - Slump-flow class SF2 (from 660-750 mm) according to the European guidelines for SCC which corresponds to everyday concrete use. The goal of the experiment was to examine influence of mineral fillers, combined with recycled aggregate on the properties of fresh and hardened concrete.

3. Shrinkage test results

The shrinkage tests were performed using deformeter with 25 cm gauge, on the samples 12x12x36 cm according to the SRPS U.M1.029.

The test samples, according to the standard, were kept in the molds for 24 h, and then in drinking water having temperature 20 ± 4 °C for the next 48 hours. After 72 h of producing the samples, samples were extracted from the water, wiped with damp cloth and exposed to conditioned thermohygrometric conditions. The air humidity was 70 ± 5 % and the temperature of 20 ± 4 °C was consistent, according to the standard for the structures and elements in the open areas. The first measure was taken 72 ± 0.5 h after producing the samples, and after 4 and 7 days. The further measures are performed every 7 days until the process is stabilized (Fig. 2.).

Fig. 2. Concrete shrinkage test

Table 2 presents the results of shrinkage test results after 4, 7, 14, 21, 28 and 35 days.

Table 2: Shrinkage test results in 10^{-3}mm/m

	EK	EP	50K	50P	100K	100P
4 days	19	50	35	20	13	36

7 days	105	100	148	80	73	85
14 days	209	157	271	143	184	188
21 days	253	234	319	213	243	252
28 days	256	355	392	224	268	291
35 days	267	376	396	321	281	316

4. Conclusions

- Two days after the producing the samples commenced shrinkage of the mixture using recycled fractions of 4/8 and 8/16 with limestone was the lowest. The highest compressive strength was achieved after 2 days.
- Seven days after finishing the samples the benchmark group had larger shrinkage than the mixtures with one or two coarse recycled fractions.
- Twentyeight days after the highest shrinkage is measured in the group of samples with the recycled fraction 8/16mm.
- According to this research and data collected no general conclusion could be drawn, nor a regularity can be observed to anticipate shrinkage of SCC depending on the mineral admixture or the type of aggregate. All Concrete Mixtures have to be tested separately.

Generally speaking, shrinkage (in total) is a process that initially takes place relatively fast in the course of time, but later, in a very long period of time, it decreases and by asymptote reaches a certain final value. Based on previous statements made in this point, it can be concluded that curing of fresh concrete using moistening (which is done by pouring water or in another appropriate manner) is very important to prevent early shrinkage. In this way, shrinkage cannot be avoided, but it can be postponed for a certain period of time. More precisely, it should be postponed until the moment when concrete reaches sufficient tensile strength and is able to receive tensile stresses caused by shrinkage, and to avoid the occurrence of cracks. It should also be said, that the postponement of the beginning of shrinkage almost does not affect the final value of shrinkage.

REFERENCES

[1] Craeye B. et al.: Effect of mineral filler type on autogenous shrinkage of Self compacting concrete; Cement and Concrete Research 40; 2010; pp. 908-913.

[2] Grdić Z: Tehnologija betona, Građevinsko – arhitektonski fakultet Niš, 2011.

[3] Guneyisi E, Gesogly M, Ozbay E: Strenght and drying shrinkage properties of self – compacting concrete incorporating multi – system blended mineral admixtures, Construction and Building materials 24; 2011; pp. 1878-1887.

[4] Despotović I: Svojstva i tehnologija samougrađujućeg betona sa posebnim osvrtom na mogućnost upotrebe recikliranog agregata za njegovo spravljanje, magistarski rad, Građevinsko – arhitektonski fakultet Niš, 2009

[5] Heirman G. et.al.: Time – dependent deformations of lime powder self – compacting concrete; Engineering Structures 30; 2008; pp.2945 - 2956.

[6] Leeman A., Lura P, Loser R: Shrinkage and creep of Self – compacting concrete – The influence of paste volume and binder composition, Construction and Building materials 25; 2011; pp. 2283 - 2289.

[7] Nazari A, Rialhi S: The effects of SiO2 nanoparticles on physical and mechanical properties of high strenght compacting concrete, Composites, Part B 42, 2011, pp. 570 - 578.

[8] Roziere E. et.al.: Influence of paste volume on shrinkage cracking and fracture properties of self-compacting concrete; Cement & Concrete Composites 29; 2007; pp. 626 – 636.

[9] Skarendahl Å, Petersson Ö. Self-compacting concrete, state-of-the-art report of RILEM technical committee 174-SCC. Bagneux: RILEM Publications SARL 2000.

[10] Valcuende M, Marco E, Parra C, Serna P: Influence of limestone filler and viscosity modifying admixture on the shrinkage of self – compacting concrete; Cement and Concrete Research 42; 2012; pp. 583-592.
[11] A.M. Neville, J.J. Brooks, "Concrete Technology", Revised Edition – 2001 Standards Update, Pearson Education Limited, Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM20 2JE, England, 2004.
[12] J. Newman, B.S. Choo, "Advanced Concrete Technology – Concrete Properties", Butterworth-Heinemann, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, 200 Wheeler Road, Burlington MA 01803, 2003.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of R.Serbia (Contract No. 451-03-137/2025-03/200108) and the Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo University of Kragujevac. This support is gratefully acknowledged.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

A DISCUSSION ABOUT POST-MILITARY HERITAGE AND DISSONANCE

Adelina Gabriela Lupu[1]

ABSTRACT:
Military events have significantly influenced the history of the world and that is why military heritage, in all its aspects, is considered important. Many of the key events that have shaped a country's history were caused by conflicts around the world and by factors related to national defense. Socialist military bases appeared in Romania at a time of transition from the democratic to the communist world and most of them were abandoned half a century later, also at a time of transition from communist to capitalist society. Their presence in the countries of the former Soviet Union was a controversial one: in some cases they represented an element of oppression. Therefore, their presence led to the birth of dual feelings, of dissonance, forcing the question: should those buildings be restored?

Keywords: post-military, architecture, dissonance, soviet architecture, brownfield, heritage

1. Introduction

[1] phd.arh. Adelina Gabriela Lupu, affiliation:University of Architecture and Urbanism “Ion Mincu”, str. Academiei nr. 18-20, 010014, Bucharest, Romania, ad3lina.lupu@yahoo.com

Following the end of the Cold War, military sites in Romania underwent significant downsizing due to the improvents of technological equipment that requires less physical space and a gradual transition to a more camouflaged architecture. As a consequence, a large number of military sites were enabled and are now usable for civilian purposes.

In the case of Romania, the military system was at a minimum before the 1850, as the territory was under the Ottoman Empire command. The lack of a proper military system meant a lack in the built environment, so with the establishment of a modern military system, the newly built country had scarce resources for building. Only after the First World War did building began to expand and meet the needs of it's soldiers, as factories for building materials were built, building reglementations were put in place and they had specialized personnel. But the majority of built military heritage is from the communist era, many were built for specialized purposes, many near bases for the border protection, factories for military buildings and even residential zones for bases at the pheriphery of towns [1]. So most post-military buildings and sites are buildings from the communist era. From a study made by FATE in 2010, most of these bases were not assimilated in civil administration, in a state of desintegration. Today those sites they still have an uncertain future, forming vast brownfields near or witin towns[2].

Brownfields are also a part of a city, a community and those sites should not be left unattended. For this purpose, the former military built environment needs to be studied and understood, especially for those constructions dated from the soviet regime. The fact that those buildings appeared in a time of political transition that for some was oppressive and that today the vast majority of these buildings are not in a good shape, it can diminish from the importance of a military building with the role of protecting it's country, making them undesirable.

2. The soviet military buildings

At the end of the 1940s, Europe faced a series of major changes due to the destruction of the built heritage by war, but also due to its division into two spheres of influence with the east under the influence of the USSR.

Even if the start of the Union, was represented of the vast majority of russian avant-garde, by the 1930 the new politically accepted aesthetic ideal became neoclassicism and eclecticism, a style clearly opposed to the futurist-constructivist language. The Russian avant-garde was destroyed politically, and the new style that developed did not appear organically, as a natural part of development, but was imposed by a totalitarian state. "The formal elements and linguistic criteria of classicism are reinterpreted in a new language with a symbolic character which, in turn, acquires new signifiers and meanings, which forces an ideological decoding. The finality is extra-artistic, extra-architectural, it is categorically political [3]". For easier manipulation of the masses, the Stalinist language oscillates between an eclectic-classical language and one with strong Russian national influences. The new style is immediately adopted by traditionalists, and architects who oppose it are either transformed into capitalist traitors or eliminated, so they see no other way than to conform. In 1932, the Union of Architects of the USSR was founded, and the basis was the doctrine of socialist realism, the former organizations or unions that promoted another type of ideology were abolished. The styles promoted in the West are seen as bourgeois styles that do not suit the "Soviet man" for whom Lunacharsky claimed that he needed columns[4]. Thus, in a totalitarian context, socialist realism emerged and was forcibly imposed and adopted in all countries of the Socialist Realist Union.

For the Soviets, art, culture itself represented nothing more than a propaganda tool: music, graphics, theater, etc. This fact is also due to the change in the addressee, who becomes the masses of the people for whom a strong nationalist character was especially needed. The Soviets' preferred method of propaganda was film, so cinemas were built in every civic center, be it a city or a colony. Specialized publications talk intensely about the "socialist man" and his needs for socialist constructions. Comparisons were also frequently made between socialist achievements and the past mistakes of other characters or the capitalist world. There always had to be a real, palpable enemy that man could imagine, demonize and conclude that their methods were the logical ones (if Stalin finds culprits in Lenin, Trotsky, he becomes the same later). But the best propaganda tool proved to

be through socialist realism in architecture. The product was not of a specific person, but of "everyone". Socialist Realism represented the end of the socialist revolution and the effective establishment of a totalitarian regime. Because it had to be an adaptable model in all member countries of the union, foreign to the Russian revolution, it was imposed with local nationalist influences, obviously those accepted by the party.

The architecture of socialist realism was supposed to be the greatest and most impressive architecture of all time [5]. Thus it became foreign to contemporary realities and tried to transform into a grandiose utopia. It is observed that some buildings are visibly taken from Western architecture: for example, the Lomosnov State University which was promoted as an architectural example to be taken from all socialist countries, had influences from the architecture of skyscrapers in the states. But these things were not presented to the public, everything from the outside was negative, and the Russians had to build something and elaborately decorated, even higher, even bigger, a deeply optimistic architecture, as Stalin said. The economic realities of the moment did not matter, but what mattered was obtaining a new, radiant, expressive, monumental and historical city. The new architecture was in fact a contradiction with the aspirations of a new, revolutionary world, addressed to the public, the proletariat. At the Congress of Architects in 1937, socialist realism was defined by what it should not be: a stale copy or a modern formalism, without simplistic primitivism or decorative excess. The architecture of the Greco-Roman world combined with the Russian Empire style was chosen as working models [6]. The Academy of Architecture of the USSR formulated these working models precisely because veracity was an important element that only the architecture of classicism could fulfill. And this classicizing architecture was emptied of significance and replaced with nationalist elements and Soviet symbols. These principles became the only ones approved by politics. Architecture, an instrument in the hands of the Soviets, had to excite, reflect new ideas and be directed towards the new socialist people, the beneficiaries of socialism.

The doctrine of Socialist Realism was supposed to be the same in all the countries of the Union, but it was under a centralized apparatus that controlled everything. From the point of view of the built product, it underwent local modifications, depending on the geographical position. In Romania, most architects were of modernist formation and Soviet ideologies were not yet assimilated or known, so initially a middle ground between the two styles was accepted. Such conditioning was also encountered in other countries in a different form, so although uniform in thinking, as a finished product, the architecture of socialist realism suffered various variations.

In the countries of Eastern Europe, the changes are not only due to the war, but also to the new socialist ideology. If in Russia or Ukraine this is an already familiar concept (starting in the 30s), the same cannot be said about Romania. Lenin began to spread ideologies in the Eastern European space only a few years before the end of the war. Depending on the geographical position, local influences, socialism took shape differently in each country [7].

As Irina Tulbure states in the book "Architecture and urbanism in Romania in the years 1944-1960", four periods of the evolution of architecture during the Stalinist period can be noted: 1944-1948 - the period of accommodation, 1948-1952 - rampant Stalinism, 1952-1956 - confusion - the loss of Stalin and the continuation of Stalinism without a very clear goal and a final stage: 1956-1960 - represented by de-Stalinization [8].

The Russians were faced with a built base in our country that was under development but partially destroyed by war, so there was an acute crisis of housing and especially of modern industries or a workforce qualified for exploitation. At the same time, Romanian architects either studied in Paris or were trained by professors who had studied abroad or under French professors who came to Bucharest, so they were mostly modernist or avant-garde [9].

In the Romanian territory, immediately after the war, where royalty is perceived positively, the Soviets first worked at the level of changing the mentality of the population. The class struggle, the bourgeoisie, the landowners, capitalism and democracy became the main enemies. The period immediately after the end of the war was a period of accommodation, in which architects, under the pretext of non-assimilation or lack of information, continued to design according to the principles in which they studied. Some of the investments already started before the war were resumed. After 1945,

several important buildings were completed (the Banloc office block, the CFR Palace, etc.) which were built in different styles: modernism, neoclassical to classicizing modernism [10].

At the same time, functionalist ideologies began to circulate among newly graduated architects. In the field of cheap housing, modernist, experimental housing appeared. Public competitions were held and workers' ensembles were built from blocks oriented along the sun axis (the Ferentari ensemble 1945-1947). Others continued the old subdivisions such as Șerban-Vodă or Drumul Sării, in Brașov a neighborhood based on the garden city model was proposed with small blocks scattered in a large green space (the Steagul Roșu neighborhood), and in Hunedoara single-family homes appeared. However, once Soviet ideologies became increasingly familiar, the political field became increasingly totalitarian. Architects were brought together under a single formation, intended to become a propaganda tool.

It was only from 1951 that it can be said that architecture began to use the concepts of socialist realism. In 1948, the PSD and the PCdR united under the single party PMR under the leadership of Gheorghe Gheorghiu-Dej. The Romanian economy became a Soviet economy, which entailed its nationalization, planning and centralization. Annual economic plans with a normative character appeared, which also included sanctions. These represented a mechanism for controlling the population. With the first state plan in 1949, the period of Stalinist totalitarianism began. The policy began to impose itself in all fields, including architecture; in 1951, the design societies were abolished, to be all united in 1952 under the Union of Architects. The Soviets turned their attention to the country's industry, which had to be exploited for Russian benefit: the construction of SOVROMs began, which were nothing more than factories and plants directly subordinated to the Soviets [11]. Here, they worked at first with Soviet experts, and later according to standard plans. If in the field of architecture they used local specialists whom they later converted, in other fields they faced a shortage given by the elimination of those with democratic ideals or those from bourgeois families. This shortage was perhaps more beneficial for the Soviets because they brought their own people directly. In the case of the aviation field, the personnel provided was tiny and had to be trained for the new Soviet technologies, so until 1956-1958, training troops were stationed in our country [12].

But if the specialists could be imported together with the standard plans, the working method was different from the achievements of that period in the developed countries of the USSR. In Moscow or Warsaw, they were already working with precast concrete, but in the Romanian space, the country's economy does not have the financial means to purchase such materials, including brick, which is insufficient due to the very high demand. But it must be built for the new ideals that came with the Soviets, for the development of the economy . Many factories were built with a small colony of workers, cities were built from scratch (Victoria City) and even if they did not make it public, they continued to use the studies that were carried out in the interwar period: for example, the systematization of Bucharest was carried out after the studies of 1934 [13].

During the period 1948-1948, the Soviet Union was concerned with asserting itself as an exemplary and all-powerful model for the newly annexed territories. An important instrument was the Soviet troops sent to station in the new regions. Their role was to maintain control during the transition period from one political system to another and to train the Romanian military troops in Soviet doctrine, but also from a technical point of view. Because they were to become the instrument of control, they had to ensure a quality of life for them according to the principles of any other colony. The "Soviet soldier" had to have the same privileges as the "Soviet man". Immediately after the end of the war, they began recruiting, educating and training them. And in parallel, they began to build new military units or modernize existing ones. The army is an environment in which political doctrine is learned regardless of the regime, without contestation. Those who do so are immediately removed, especially in an authoritarian regime like the Soviet one. The army was one of the environments in which Stalinism penetrated the fastest and easiest. Future soldiers were trained directly by Soviet specialists, thus Stalin's ideals and ideologies were best transmitted.

Initially, the buildings specific to the respective base were built, depending on its type: naval, land or air. At first, the soldiers lived in barracks, and shortly after, the housing was also completed.

But these especially had to be shaped according to their needs and beliefs. The military bases had their colonies with a central area and the army house. Here, the military cadres together with their families came to watch Soviet films, to relax. Soon, the respective colony operated independently, with its own infrastructure, heating, sewage, water, shops, army house, housing, administrative buildings. Unlike the conditions in rural and even urban areas, the army facilities had to appear modern, superior.

In the period 1948-1952, the first military bases were built by the Soviet forces. The needs were great, but materials, technology or qualified people were few. As a result, standard projects imported from the Union were used, with their specialists. The projects used and the construction method - brick masonry walls - are noticeable as being after the typical projects of the 1940s. At the same time, the architecture of the military colonies had to express the power, the importance of the new doctrine, and how else could they express this better than through monumentality. The buildings, whether working or residential, the spaces between them, were all designed on a monumental, imposing scale. Unfortunately, today the imposing, monumental effect has become desolate.

More than 30 years after the fall of communism and the restructuring of the army, many military bases have been closed. Many of the colonies have been partially or completely abandoned, especially the administrative buildings, specific to the activities of the army, have remained abandoned. After their dissolution, they were transferred to the civilian circuit, but according to a study conducted in the period 2009-2010 [14], the transfer documents contain information only related to the land area and there is no inventory of the transferred assets. One reason for this is the authorities disinterest in heritage assets.

3. Opposing perspectives

Valuable military sites are part of the cultural heritage and these may include: sites, buildings or objects monuments, groups of buildings, landscapes, structures, commemorative monuments or rituals/traditions. The conservation of military heritage helps us to understand important ideals and traditions of society. Each country is unique in terms of its military heritage. The military architectural heritage, which is quite neglected, must be treated and protected as an important heritage, by ensuring the viability of the cultural heritage, including the identification, documentation, research, conservation, protection, promotion, enhancement, transmission, especially through formal and non-formal education, as well as the revitalization of various aspects of this heritage. There is a great need to increase interest in the integrated conservation of tangible resources and intangible values of military heritage sites due to its specific character [15].

There is an understandable controversy regarding military heritage, which can be called a "dissonant heritage" for the less pleasant memories it evokes for individuals or a community, and thus feelings can be of confusion, denial. The military world is directly linked to war, crimes, restrictions, on the other hand these have influenced society and led to technological advances, to the formation of today's society [16]. The Soviet military buildings are also heritage. Due to the historical period not very distant from the dissolution of the Soviet Union, people who suffered directly as a result of the Soviets' actions are still alive and although the former member countries have been restored to political and economic independence, the influences of the former regime are still felt, as if a total liberation has not yet occurred. Some researchers, such as Wessel van Vliet, characterize military heritage as a dissonant heritage. He argues that the mere fact that a past is undesirable does not erase its memories or traces. Whether the past is rejected, cared for or ignored, the past is omnipresent [17].

Due to cultural, economic and geographical past, the issue of reusing military sites can have a positive impact on the future evolution of a community. In an interview with “The Guardian”, the DGT architecs stated in relation to the location of the National Museum of Estonia on a former air base that the museum could be mature enough to overcome the trauma [18].

Following the Second World War, Europe was divided in two: the countries of the Eastern half entered the political sphere of the U.S.S.R. They were occupied by Soviet military troops and numerous military bases were built or pre-existing ones were modified for the new needs of the “Soviet soldier”. Military bases were built with functions that exceed the specific needs of military

activities, for example, they built accommodation units for military personnel, an infirmary, an army house, shops, playgrounds for children. The newly built military bases are a complex, autonomous community that can function regardless of its location on the outskirts of a city or in an isolated area.

For the Soviets, the army was an important tool for maintaining order and control in the many countries it occupied. Most of the resources from industry were redirected to the army [19]. In some areas considered of strategic importance, numerous military bases were built, some with secret locations, in order to have better coverage of the borders with other non-member states, especially the democratic ones (for example: the coast of the Baltic countries). Some helped to develop local communities, including by forming a new identity (also at the local level), as in the case of the city of Ianca aIrfield, which through the positive economic development generated by the presence of the military aviation base. Over time, the standard of living increased, a favorable framework was created for the development of the industrial area and in 1989 the village was granted city status. After the fall of the Iron Curtain and the end of the Cold War, Soviet troops withdrew from the occupied countries and many of the military bases around the world were restructured, especially in the former socialist countries. A good part of them remained abandoned and with them brought the economic, social, demographic decline of the communities they were part of. The military restructuring process was a slower one that lasted until the 2000s, the main factor besides the fall of communism was NATO integration. Although there is a NATO convention on the conversion of military sites for civilian use, few such interventions have been carried out. In addition to the reasons described above, the process of transferring ownership from the Ministry of Defense to local administrations is slow and cumbersome. On the other hand, the lack of funds or local strategies for urban development is an obstacle to the regeneration of these sites.

A restructuring of Soviet military bases had been planned since 1987 following the Warsaw Pact, but shortly after the U.S.S.R. dissolved, the Cold War ended and a massive restructuring of military bases took place not only in the former Soviet space, the phenomenon also occurred in the United States [20]. Studies and urban regeneration of former military bases occurred in Western Europe, USA etc. Immediately after the bases in USA became inactive in the 1990s, they began to consider the problem of their reintegration into the economic and social circuit of the communities. They also developed manuals for the conversion of these areas into the civilian circuit, created programs for the conversion of former bases into functions accessible to civilians, and attracted sponsors and programs that would involve not only local authorities, but also the population in the area. Their goal was less related to military heritage, but rather a socio-economic one, of urban revitalization. In contrast, in the Western European part, urban revitalization programs of post-military sites also consider their tourist potential, so here the potential of military heritage has more priority. An example is the naval military heritage of Malta, which has become an economic source from a tourist point of view, which helps to perpetuate local identity.

The military heritage of the 20th century in Central and Eastern Europe is much less studied and appropriated at the local level, as evidenced by the studies found on the Internet. One reason for the current state is the context in which these spaces appeared. Most military bases appeared immediately after the Soviet occupation was established in that country, in some they appeared during World War II, in others immediately after. Soviet troops settled in all occupied territories and were stationed for different periods depending on the political and geographical situation of the country. In countries that were on the border of the Union, such as Estonia or Hungary [21], militarization was more pronounced and the occupation was longer. However, certain data on the departure of Soviets from various military units are only partially public and on certain locations. Therefore, their forced appearance, the oppression exercised on the population by the communist regime, led to the birth of dual feelings, which can be unpleasant and which led some researchers to attribute the term “dissonant heritage” to this type of heritage. Another reason why former Soviet military sites have not captured much attention from the government or local communities is their positioning on the edge or outside urban areas.

The former communist military sites in Romania in particular, represent a legacy with a precarious character, the disinterest at the level of local administrations is quite high. The

rehabilitation of an abandoned area can be understood as re-habitation, re-taking so that the safety of the respective space is improved, the buildings are improved, the area is reintroduced into the functional circuit [22]. More precisely, it is about urban regeneration, because in most cases, former military sites from the communist period, like industrial sites, have benefited from a fairly large area of development, which requires a comprehensive vision and actions, studies and an extensive social and economic analysis that leads to a visible improvement in living conditions, economic or social [23]. Therefore, even areas that were once military colonies need urban regeneration, especially in areas where the community directly depended on them. Through urban regeneration of former Soviet military bases, they can once again become an economic, social and cultural engine, diversifying the functions in a given area, avoiding the communist example of cities or communities dependent only on a certain type of production or economic sector. Post-military bases belonged to the air, naval or land forces and can attract various investments, in some cases we can even talk about a reactivation of the former functions in the civilian sector.

4. Conclusion

In Romania the situation of post-military sites is quite precarious. The non-transparent attitude of public authorities has transformed these areas into unattractive spaces for investment. As in the case of industrial heritage, within large cities for some investors the land is more important for real estate interests. Some sites were purchased by private owners for such interests, but following the financial crisis the market stagnated and most of them were only demolished, their status being even more precarious now. On the other hand, the lack of funds and investments at the local or county level is another element that prevents their valorization, few local administrations have allowed themselves to provide security and surveillance of the sites to prevent possible vandalism. Other lands require decontamination works [24]. At the level of local administrations, there is no guide or procedure for evaluating the heritage from former military bases. One reason for the current state of post-military heritage is the lack of education oriented towards caring for a heritage – "as a delayed effect of the centralized economic system, but also of the negligence and absence of the education component in the spirit of preserving and valorizing any objective by public authorities, local communities, as well as by each individual. The precarious state of these buildings and the desolate effect that they impose on the surroundings, as a consequence of years of negligence, it makes the question of the further need of these building seem reasonable. A built environment that started on an imposed shift of political system, more restrictive and which was not taken care of for almost two decades is vulnerable to these perception. It is imperative that more research should be done when working on these sites/buildings. Some were oppressing, some don't have any particular architectural value and are in an unsable state, but some were once a drive for the community or town it belonged, some have important traces of history.

REFERENCIES

[1] TÂRZIORU, Mircea, PĂDUREANU, Simion, Istoria construcțiilor și domeniilor militare, Ed. Militară, 1995

[2] BARA, Simona, ANTAL,Alexandra, BARBU ,Mariana– „Patrimoniul provenit din fostele baze militare trecute în circuit civil între realitate şi uitare", ed. INCD URBAN-INCERC, 2010

[3] VASILESCU, Sorin, Arhitectura Rusiei staliniste, ed. Fundația Arhitext design , 2014

[4] VASILESCU, Sorin, Arhitectura Rusiei staliniste, ed. Fundația Arhitext design , 2014

[5] VASILESCU, Sorin, Arhitectura Rusiei staliniste, ed. Fundația Arhitext design , 2014

[6] VASILESCU, Sorin, Arhitectura Rusiei staliniste, ed. Fundația Arhitext design , 2014

[7] TULBURE ,Irina, Arhitectură și urbanism în România anilor 1944-1960 : constrângere și experiment, Ed.Simetria, 2016

[8] TULBURE ,Irina, Arhitectură și urbanism în România anilor 1944-1960 : constrângere și experiment, Ed.Simetria, 2016

[9] ZAHARIADE,Ana,Maria CRITICOS,Mihaela – Micul Pari- Art Deco sau modernismul bine temperat / Art Deco or the Well-Tempered Modernism, Ed. Simetria, Bucureşti, 2009
[10] CANTACUZINO,G.M ”Despre o estetica a reconstrucției” Ed.Paideia, 2010
[11] Arhitectura și urbanism, year III, nr 1-2, 1952
[12] OPRIȘ,Petre,1958.Plecarea armatei sovietice din România – între mit şi realitate, ed. Art-emis
[13] TULBURE ,Irina, Arhitectură și urbanism în România anilor 1944-1960 : constrângere și experiment, Ed.Simetria, 2016
[14] BARA, Simona, ANTAL,Alexandra, BARBU ,Mariana– „Patrimoniul provenit din fostele baze militare trecute în circuit civil între realitate şi uitare”, ed. INCD URBAN-INCERC, 2010
[15] KLUPSZ, Lidia, The spirit of the military heritage places,Quebec, ICOMOS, 2008
[16] VENTER, Dewald, Examining military heritage tourism as a niche tourism market in the South African context, African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure, Volume 6, 2017
[17] WESSEL, van Villet, The future of relics from a military past, University of Groningen, 2016
[18] MOORE, Rowan, „Estonian national museum review – touching and revealing, The Guardian, published in 2017 available:https://www.theguardian.com/artanddesign/2017/jan/01/estonia-national-museum-review-touching-and-revealing-dgt-dorell
[19] ARMES, Keith, Conversion of Soviet Military Industry: An Interview with Igor Birman, Boston University, 1990 „Perspective. A Soviet economist recently stated that 60 percent of all machinery produced by the machine-building industry went to arms plants. Would you agree? Birman. Because of the completely artificial Soviet prices, nobody knows. But it would certainly be fair to say that it is the majority, 55-75 percent of all production. The Soviet government is still not giving full information on military expenditures to the Soviet people.(...) As recently as the end of September, even the Presidential Council was given absurd figures on arms production.”
[20] CONVINGTON, Stephen R., NATO and Soviet Military Doctrine, TheWashington Quarterly,2010
[21] KÁDÁR, Kriszta,The rehabilitation of former Soviet military sites in Hungary, Hungarian Geographical Bulletin 63 (4) ,2014
[22] LAKATOS, Eugen Andrei, Conversia în context. Despre regenerarea spațiilor industriale, Ed. Fundației Arhitext design, București, 2017, p 21
[23] LAKATOS, Eugen Andrei, Conversia în context. Despre regenerarea spațiilor industriale, Ed. Fundației Arhitext design, București, 2017
[24] FSCHANGE ,Manuela, CLAROTTO Lavinia, SFILIGOJ, Antonio, SILVERA, Francesca , PETRISOR, Alexandru-Ionuţ,MEITA,Vasile,SIMION-MELINTE,Cezar-Petre,From Army to Entrepreneurship: Spatial planning implications, ed. INCD URBAN-INCERC, 2010

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

FLEXURAL STRENGTH CAPACITY OF THE CONCRETE BEAMS FABRICATED WITH STEEL FIBER REINFORCEMENT

Adrijana Savic[1], Iva Despotovic[2], James Story[3], Servando Pastor Izara[4]

ABSTRACT:

Steel Fiber Reinforcement is used to improve durability and toughness in concrete. Using steel fiber in production of concrete could eliminate the need for steel reinforcing and has potential to reduce CO 2 , which is important for producing environmentally friendly concrete. Cracking and fracturing under dynamic load could be prevented with enhancing the durability of concrete.

Flexural Strength Capacity of Concrete depends on different variables, such as concrete mixture, compressive strength, cracking, etc. Traditional concrete has flexural strength of 400-700psi (2.76MPa-4.83 MPa) determined using a 3-point bending test, simulating the loading of the vehicle on the slab. The goal of this project is to produce high quality concrete mixture which could be resistant to dynamic loads. This work presents current progress toward developing concrete mixture design resistant to dynamic loads, which is important for pavement design. A 3-point bending test will be utilized at Kennesaw State University in order to determine the difference between the flexural strength capacity of reinforced concrete and flexural strength capacity of concrete fabricated using Fiber Glass Rebars. Concrete beams with square cross section 6in x 6in and 5ft (15cm x 15cm x 1.67m) length will be cast at Kennesaw State University using the same concrete mixture design and different type of rebars. Deflection of the beams will be measured using dial indicator.

Keywords: steel fiber, concrete mix, flexural strength capacity, concrete beams

[1] Adrijana Savic, Assistant Teaching Professor, Kennesaw State University, USA asavic@kennesaw.edu
[2] Iva Despotovic, Associate Professor, Faculty of Mechanical and Civil Engineering in Kraljevo, University of Kragujevac, Serbia, despotovic.i@mfkv.kg.ac.rs
[3] James Story, Student, Kennesaw State University, USA, jstory18@students.kennesaw.edu
[4] Servando Pastor Izara, Student, Kennesaw State University, USA, spastor@students.kennesaw.edu

1. Introduction

Fiber Reinforced Plastic was widely used in industry last two decades as a replacement of steel rebars. With the Modulus of elasticity approximately 42 GPa (6200 ksi) it is expected that amount of steel is reduced which led to decreasing the cost of the concrete design. According to the previous investigation the design of FRP concrete beams is governed by serviceability limit state [1]. Arivalagn [2] was investigating the stainless-steel, GFRP, and conventional steel bars in simply supported concrete beams. According to this research GFRP-RC beams lost their stiffness at a faster rate when concrete cracked in comparison to those beams produced with steel rebars. This is due to the low modulus of elasticity of the GFRP bars. Mousavi et al [3] were focused on investigation the deflection of the beams fabricated with GFRP claiming that low Modulus of Elasticity was the main factor which affects the behavior of GFRP concrete beams. The modulus of elasticity of GFRP adversely affect the shear resistance by widening cracks resulting in a greater rotation of the diagonal principal compression strut [4] consequently decreasing the efficiency of shear reinforcement.

This paper was focused on the investigation of flexural strength capacity of the concrete beams produced with different variables using 3-point bend test according to ASTM C78. Current research by the authors is attempting to understand the effect of fiberglass rebar, Master Fiber M100, concrete mixture produced with angular Granite) aggregate, and the compressive strength of concrete on the flexural strength capacity (modulus of rupture) of concrete beams. All beams had the same cross section 6 in by 6 in (15cm x 15cm) and the length of 5ft (1.57m). The measured values of compressive strengths were determined by testing 4 in diameter x 8 in long compression strength cylinders.

2. Material

Type I cement was used for this concrete design. Granite was used as aggregate with 100% passing the 3/8 in (0.95cm) sieve as shown in Figure 1. A locally available natural silica sand was also used for this research. Prior to the casting operation, all the material was dried in an oven to gain consistency in mixture proportions. The aggregates were dried in an oven at 200 deg Fahrenheit for approximately 24 hours to ensure the moisture content was zero. After drying, the aggregates were then stored in a dry storage container until they were used for batching. Two hours before the mixing operation, the materials were weighed and stored in buckets located in a temperature-controlled room until the concrete was batched. This procedure ensured consistency in batch temperature and almost the same slump for all mixes. [6] [7]. To achieve the desired concrete slump with low water/cementitious (w/c) ratio CX Water Reducer was used for these tests. MasterFiber M100, a monofiliament microsynthetic fiber, is used in concrete to reduce plastic shrinkage cracking, transform macrocracks into micro-cracks to decrease plastic settlement and lower concrete permeability [8]. For this study consistent concrete mixture with 0.32 water to cement ratio was used. Slump at the time of specimen casting was 6.3 in (16cm), and the slump was measured prior to each casting operation.

Fig. 1. Granite Aggregate

Table 1. Concrete Mix Design

Concrete Mix	
Material	Weight lbs/yd^3 (kg/m^3)
Cement	813.8 (482.8)
Water	260.4 (154.5)
Crushed Granite	1447 (858.5)
Sand	1447 (858.5)
HRWR	81 fl.oz/yd^3 38.8ml/m^3

Table 1 shows the material and weight of the concrete mix.

3. Methodology

The two prisms with the same cross sections were cast simultaneously. Both prisms had square cross sections with dimensions of 6in by 6in 15x15cm) having different type of rebars as shown in Figure 2. The length of each beam was 5ft (1.57m). First beam was produced using standard steel rebar #4 and the second beam had FRP (Fiber Reinforced Plastic) rebar.

Fig. 2. Typical Cross Section a) Section with Fiberglass #4 b) Section with Steel Rebar #4

Concrete was placed in the two 1.5in (3.8cm) edge distance in the wooden form and consolidated using a flexible-shaft internal vibrator with a 1in (2.54cm) diameter head as shown in Figure 3. After casting was completed, the concrete prism specimens were covered with a poly tarp to retain the internally generated heat and increase the strength-gaining rate of the concrete. When concrete reached 4500 psi (31MPa) compressive strength concrete beams were tested.

The desired strength of 4500 psi (31MPa) was reached after seven days.

In order to determine the flexural properties of the materials used to fabricate concrete beams a load at the center of the beam supported at two points was applied gradually as shown in Figure 4. The width of the beam was w=6in (15cm), height d=6in (15cm) and the length of the beam was g=5ft (1.57m). Mitutoyo digital indicator was used for measuring the deflection of the beams.

Concrete beams produced with different type of rebars were placed in steel frames as shown in Figure 5 and then were tested using Forney compressive testing machine. The beams were tested until significant cracks occurred. Force were gradually increased from 500lbs (2224N) to 4400lbs (19.6kN) in the beam having Fiberglass as reinforcement. Beam having Steel Rebar as reinforcement was subjected to force which gradually increased from 350lbs (1557N) to 3000lbs (13.3kN).

Fig. 3 Concrete Consolidation

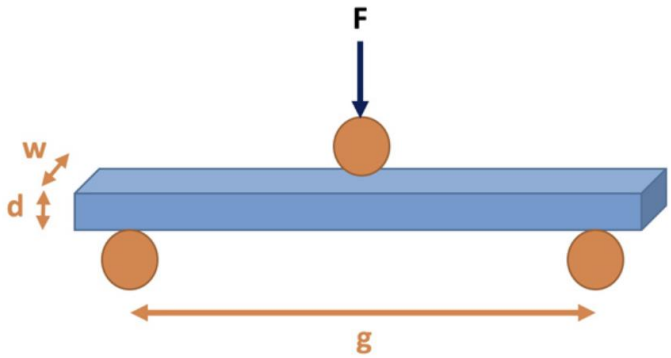


Fig. 4 Concrete Beam Setup

Fig. 5 Steel Frame with 2 supports

Fig. 6 Forney Compressive Testing Machine

4. Results

For this experimental research two different wire types were investigated. First wire type was Fiberglass #4 rebar, and the second Steel Rebar Reinforcement #4. Concrete Mixture having angular aggregate and MicroFiber M100 was investigated on the beam having 1.5in (3.8cm) edge distance. Three point flexural tests were performed in order to understand influence of concrete mixture and type of rebar on Modulus of Rupture. Beams were subjected to load at the center which was gradually increased. Test was done when significant cracks appeared. Figures 7 and 8 show Force-deflection diagrams.

Table 2. P-δ values

Fiberglass	
P (lbs) (kN)	δ (in) (cm)
460 (2.05)	0.041 (0.10)
960 (4.27)	0.183 (0.46)
1200 (5.34)	0.240 (0.61)
1500 (6.67)	0.299 (0.76)
2000 (8.89)	0.451 (1.14)
2500 (11.12)	0.552 (1.40)
3000 (13.34)	0.562 (1.43)
3500 (15.57)	0.569 (1.44)
4000 (17.79)	0.565 (1.44)
4400 (19.57)	0.548 (1.39)

Table 3. P-δ values

Fiberglass	
P (lbs) (kN)	δ (in) (cm)
350 (1.56)	0.045 (0.11)
730 (3.25)	0.177 (0.45)
1000 (4.45)	0.216 (0.55)
1500 (6.67)	0.284 (0.72)
2000 (8.90)	0.389 (0.99)
2500 (11.12)	0.497 (1.26)
3000 (13.34)	0.606 (1.54)

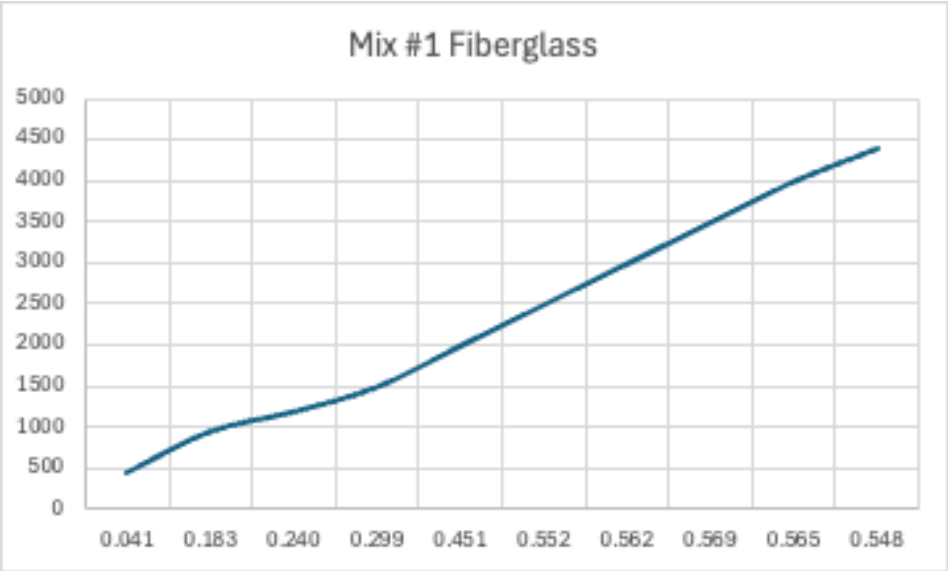


Fig. 7 Force-Deflection Diagram (Beam with Fiberglass)

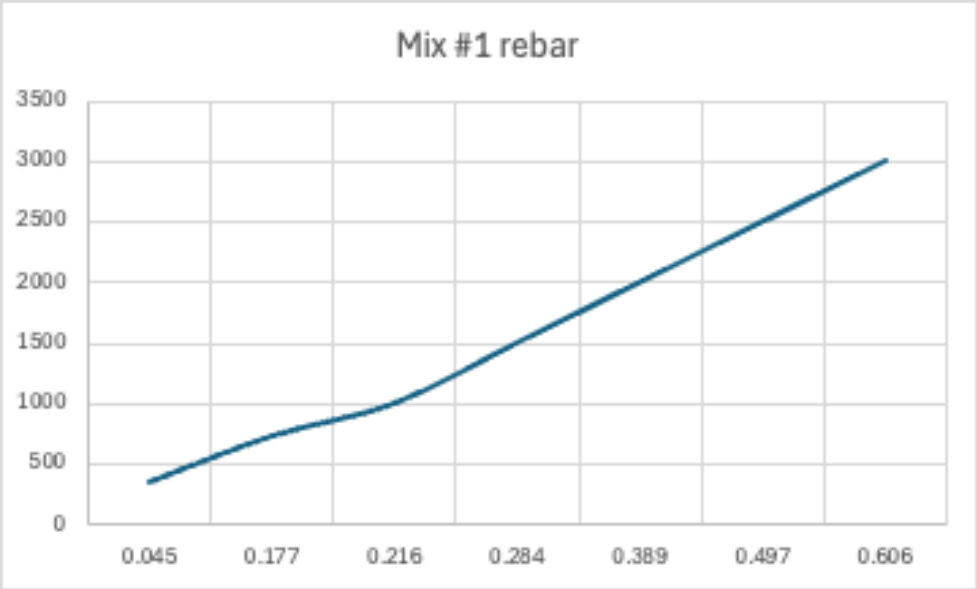


Fig. 8 Force-Deflection Diagram (Beam with Steel Rebar)

5. Conclusions and Recommendations

Based on the results of this study, the following conclusions are drawn:

- Beam fabricated with Fiberglass demonstrated good performance with maximum deflection of 0.548 under the load of 4400lbs (19.57kN). Theoretical value of maximum deflection for concrete beams having 4500psi (31MPa) compressive strength is 0.575in (1.46cm).
- Beam produced with Steel Rebar was subjected to maximum force of 3000psi (20.7MPa) and had deflection of 0.606in (1.54cm).
- Flexural Strength was calculated to be 1833psi (12.6MPa) for the beam produced with Fiberglass and 417psi (2.87MPa) for the beam using Steel Rebar as reinforcement.
- Based on this research Fiberglass as reinforcement, angular aggregate in concrete mixture along with Microfiber M100 improved Flexural strength of concrete more than four times.

REFERENCES

[1] Amr El-Nemr, Ehab A. Ahmed, Adel El-Safty, Brahim Benmokrane:„Evaluation of the flexural strength and serviceability of concrete beams reinforced with different types of GFRP bars“, Engineering Structures, Volume 173, 2018, Pages 606-619, ISSN 0141-0296, https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.06.089

[2] S. Arivalagan: “Engineering performance of concrete beams reinforced with GFRP bars and stainless steel”, Struct Eng, Glob J Inc. 2012

[3] A. Mousavi: “Bond Performance of GFRP Reinforcing Bars under Uniform or Gradient Temperature Distributions”, Journal of Composites for Construction 25(6):04021056, November 2021 DOI: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0001169

[4] Shamim A. Sheikh, Zahra Kharal: “Replacement of steel with GFRP for sustainable reinforced concrete”, Construction and Building Materials,Volume 160, 2018, Pages 767-774, ISSN 0950-0618, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.141

[5] ASTM C78/C78M-22 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading), ASTM Volume 04.02, October 2024

[6] Savic Adrijana: "Developing a prism qualification test to ensure adequate splitting resistance in pretensioned concrete railroad ties." PhD diss., 2019.

[7] Savic Adrijana, Robert J. Peterman: "Influence of granite aggregate on longitudinal splitting in prestressed concrete members.", 7th International Conference on Road and Rail Infrastructure, 2024.

[8] MasterFiber M100 Tehnical Data Sheets. https://master-builders-solutions.com/en-us/products/masterfiber/masterfiber-m-100/

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ABANDONED INDUSTRIAL SPACES - A MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR THEIR USE IN EMERGENCY SITUATIONS

Ruxandra Vașcovici[1]

ABSTRACT:

In light of recent developments in architectural practice, architects find themselves in a position to transform existing buildings into 'social tools' to respond to the needs of vulnerable communities. Concepts such as sustainability and crisis mitigation are part of an emerging discourse capable of producing transformations in the social landscape. At the same time, pandemics and wars have demonstrated the need for a paradigm shift in architecture, calling for a reassessment of the ways in which pressing issues are addressed. Based on the premise that human emergencies impose complex spatial challenges, the article explores the potential of adaptive reuse of industrial buildings in emergency situations, offering a creative response to contemporary spatial needs. In order to achieve this objective, the article proposes, on the basis of a multi-criteria analysis, a series of spatial requirements in emergency situations, attempting to reposition industrial heritage in the new perspective of pragmatic good use.

Keywords: industrial heritage, community, flexibility, adaptive reuse, spatial crisis.

[1] Ruxandra Vașcovici PhD. arch., “Ion Mincu” University of Architecture and Urban planning, vascovici.ruxandra@gmail.com

1. Introduction.

The widely endorsed claim that "the most sustainable buildings are the ones that already exist" [1], though supported by experts in sustainability and sustainable development, has yet to gain meaningful traction beyond professional and academic circles. Meanwhile, local industrial heritage remains in a state of deepening crisis, worsened by misuse, indifference, and neglect. Despite the cultural and economic value many industrial buildings hold, they are often overlooked—dismissed due to lingering preconceptions or sidelined by economic pressures that hinder fair recognition [2]. The public perception of abandoned factories is heavily shaped by their association with former political regimes, propaganda, deindustrialization, and the hardships of those eras [3], all of which strongly influence decisions around preservation or demolition. In regions marked by abrupt socio-economic transitions, the degradation of industrial heritage has become especially severe. In other words, while the disappearance of industrial heritage is a global concern, it becomes particularly acute in contexts of unresolved historical and economic transformation.

On the one hand, under the temptation of valuable, generous and accessible land, many disused industrial sites are being demolished to make way for apartment blocks and commercial premises so coveted by real estate developers. In the absence of a strategy for the conservation of disused industrial heritage, more and more industrial sites of architectural value are disappearing, falling victim to inertia, ignorance and lack of interest on the part of the owners and the authorities [4]. On the other hand, the favorable positioning of industrial sites due to the extension of urban boundaries over time can generate new functions vital to the community, with the preservation of the industrial heritage that generates identity and belonging. Old, industrial buildings help people to structure, understand and memorize the amorphous flow of reality and ultimately to recognize and remember who they are [5]. Therefore, what is done with heritage buildings and how they are intervened upon is more relevant in the discourse of social significance than buildings per se [6]. A change in the way we think about and relate to these vast industrial estates, with their undeniable architectural value in terms of their construction and use, is imperative in the context of the current global crisis, dominated by an acute need for space. A space whose necessity should not lead to the eradication of destructured or vulnerable areas, but should perpetuate a sense of community belonging at the collective level. Through their typology, abandoned industrial buildings can be a response to the spatial, functional, social and affective problems linked to human emergencies.

Thus, this paper conducts a multi-criterial and comparative study of the architectural features that determine the viability of abandoned industrial buildings to be used in specific emergency situations. Arguments in favor of the adaptive reuse of disused industrial background include the degree of structural strength, the low costs of rendering safe and the central location of the buildings, which makes them particularly accessible in an urban context. It also discusses the spatial flexibility of industrial buildings, which allows their efficient adaptation in crisis situations. In essence, the article demonstrates, through multi-criteria analysis, the capacity of industrial buildings to be a valuable spatial resource in disaster management, offering simple and pragmatic solutions that respond to the needs of affected communities.

2. Methodology

The multidisciplinary nature of the article imposes a methodological diversity. The spatial problems of emergency situations and the spatial potential of industrial buildings are addressed through a typological study, as a first step towards drawing conclusions on the viability of using the industrial built environment to mitigate human emergencies. Thus, criterial analysis plays a determining role. The comparative method is also approached in the process of identifying the spatial requirements generated by human emergencies. Due to the complexity of the subject, hermeneutic research methods are also used, as managing emergencies in an existing building by analyzing the interior spatial layout and how it facilitates or hinders social interactions, movement and activities requires a hermeneutic approach.

3. Spatial requirements in emergencies – a multi-criteria analysis

3.1. New versus old buildings

The trend to reuse abandoned industrial buildings has grown due to the considerable advantages compared to constructing new buildings. Factors such as commercial development, technological advances and the need to conserve resources have contributed to this paradigm shift. The lack of available land in central urban areas has also made the rehabilitation and functional conversion of industrial buildings viable solutions. This shift is also in line with growing global efforts to conserve resources and promote sustainability and sustainable development, in contrast to previous policies where massive demolitions have been a significant part of the past [7]. In many regions, industrial heritage—shaped by favorable geographical conditions and historical-political factors that once encouraged the growth of extractive and production infrastructure—includes buildings located in prime urban areas, presenting strong opportunities for sustainable reuse. Although redevelopment is frequently hindered by legal and administrative barriers that deter private investment, these sites remain functionally valuable, offering both economic and social benefits through their rapid adaptability and relatively low conversion costs [8].

In addition, capitalizing on existing industrial stock in emergency situations, such as humanitarian or health crises, brings numerous advantages. Due to their durable, even anti-fragile, character and the robust materials from which they are constructed, industrial buildings can be adapted to provide temporary shelters, medical facilities or aid distribution centers. Their large, open spaces allow for flexible compartmentalization, and their central location guarantees increased accessibility for both the affected population and emergency teams. These buildings not only reduce the cost and time needed to construct new buildings, but also help to maintain community cohesion and support mental recovery from collective trauma.

Aesthetic and historical factors play an important role in the choice to reuse these buildings rather than construct new ones. The uniqueness of the industrial architecture and the authenticity of the deteriorated facades provide a sense of identity and belonging to those who use these spaces [9] and help them to overcome the difficult moments associated with human emergencies. These qualities are essential for supporting the mental health of people affected by emergencies, turning industrial buildings into valuable resources. Individuals can identify with the spaces that temporarily house them, easing the transition to normality. Spending time in a specially designed emergency environment can reduce negative emotional impact through the environmental value of the space. In the case of industrial buildings, beneficial effects such as a sense of freedom, community, identity and authenticity argue for the use of existing industrial building stock rather than new buildings.

3.2. Location and accessibility in urban areas

Old industrial buildings bear witness to the process of industrialization and have contributed significantly to urban development. Originally built close to natural resources and markets, these buildings have evolved from peripheral structures to central landmarks in the urban fabric [10], adding identity value to the mental map of communities. They are identified and recognized by the collectivity, structuring spatial orientation and determining affective relationships [11]. The siting of industrial buildings is a crucial aspect in the decision making process for interventions on industrial heritage. These buildings are not isolated constructions, but integral components of the urban landscape, and their demolition could lead to the erosion of the identity and specificity of the area.

Thus, the central location of heritage industrial buildings is a major advantage, which translates into increased accessibility within the urban territory. In the event of an emergency situation, adapted industrial buildings, complexes and sites can accommodate a variety of related functions to assist the affected population, and their central location within the city limits is a definite asset in this respect. By virtue of their location, industrial buildings make it possible to implement functions such as temporary emergency housing, as the latter requires a larger intervention space with distinct intervention methods. They are also determined by the "proximity of the industrial object to main roads and traffic nodes, with arterial roads facilitating access to the building. In addition, the

connection of road routes influences the approach to the intervention" [12], in terms of speed of access. By connecting industrial buildings to the existing infrastructure, in the event of an emergency, individuals can access the building quickly and in large numbers, either by means of transportation (including ambulances) or on foot. In addition, the location of industrial complexes close to the urban center often guarantees the presence of on-site utilities, which contributes to cost-efficiency in the process of functional adaptation and shortens the project implementation time. Moreover, by rehabilitating these buildings, it is also possible to combat the phenomenon of peri-urbanization [13], which puts pressure on open spaces outside cities and contributes to unsustainable development of the territory. Rational use of the industrial built stock supports a responsible and sustainable approach to urban development, both in times of crisis and beyond. Moreover, keeping these buildings integrated into the city's infrastructure ensures not only functional efficiency but also historical continuity and identity.

3.3. The ratio between built and unbuilt within the boundaries of the site

The way industrial buildings are laid out on the site directly influences their usability in emergency situations. An optimal configuration is considered when the buildings occupy 60% of the surface area [14], thus allowing adequate natural daylighting, flexibility for extensions and maneuverability on site. The presence of a significant unbuilt area allows for rapid adaptation to medical crises, such as the COVID-19 pandemic, by installing temporary facilities for testing, quarantine and emergency vehicles. This additional space also facilitates evacuation and access for emergency services.

Unbuilt exterior areas provide valuable resources for implementing sustainability principles, contributing to the creation of green areas, stormwater management and a favorable microclimate. These spaces can also serve as temporary refuges for the population in the event of prolonged crises, reducing the stress caused by the restrictions of enclosed spaces. In situations of prolonged crisis or epidemics causing distress and suffering, access to outdoor areas can contribute positively to the mental health and general well-being of industrial building occupants as a spatial 'valve'. This is all the more relevant in scenarios of major stress, where the individual's perception of the surrounding environment can directly influence recovery time and the impact of the disruptive event on daily life. Access to these outdoor areas thus becomes essential for maintaining the mental health and general well-being of those affected.

There are also practical benefits related to the utilities and infrastructure needed to operate a space in an emergency. Unbuilt areas can be used for the location of auxiliary systems such as power generators or water and oxygen supplies. At the same time, the ratio of built to unbuilt area influences compliance with local safety and environmental regulations and is crucial for effective interventions and long-term urban regeneration. In 'Architecture after Covid', Albena Yaneva takes an in-depth look at how the COVID-19 pandemic has influenced architecture and urban planning, bringing to the forefront the need to reconfigure spaces to limit the spread of an invisible virus. Recent health emergencies have imposed a new social mission on architecture, transforming spatial design into an active tool for fighting infection and protecting public health. In this context, the quality of design has taken on an ethical dimension, becoming essential to ensure safe coexistence and to restore a balance between functional and safety needs [15]. The pandemic has thus provoked a profound reassessment of the perception of the built space, paving the way for a renewed architectural sensibility that places collective safety at the heart of design. The adaptation of disused industrial premises for emergency situations perfectly aligns with this new paradigm in terms of the ratio between built and unbuilt within the site. The existance of sufficient space outside the industrial building can bring affected community members together on the road to recovery, offering flexible and sustainable solutions for managing health and humanitarian crises. It is demonstrated that the 'experiences of nearby nature can help prevent poor mental health during a stressful time' [16] and that there are a wide range of positive benefits when observers are exposed to nature [17], even through an industrial window. Such an outdoor space can fulfill many functions in emergency situations, including shaded areas (through the planting of trees and shrubs, to provide comfort and

refuge for people in need) and greenscape (which contributes to the mental well-being of both users inside the industrial building and those who spend time outdoors).

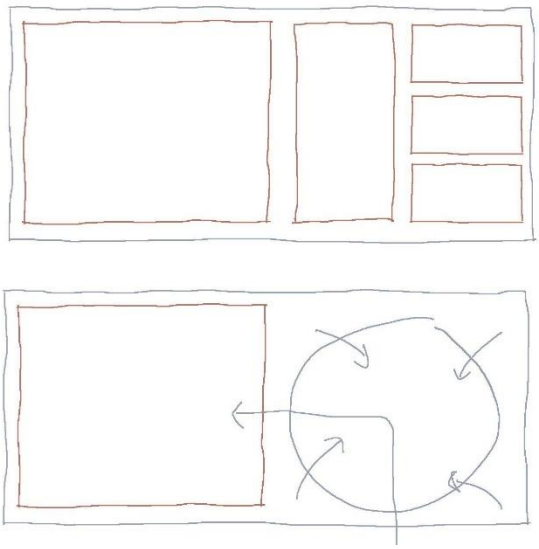


Fig. 1. Built versus unbuilt within the site. Personal sketch, October 2024

3.4. The physical condition of the building

The viability of decommissioned industrial buildings for emergency use depends on their physical condition, which can have a decisive influence on the decision to intervene. Unused buildings deteriorate more rapidly than active ones, and major structural deficiencies can pose a threat to public safety. In contrast, well-preserved industrial buildings with a structurally sound structure and adequate safety features offer superior reliability during crises. For this reason, a rigorous structural assessment is necessary before proposing adaptive reuse, and morphologically well-preserved buildings are more likely to be usable, given the reduced costs of the necessary interventions.

A good state of conservation of abandoned industrial buildings is evidenced by the preservation of essential morphological characteristics such as materiality, texture and color. Assessment of the physical condition should include regular checks of the roof, exterior walls, windows, doors and interior finishes, which may be affected by weathering, water infiltration or pest infestation. Regular maintenance is crucial for preventing decay and maintaining the safety of buildings, and the principle of 'minimum necessary action' [19] emphasizes the importance of preserving historic elements and respecting the original substance as much as possible, whether it be plaster, original joinery or timber framing. This is all the more relevant in structural assessments of buildings, where the principle is often not respected for safety reasons and due to lack of training of some specialists [20].

3.5. Building dimensions

The diversity of industrial heritage buildings, resulting from the evolution of manufacturing activities during the Industrial Revolution, offers varied potential for adaptive reuse. These buildings, usually characterized by functionalist architecture and solid construction, vary according to their historical context and economic significance. Despite the differences, most share common characteristics such as generous interior spaces and great heights, which are ideal for housing industrial equipment and production processes. Adequate ventilation and natural lighting are also essential features that facilitate the efficient and safe operation of these spaces.

During the period of massive industrialization, industrial architecture focused on maximizing interior space through solid, vertical construction capable of supporting heavy loads and accommodating multiple levels of production. Interior design aimed to streamline the movement of materials and workers, creating

open, flexible and functional spaces. These spatial characteristics remain essential today, particularly in the context of the reuse of industrial buildings for emergency situations, where large floor area and headroom are crucial for the installation of medical equipment and furnishings for temporary shelters or distribution centers.

However, adapting these buildings for new uses can pose challenges related to excess space or difficult access to upper floors. In particular, single-story sheds, although undervalued, offer excellent functional flexibility for industrial and emergency uses. Multi-storey buildings, although suitable for office or residential, can present difficulties in the context of conversion projects. Thus, striking a balance between preserving heritage and adapting to new functions is critical to the success of these efforts.

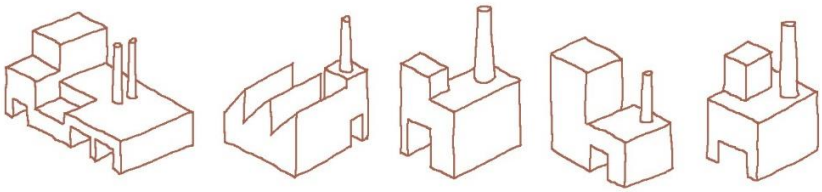


Fig. 2. Different overall dimensions of industrial buildings. Personal sketch, October 2024

3.6. Plan organisation and flexibility

Industrial buildings, by their nature, have large, open floor plans with minimal internal structural elements, offering remarkable flexibility for rapid adaptation in emergency situations without requiring major modifications. This flexibility allows for creative reinterpretations of the space during crises while respecting the industrial heritage. According to David Kincaid, a sustainable approach would involve adapting activities to the character of the buildings, and only when this flexibility reaches its limits can minor alterations be introduced to meet new needs [21].

The fluid floor plan organization of these buildings, without internal partition walls, allows industrial spaces to be quickly transformed into temporary shelters, medical facilities or command centers. These open spaces can be temporarily subdivided to create distinct functional areas, providing the structural stability needed to house specialized equipment and large groups of people. In addition, industrial buildings are anti-fragile, able to withstand stresses caused by natural disasters such as earthquakes or storms, and are equipped with access and circulation systems that contribute to functional efficiency in the context of an emergency.

One of the most important spatial features of industrial buildings is their versatility. Versatility is ensured by a number of physical parameters of the buildings, such as the number, size and location of columns, the shape and depth of the plan, floor height, total floor area, location of service areas and lighting, and the possibility of changing the position of interior compartments and installations. Also, the technically stripped-out interiors of disused industrial premises promote a non-specific image, free of a specific use, which can be treated as a blank 'canvas' in the process of emergency adaptation [22].

Separate access for workers and administrative staff, which is specific to these buildings, contributes to logistical efficiency and user security. The various access points can be adapted to facilitate evacuation in the event of an emergency and to allow intervention teams to act quickly. Large and easily accessible spaces in industrial buildings can also accommodate supplies, medical equipment and other resources needed in crisis management. This spatial organization makes it easier to manage the flow of people and resources during a crisis, providing operational flexibility. Thus, decommissioned industrial sites need to become more than stage sets or shelters for various random activities. Vacant industrial buildings must become active presences, offering maximum possibilities with minimum restrictions [23].

4. Conclusions

Increased resilience and adaptability in the face of change can contribute to the ability of individuals to adapt to new circumstances and overcome adversity. Recognizing historic industrial architecture can serve to develop the human capacity to adapt built heritage to the challenging contexts of the present and the future. In doing so, industrial heritage can encourage the acceptance of uncertainty and the continued development of human resilience in times of change [24]. A pertinent observation based on the contents of this article is that the planimetric flexibility of industrial buildings allows for repeated and continuous adaptations, making them essential resources for emergency management. This ability to expand or reduce operations according to current needs reinforces the role of these spaces not only as reusable architectural resources, but also as fundamental building blocks for effective disaster response, ensuring the protection and safety of communities.

Moreover, the article highlights the need for a clear plan for the reuse of industrial buildings, depending on the scale and specific needs of each project. Spatial flexibility needs to be complemented by a rigorous analysis of the functional potential of each building type to ensure an optimal balance between preserving the architectural heritage and adapting to modern industrial, humanitarian or commercial requirements.

Another conclusion derived from this article is that early assessment and preventive intervention could significantly reduce the long-term costs associated with restoration and functional adaptation. This approach would allow a more efficient use of disused industrial buildings and contribute to maintaining industrial heritage in a functional and accessible state, even in times of crisis. In this way, architecture becomes not only a conservation element but also a strategic asset in emergency management.

Adaptive reuse of industrial heritage represents a sustainable solution and an opportunity for architectural innovation. This creative approach enables ingenious spatial solutions to meet contemporary needs in the context of geopolitical, social and climate challenges. Decommissioned industrial building stock can be transformed into an essential resource for crisis management and revitalization of affected communities, contributing to strengthening urban resilience.

REFERENCIES

[1] R. A. Young, Stewardship of the built environment: Sustainability, preservation, and reuse. Washington, USA: Island Press, 1995.

[2] J. Douet, Industrial Heritage Re-tooled: the TICCIH guide to Industrial Heritage Conservation. Lancaster: Carnegie Publishing Ltd, 2012.

[3] P. Potz and N. Scheffler, “Integrated Approaches to 20th Century Dissonant Heritage in Europe. Multi-vocal Perspectives and Strategies Explored in the Urban Agenda”, In Situ, vol. 49, 2023.

[4] R. Crișan, Rehabilitation of the built heritage. Theory and technique. Bucharest: Ozalid, 2023.

[5] J. Pallasmaa, The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses. New York: John Wiley & Sons, 2015.

[6] L. Smith, Uses of Heritage. New York: Routledge, 2006.

[7] C. Gorse and D. Highfield, Refurbishment and Upgrading of Buildings, (Second Edition). New York: Spon Press, 2009.

[8] B. Cobârzan, “Brownfield Redevelopment in Romania”, Transylvanian Review of Administrative Sciences, vol. 21, pp. 28-46, 2007.

[9] S. Brand, How Buildings Learn: What Happens After They’re Built. New York: Penguin Books, 1995.

[10] P. Hall, Cities in Civilization: Culture, Innovation and Urban Order. London: Phoenix, 1998.

[11] C. O. Gociman et. al., Resilient strategies to reduce multihazard risk (in Romanian). Bucharest: Editura Universitară „Ion Mincu”, 2006.

[12] R. M. Trifa, Historic industrial architecture. Possibilities for sustainable recovery. The case of Timișoara (in Romanian]). Bucharest: Editura ACS, 2024.
[13] C. O. Gociman, Disaster risk reduction management. Architecture and urban planning strategies (in Romanian). Bucharest: Editura Universitară „Ion Mincu”, 2006.
[14] M. Stratton, Industrial Buildings: Conservation and Regeneration. London: E & FN Spon, 1995.
[15] A. Yaneva, Architecture after Covid. London: Bloomsbury Visual Arts, 2023.
[16] M. Soga, M. J. Evans, K. Tsuchiya and Y. Fukano. (2021, September). “A room with a green view: the importance of nearby nature for mental health during the COVID-19 pandemic”. Ecological Applications [Online]. vol. 31, issue 2. Available: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7744839/
[17] M. Kent, S. Schiavon. (2020 October). “Evaluation of the effect of landscape distance seen in window views on visual satisfaction”, Building and Environment [Online]. vol. 183. Available: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107160
[18] T. R. Herzog and R. L. Shier. “Complexity, age, and building preference”, Environment and Behavior, vol. 32, pp. 557-575, 2000.
[19] J. Jokilehto, A History of Architectural Conservation. Oxford: Butterworth-Heineman, 2002.
[20] E. Coisson and F. Ottoni, “Structural Monitoring of Historical Constructions: Increasing Knowledge to Minimize Interventions”, Built Heritage: Monitoring Conservation Management. Switzerland: Springer, 2015.
[21] D. Kincaid, Adapting Buildings for Changing Uses: Guidelines for Change of Use Refurbishment. London: Spon Press, 2002.
[22] R. Schmidt and S. Austin, Adaptable Architecture: Theory and Practice. London: Routledge, 2016.
[23] G. Roșu, Multifunctional architectural space (in Romanian). Bucharest: Editura Universitară „Ion Mincu”, 2005.
[24] C. Holtorf, “Embracing Change: how Cultural Resilience is Increased through Cultural Heritage”, World Archaeology, vol. 50, pp. 639-650, 2018.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

RESEARCH RESULTS OF METAL SPIRAL-FOLD SILOS

S. F. Pichugin [1], K. O. Oksenenko[2]

ABSTRACT:

In the article, specs of metal sheet structures are considered: features, classification, and operation under load. The technical characteristics of spiral-fold silos are analyzed depending on their functional purpose. A table with general data on the parameters of spiral-fold silos used in various industries has been developed. The stress-strain state of the area between the folds of a spiral-fold silo is considered. The numerical results are compared with the analytical calculations of the LIRA- SAPR software package. The work of the zone between folded locks of the spiral-fold silo was experimentally verified. Considering the studies of the stress-strain state of this metal silos, a methodology for reliability analysis based on the analysis of the strength reserve was developed. The obtained results of calculations confirmed the high reliability of metal spiral-fold silos.

Keywords: metal sheet structures, spiral-fold silos, stress-strain state, reliability analysis

[1] S. F. Pichugin, DSc, Professor, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic",
e-mail: pichugin.sf@gmail.com
[2] K. O. Oksenenko, Ph.D., LLC "Architectural Engineering Center", e-mail: shvadchenkokate@gmail.com

1. Introduction.

The calculation theories of thin-walled storage capacities, such as the spiral-fold silos that are discussed in this article, were developed based on studies by the steel sheet structures. Large-diameter tanks and pipelines for oil transportation are considered to be among the first such structures, as it was the development of the oil industry that gave rise to their research. The first vertical steel tank with riveted joints was built in 1878 [1]. Sheet metal structures are characterized by a large length of joints, so the next stage of development of these structures is associated with research into metal welding technology. Currently, steel sheet structures are the most metal-intensive area of metal use in building structures, accounting for 30...45% of steel.

Main features of sheet metal structures are compared to other metal structures:

- The joints of sheet metal structures must be not only strong but also tight (hermetic), and their quality must be higher than in conventional building structures.
- Sheet structures are solid thin-walled capacitive structures, and this causes their biaxial stress state.
- Sheet metal structures combine the functions of structural and enclosing structures.

The main specificity of sheet metal structures is their ability to be used in various conditions:

- structures can be above ground, below ground, semi-buried, underground, or underwater;
- sheet metal structures can withstand static and dynamic loads;
- structures must work reliably under low, medium and high pressure, under vacuum, under the influence of low, medium and high temperatures, neutral or aggressive environments.

Considering all these features, steel sheet structures can be divided into the following categories, as illustrated in Figure 1.

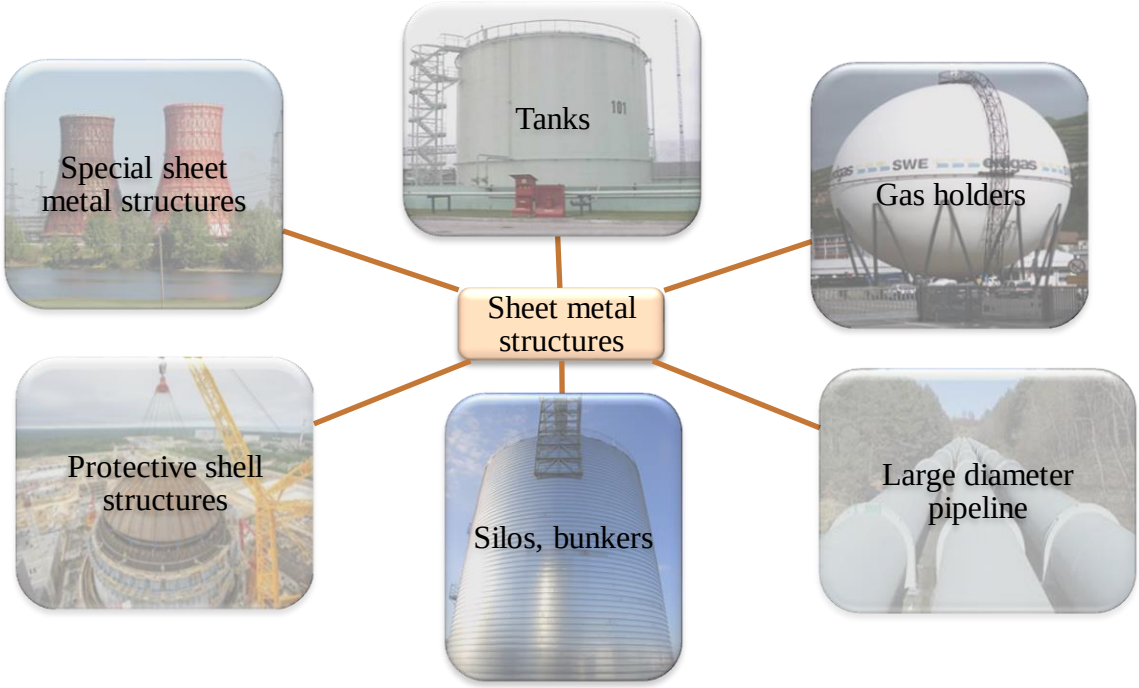


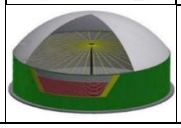
Fig.1. Classification of steel sheet structures

Metal capacity structures for storing various types of bulk materials are one of the most common types of building sheet metal structures. This is confirmed by their structural variety, which includes solid welded, prefabricated and spiral silos [2]. One of the most advanced types of thin-walled sheet metal structures is the highly industrial and economical spiral-fold metal silo (spiral-coiled type). The process of silo structure installation, features and advantages of these structures are described in [2 - 6].

2. General characteristics of spiral-fold silos

Spiral-fold structures (*fig. 2, a*) are universal and cost-effective, as they can be used in various industries: silos for various types of bulk materials; tanks for storing various liquids; and digesters as part of bioenergy plants [3-5]. The following table provides an analytical overview of the actual application of these innovative structures, including their technical characteristics, type of stored material and its features.

Table 1. General information regarding the parameters of spiral-fold silos used in various industries

Type of structure	Type of stored material	Structure	Capacity range, м^3	Features of the stored material that affect the structure	Load on the structure
1	2	3	4	5	6
Silo	Grain crops		100-15 000	Tendency to self-heat and sintering	Depends on the bulk unit weight of 6-9 kN/m^3 and geometric characteristics of the structure
	Industrial processing products (wood chips, cement, coke, etc.)		100-15 000	Tendency to caking, sintering, fine dispersion	Depends on the bulk unit weight of 3-16 kN/m^3 and geometric characteristics of the structure
Tanks for storing various liquids	Water (drinking water, wastewater, process water, etc.)		100 – 10 000	The pH level is from 3 to 13	Depends on the bulk unit weight of 10 kN/m^3 and geometric characteristics of the structure
	Liquid fertilizer (farm waste)		40 – 10 000	The pH level is from 5 to 10	Depends on the bulk unit weight of 10-11 kN/m^3 and geometric characteristics of the structure
	Water for heating		200 – 2 000	Operating temperature up to 95°C	Depends on the bulk unit weight of 10 kN/m^3 and geometric characteristics of the structure
Digesters	Livestock and crop waste, biogas		100 – 3500	High pH, need for agitation and heating	0-200 Pa
	Livestock and crop waste		100 – 7000	High pH, need for agitation and heating	0 -2000 Pa
			100 – 7000	High pH, need for agitation and heating	5-3000 Pa
			100 – 10000	High pH, need for agitation and heating	0-700 Pa

Continued from Table 1

1	2	3	4	5	6
Post digester	Residual gases		150 – 7500	Overpressure generation	0 – 700 Pa
			to 3500	Overpressure generation	0 – 700 Pa
			100 – 10000	Overpressure generation	0 – 700 Pa
Gas holder	Wastewater gas, landfill gas, biogas and CO^2		50 – 5000	Overpressure generation	0 – 500 Pa

3. Stress-strain state of a metal spiral-fold silo

Silos are subjected to many loads, including both the usual ones for most industrial structures (weight from equipment, own weight, wind, snow) and specific ones (pressure of bulk materials, reactive soil resistance caused by the weight of these bulk materials) [7]. Loads from the pressure of bulk materials reach significant values, so their impact is crucial in most cases. The amount of pressure on the bottom during loading and unloading can change rapidly, which creates additional conditions for the operation of the structure and its foundation. During the operation of metal capacities, there is a possibility of structural collapse due to wall failure.

The most common type of collapse of metal silo walls is bending failure, which is usually sudden and often leads to catastrophic accidents (*fig. 2, b*).

a) *b)*

Fig.2. The spiral-fold silo: a) general view; b) bending of the inter-rib zone of the spiral-fold silo wall

In this paper, it is assumed that a spiral-fold silo as a system consisting of short shells [7] and it is considered the stress-strain state of the zone between the ribs (folded locks) of the shell with a constant wall thickness. The section is elastically connected to the neighboring short shells and undergoes a stress-strain state of the longitudinal-transverse bending type.

The overall wall strength is checked by the formula:

$$\frac{\gamma_m}{R_y \gamma_c}\sqrt{\sigma_u^2(\xi) - \sigma_u(\xi)\sigma_k(\xi) + \sigma_k^2(\xi)} \leq 1. \quad (1)$$

where R_y is the design resistance of steel at the yield strength;

γ_c is the operating conditions factor;

γ_m is the material reliability factor;
$\sigma_u(\xi)$, $\sigma_k(\xi)$ are the fiber longitudinal and annular stresses in the middle of the short shell, are determined by the following formulas:

$$\sigma_u(\xi) = \pm\frac{6M(\xi)}{t^2} - \frac{N_1}{t},\ \sigma_k(\xi) = \omega(\xi)\frac{E}{r} - \nu\frac{N_1}{t}, \quad (2)$$

where $\omega(\xi)$, $M(\xi)$ are deflection and longitudinal bending moment in the middle of the shell, N_1 is longitudinal forces from the vertical pressure of the bulk material P_1, E is modulus of elasticity of the material of the silo wall, ν is the initial coefficient of transverse deformations (Poisson's ratio), t is wall thickness.

The value of longitudinal forces is determined by the formula in accordance with DBN B2.2-8-98 [8]: $N_1 = \rho \cdot \gamma \cdot z - \frac{\rho}{\lambda} \cdot P_h + N_G$,
where ρ is the hydraulic radius of the cross-section of the silo, *m*, which is determined by the formula $\rho = A/U$; *A*, *U* are area and perimeter of the silo cross-section; λ is the lateral pressure ratio of particulate solids; γ is bulk unit weight; P_h is normative horizontal pressure; N_G is longitudinal force in the wall from the weight of the roof, equipment and snow.

Deflection and longitudinal bending moment in the middle of the short shell are determined by the formulas:

$$\omega(\xi) = \frac{(P+\nu N_1/r - e_p P_1)r^2}{Et} \cdot \left[1 + \frac{2\beta n_5(\xi)}{\frac{t}{A}n_2(\xi) + \frac{\beta}{2}n_3(\xi)}\right], \quad (3)$$

$$M(\xi) = -\frac{(P+\nu N_1/r - e_p \mathrm{P}_1)}{2\beta} \cdot \frac{n_4(\xi)}{\frac{t}{A}n_2(\xi) + \frac{\beta}{2}n_3(\xi)}, \quad (4)$$

where A is the cross-sectional area of the rib (folded lock), e_p is the distance from the line of application of tangential forces to the middle surface of the shell, r is the silo radius. Horizontal and vertical grain pressure are determined by the expressions:

$$P = \sum P_h = \mathrm{P}_h(1 + a_1 + K_{t1}),\ P_1 = P = \mu \mathrm{P}_h,$$

where $P_h = \frac{\gamma\rho}{\mu}(1 - e^{-\lambda\mu^z/\rho})$ is horizontal pressure of bulk materials on the walls of silos at a depth *z* (m) from the top of the backfill, evenly distributed along the perimeter; a_1 is the coefficient of local pressure increase, which is taken in accordance with the requirements of p. 4.11. [8] depending on the *h/d* ratio; K_{t1} is a factor taken in accordance with p. 4.18 [8].

Since the expression $e_p\mathrm{P}$ takes into account the initial irregularities of the shell, we consider it insignificant and do not take it into account in the calculations.

The unknowns $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, \beta$ are determined by the formulas:

$$n_1(\xi) = V_2(\xi) \cdot V_3(\xi) - V_1(\xi) \cdot V_4(\xi),$$
$$n_2(\xi) = V_2^2(\xi) + 4V_4^2(\xi),$$
$$n_3(\xi) = V_1(\xi) \cdot V_2(\xi) + 4V_3(\xi) \cdot V_4(\xi),$$
$$n_4(\xi) = V_2(\xi)n_2(\xi) - V_1(\xi)n_1(\xi) - V_3(\xi)n_3(\xi),$$
$$n_5(\xi) = n_1(\xi)V_3(\xi) - n_2(\xi)V_4(\xi) - \frac{1}{4}n_3(\xi)V_1(\xi),$$
$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{r^2t^2}},$$

where $V_1(\xi_i), V_2(\xi_i), V_3(\xi_i), V_4(\xi_i)$ are fundamental functions of Krylov O.M. [9].

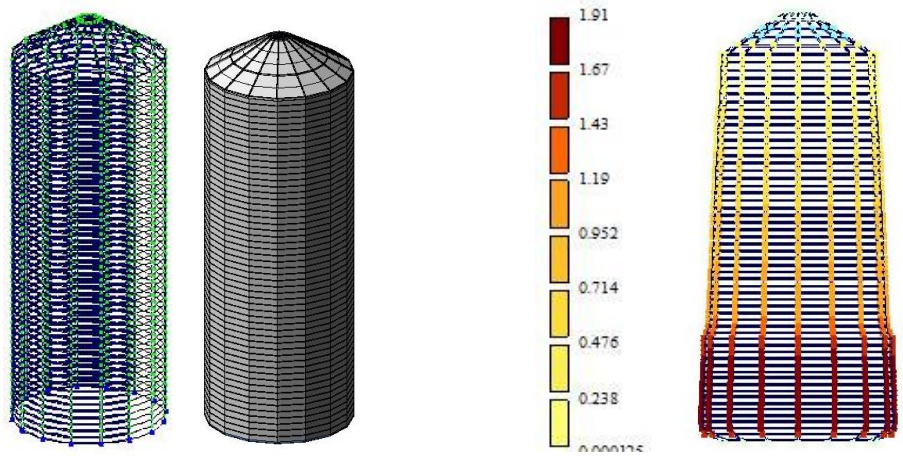
Comparison of theoretical analyses with finite element analysis in the LIRA-CAD software package

Consider, for example, the stress-strain state of the wall of a metal spiral-fold silo with the following parameters: radius is 4 m, height of the cylindrical part is 20 *m*, pitch of the ring ribs 0,365 *m*, area of the rebate rib for a 3 *mm* thick strip *A*=5,09 cm^2, body material is steel C235, $R_y(x) = 235MPa$ elastic modulus $\mathrm{E} = 2{,}1 \cdot 10^5 MPa$, Poisson's ratio $\nu = 0{,}3$, the lower 16 tiers of the wall are assumed to be *t* =3 mm thick, the upper 38 tiers of the wall are assumed to be *t* =2 mm thick. The steel silo is designed for permanent storage of dry grain with the following characteristics: $\gamma =$

$8кН/m^3$,$\lambda = 0{,}406$, $\phi = 25°$, $\mu = 0{,}4$. The calculations show the load from the grain in the lower tier: $P(x) = 9{,}19\frac{H}{cm^2}$, $P_1(x) = 1{,}28\frac{H}{cm^2}$,$N_1(x) = 1718{,}7\frac{H}{cm}$.

After calculating using formula (3), we obtain the deflection in the middle of the short shell $\omega(\bar{\xi}) = 1{,}93мм$.

To compare the calculations, a silo structure of the appropriate size and with the corresponding loads was modeled in the LIRA-CAD software package. The finite element model of the silo (*Fig. 3,a*) was developed in a linear formulation. The design model of the steel structures of the silo includes: the silo wall; horizontal stiffeners of the silo wall; and the rod dome frame of the roof. The general view of the model is shown in *Figure 3,a.* The wall tiers between the annular ribs are modeled by shell CE of different thicknesses with the elastic modulus of steel corresponding to steel C 235.



a) *b)*

Fig.3. Model of silo in LIRA- CAD: a) general view of the calculation model of the silo; b) mosaic of silo displacement

Based on the results of the calculation in the LIRA- CAD software package, we obtain a mosaic of displacements for a particular silo under loads (*Fig. 3, b*). The values are given in the form of a color scale located on the left of the *Figure 3,b* in units of *mm*.

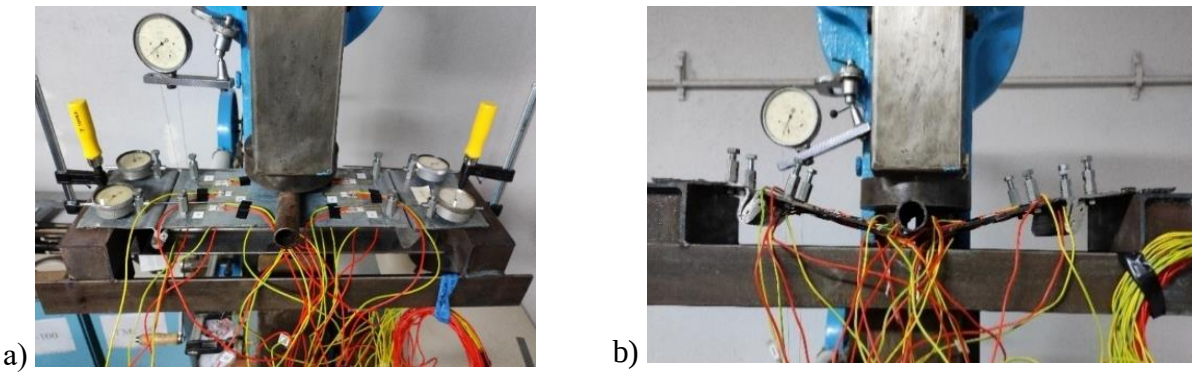
As can be seen from *Figure 3,b*, the maximum displacements of the silo wall are located on the lower, most loaded tiers and correspond to a value of $\omega = 1{,}91mm$. The difference between the displacement calculated by formula (3) and the maximum displacement of the silo wall in the LIRA-CAD software package is equal to 1%.

4. An experimental study on bending of the inter-rib zone of the shell

An experimental study was conducted to determine the nature of the bending behavior of the spiral-fold silo wall. The aim of the study was to experimentally determine the stress-strain state of the silo wall at the bending stages [10].

For the experimental study, the element of the wall of a spiral-fold silo for storing wood chips was taken. The general view of the experimental sample in the testing machine is shown in *Fig. 4.* Stages of the experiment: fixing the sample in the testing machine, loading the sample in stages, collecting data from the clock-type indicators and the deflectometer, recording the deformations of strain gauges at each loading stage.

The samples were loaded with a central bending load applied in a static mode in the range from 0 kN to 5.5 kN. To measure the residual deformations, the structure was unloaded after each stage of loading.

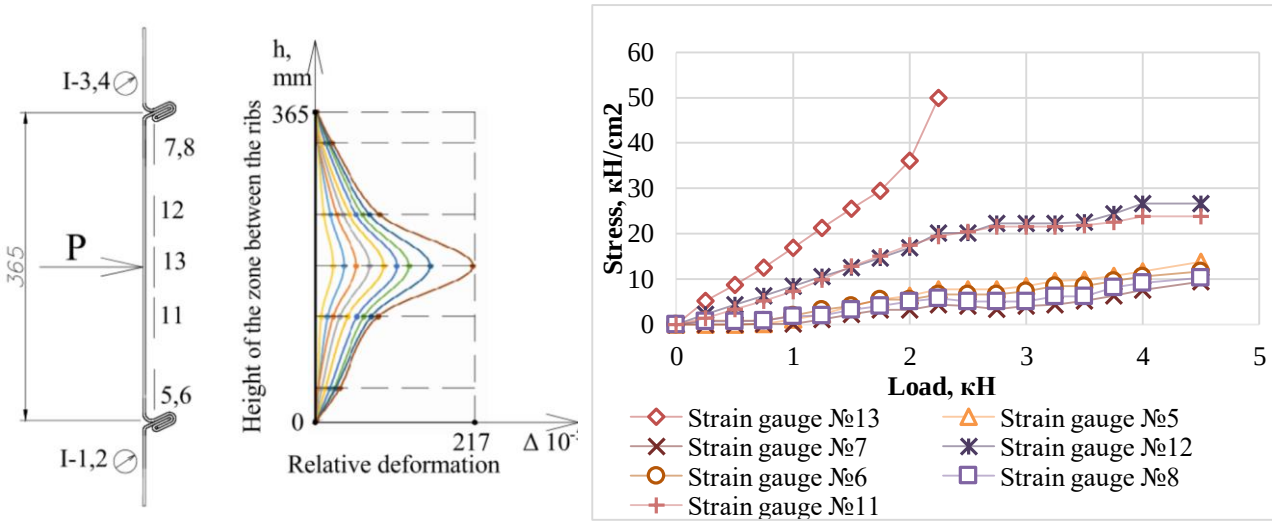


a) b)

Fig. 4. Experimental sample in a testing machine: a) view before loading; b) view after loading.

Figure 5, b shows a graph of stress versus load, data collected from strain gauges (*Fig. 5, a*). As can be seen in the graph, the readings are divided into 3 bundles, and strain gauges (5, 6, and 7, 8) are clearly distinguishable, which are located near the folded locks. The strain gauges 11 and 12 have the same readings. The readings of strain gauge 13 are almost linear.

The results of the experiment showed that the revealed character of the wall operation at the loading stages mainly corresponds to the out-of-limit state of the spiral-fold silo shell and confirms its reliability under the influence of possible increased extreme loads.



a) б)

Fig. 5. Stress-strain state of a wall element: a) strain diagram; b) stress graph.

5. Reliability analysis of a metal spiral-fold silo considering the stress-strain state.

The reliability of the metal spiral-flange silo will be determined based on the analysis of the strength reserve $\tilde{Y}$ considering the stress-strain state as follows:

$$\tilde{Y} = \tilde{R} - \tilde{S} = \tilde{\sigma}_y - \tilde{\sigma}_i \geq 0. \quad (5)$$

The random values in the task of reliability analysis are: $\tilde{\sigma}_y$ is a random value of the yield strength of steel, $\tilde{\sigma}_i$ is a random value of fiber stresses.

Fiber stresses are determined by the formula:

$$\tilde{\sigma}_i = \sqrt{\tilde{\sigma}_u^2(\xi) - \tilde{\sigma}_u(\xi)\tilde{\sigma}_k(\xi) + \tilde{\sigma}_k^2(\xi)}, \quad (6)$$

where $\tilde{\sigma}_u(\xi)$, $\tilde{\sigma}_k(\xi)$ – are, respectively, random values of fiber longitudinal and annular stresses in the middle of the short shell, which are determined by the following formulas (2).

The strength reserve function for a steel silo is as follows:

$$\tilde{Y}(\tilde{\sigma}_y, \tilde{\gamma}, \tilde{\mu}, \tilde{\lambda}) = \tilde{R} - \tilde{S} = \tilde{\sigma}_y - \tilde{\sigma}_i =$$

$$= \tilde{\sigma}_y - \sqrt{\left[\pm\frac{6\tilde{M}(\xi)}{t^2} - \frac{\tilde{N}_1}{t}\right]^2 - \left[\pm\frac{6\tilde{M}(\xi)}{t^2} - \frac{\tilde{N}_1}{t}\right]\cdot\left[\tilde{\omega}(\xi)\frac{E}{r} - \nu\frac{\tilde{N}_1}{t}\right] + \left[\tilde{\omega}(\xi)\frac{E}{r} - \nu\frac{\tilde{N}_1}{t}\right]^2} \geq 0. \quad (7)$$

Considering the strength reserve function to be linear, we obtain an expression for its mathematical expectation:

$$\bar{Y} = \bar{R} - \bar{S} = \bar{\sigma}_y - \bar{\sigma}_i = \bar{\sigma}_y - \sqrt{\bar{\sigma}_u^2 - \bar{\sigma}_u\bar{\sigma}_k + \bar{\sigma}_k^2} =$$

$$= \bar{\sigma}_y - \sqrt{\left[\pm\frac{6\bar{M}(\xi)}{t^2} - \frac{\bar{N}_1}{t}\right]^2 - \left[\pm\frac{6\bar{M}(\xi)}{t^2} - \frac{\bar{N}_1}{t}\right]\cdot\left[\bar{\omega}(\xi)\frac{E}{r} - \nu\frac{\bar{N}_1}{t}\right] + \left[\bar{\omega}(\xi)\frac{E}{r} - \nu\frac{\bar{N}_1}{t}\right]^2} \geq 0. \quad (8)$$

The strength reserve standard is defined accordingly as:

$$\hat{Y} = \sqrt{A_1^2\hat{\sigma}_y^2 + A_2^2\hat{\gamma}^2 + A_3^2\hat{\mu}^2 + A_4^2\hat{\lambda}^2}, \quad (9)$$

where $A_1 = \left.\frac{dY}{d\sigma_y}\right|_{\sigma_y=\bar{\sigma}_y}$, $A_2 = \left.\frac{dY}{d\gamma}\right|_{\gamma=\bar{\gamma}}$, $A_3 = \left.\frac{dY}{d\mu}\right|_{\mu=\bar{\mu}}$, $A_4 = \left.\frac{dY}{d\lambda}\right|_{\lambda=\bar{\lambda}}$.

The results are:

$$A_1 = \left.\frac{dY}{d\sigma_y}\right|_{\sigma_y=\bar{\sigma}_y} = 1, \quad (10)$$

$$A_2 = \left.\frac{dY}{d\gamma}\right|_{\gamma=\bar{\gamma}} = \frac{1}{2\cdot\sqrt{\bar{\sigma}_u^2 - \bar{\sigma}_u\bar{\sigma}_k + \bar{\sigma}_k^2}}\cdot$$

$$\cdot 2\cdot\bar{\sigma}_u\cdot\left[-\frac{1}{\beta t^2}\left[3\left(B\cdot\left(1+a_1+K_{t1}\right)+\frac{\nu\left(\rho z-\rho B/\lambda\right)}{r}\right)\cdot F_2\right]-\frac{\rho z-\frac{\rho B}{\lambda}}{t}\right]-$$

$$-\left\langle\begin{array}{l}\left[\bar{\sigma}_u\cdot\left(-\frac{\nu\left(\rho z-\rho B/\lambda\right)}{t}+\frac{1}{t}\left(B\cdot\left(1+a_1+K_{t1}\right)+\frac{\nu\left(\rho z-\rho B/\lambda\right)}{r}\right)\cdot r\cdot F_1\right)\right]\\ +\left[\bar{\sigma}_k\cdot\left(-\frac{1}{\beta t^2}\left[3\left(B\cdot\left(1+a_1+K_{t1}\right)+\frac{\nu\left(\rho z-\rho B/\lambda\right)}{r}\right)\cdot F_2\right]-\frac{\rho z-\frac{\rho B}{\lambda}}{t}\right)\right]\end{array}\right\rangle+ \quad (11)$$

$$+2\cdot\bar{\sigma}_k\cdot\left(-\frac{\nu\left(\rho z-\rho B/\lambda\right)}{t}+\frac{1}{t}\left(B\cdot\left(1+a_1+K_{t1}\right)+\frac{\nu\left(\rho z-\rho B/\lambda\right)}{r}\right)\cdot r\cdot F_1\right)$$

where $F_1 = 1 + \frac{2\beta n_5(\xi)}{\frac{t}{A}n_2(\xi)+\frac{\beta}{2}n_3(\xi)}$; $F_2 = \frac{n_4(\bar{\xi})}{\frac{t}{A}n_2(\bar{\xi})+\frac{\beta}{2}n_3(\bar{\xi})}$; $B = \left.\frac{dP_h}{d\gamma}\right|_{\gamma=\bar{\gamma}} = \left(\frac{\rho}{\bar{\mu}} - \frac{\rho\cdot e^{\left(\frac{-\bar{\lambda}\cdot\bar{\mu}\cdot z}{\rho}\right)}}{\bar{\mu}}\right)$

The unwieldy formulas A_3, A_4 are given in [11].

The safety characteristic of the silo is equal to:

$$\beta = \frac{\bar{Y}}{\hat{Y}} = \frac{\bar{R}-\bar{S}}{\sqrt{A_1^2\hat{\sigma}_y^2 + A_2^2\hat{\gamma}^2 + A_3^2\hat{\mu}^2 + A_4^2\hat{\lambda}^2}}. \quad (12)$$

Based on the above formulas, the reliability of the spiral-fold silo was calculated. The silo structure with the following initial data was used for the calculations: h = 20 m, d = 8 m, t = 0,004 m, steel class DX51D+Z140 with mathematical expectation of yield strength $\bar{R} = 352{,}5MPa$, coefficient of variation V = 0,083. Table 2 shows the results of the calculation of the silo reliability

analysis based on the analysis of the strength reserve, considering the complex stress-strain state. The silo structure was loaded with various bulk materials.

Table 2. Reliability analysis of a metal spiral-fold silo considering the stress-strain state

Reliability analysis parameters	Corn	Soybean	Wheat	Barley
$\bar{\sigma}_y$, MPa	352,0	352,0	352,0	352,0
$\bar{\sigma}_k$, MPa	67,47	67,41	71,35	73,78
$\bar{\sigma}_u$, MPa	-121,00	-126,76	-131,74	-127,03
$\bar{\sigma}_i$, MPa	165,4	170,75	178,45	175,94
$\bar{Y}$, MPa	186,6	181,25	173,54	176,06
A1, MPa	1	1	1	1
A2, m	17 973,36	18 270,3	17 470,04	19 387,00
A3, MPa	-150,6	-169,88	-155,72	-186,4
A4, MPa	-92,02	-68,15	-100,33	-77,69
$A_1^2 \cdot \hat{\sigma}_y^2$, MPa	853 574,66	853 574,66	853 574,66	853 574,66
$A_2^2 \cdot \hat{\gamma}^2$, MPa	49 134,66	50 771,43	104 715,83	57 170,32
$A_3^2 \cdot \hat{\mu}^2$, MPa	89 728,86	53 111,57	44 629,13	48 601,82
$A_4^2 \cdot \hat{\lambda}^2$, MPa	24 693,54	11 797,84	18 784,29	13 445,70
$\hat{Y}$, MPa	31,9	31,13	31,96	31,19
β	5,85	5,82	5,43	5,64
P(β)	2,57x10-9	3,02x10-9	2,9x10-8	8,82x10-9
Notes	P(β) is probability of failure			

According to DBN B.1.2-14:2018 [12], Table B.2, the recommended value of the failure rate β for the calculated silo (consequence class CC2, category of structural responsibility A, steady-state design situation) should correspond to the value $\beta = 4.27$, thus, based on the results of the calculations, it can be stated that the reliability of the spiral-fold silo is ensured.

6. Conclusions

1. A table with general data concerning the parameters of spiral-fold silos used in various industries has been developed. The widespread use of these structures, which continues to expand, confirms the uniqueness of these structures.
2. The stress-strain state of the area between the folds of a spiral-fold silo is considered. The numerical results are compared with the analytical calculations of the LIRA-CAD software package. The difference between the displacement calculated by formula (3) and the maximum displacement of the silo wall in the LIRA- CAD software package is 1%.
3. The work of the zone between folded locks of the spiral-fold silo was experimentally verified.
4. Considering the studies of the stress-strain state of this metal silos, a methodology for reliability analysis based on the analysis of the strength reserve was developed. The obtained results of calculations confirmed the high reliability of metal spiral-fold silos.

REFERENCIES

[1] Lessig, E. N.; Lileev, A. F.; Sokolov, A. G. Sheet metal structures. Publishing house of references on construction, 1970. 488 p.

[2] S. Pichugin, K Oksenenko, “Comparative analysis of design solutions of metal silos”, Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering, vol. 53 (2), pp. 54-60, 2019. DOI: https://doi.org/10.26906/znp.2019.53.1890.

[3] Xaver Lipp [Internet resource]. Available: https://xaver-lipp.com/.

[4] S. Pichugin, K. Oksenenko. “Using of spiral-fold silos on the territory of Ukraine”, ArCivE 2021, pp. 430 – 437, 2021.
[5] Pichugin S., Oksenenko K. Area of application and operation experience of spiral-fold silos in Ukraine. ArCivE 2023. Xth International scientific conference on architecture and civil engineering. Varna, 2023. Vol. 4. pp. 14 – 22.
[6] Pichugin S., Oksenenko K. Spiral-fold Silo is Innovative Storage for Wood Chips. AIP Conference Proceedings. 2023. Vol. 2678. P. 020013. doi.org/10.1063/5.0118821.
[7] S. Pichugin, K Oksenenko, M. Hajiyev, M. Sulewska, January 2021, “Features of structures and calculation of steel spiral-fold silos”., E3S Web of Conferences. vol. 280(4):03006. DOI: 10.1051/e3sconf/202128003006.
[8] DBN V.2.2-8-98. Enterprises, buildings and structures for storage and processing of grain. Kyiv: Derzhbud. 1998. 41 p.
[9] Birger I.A., Shorr V.F., Shneiderovich R.M. Strength calculation of machine parts. Moscow: Mechanical Engineering. 1966. 590 p.
[10] Pichugin S.F., Shulhin V.V., Oksenenko K.O. Experimental study of wall stress-strain state of a steel spiral-fold silos. Modern building structures made of metal and wood. 2023. Issue 27. pp. 94-103. doi:10.31650/2707-3068-2022-26-135-144.
[11] Pichugin S., Oksenenko K. The reliability analysis of metal spiral-fold silos. Modern building structures made of metal and wood. 2024. Issue 28. pp. 172-182. doi:10.31650/2707-3068-2024-28-172-182
[12] DBN V.1.2-14:2018. System for ensuring the reliability and safety of construction facilities. General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings and structures. K: Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine. 2018. 30 p.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

DISTRIBUTION OF SKIN FRICTION ALONG THE LENGTH OF A PILE UNDER AXIAL TENSION LOAD.

Iliyan Markov[1]

ABSTRACT:

The article study behavior of single uplift pile. Twenty numerical models with different length to diameter ratios have been performed, for piles with diameters D=40,60,80,100cm in noncohesive soil. Results are presented for the distribution of the skin friction at different load levels, the necessary displacement to reach the bearing capacity. An economic assessment has been performed to find the exact diameter and length to diameter ratio.

Keywords: Tension piles, uplift piles, skin friction, failure mode

[1] Iliyan Markov, chief assistant , UACEG, e-mail: imarkov_fte@uacg.bg

1. Introduction.

Piles are used in places where classic spread foundations are not applicable, such as weak soil layers or excessively high values of load. Depending on the installation method, there are many types of piles. Depending on the type of load, piles are divided into compression, tension and piles working on horizontal load. Piles in compression are very widespread, and although there is no uniform methodology for design, the unknowns are less then piles in tension.

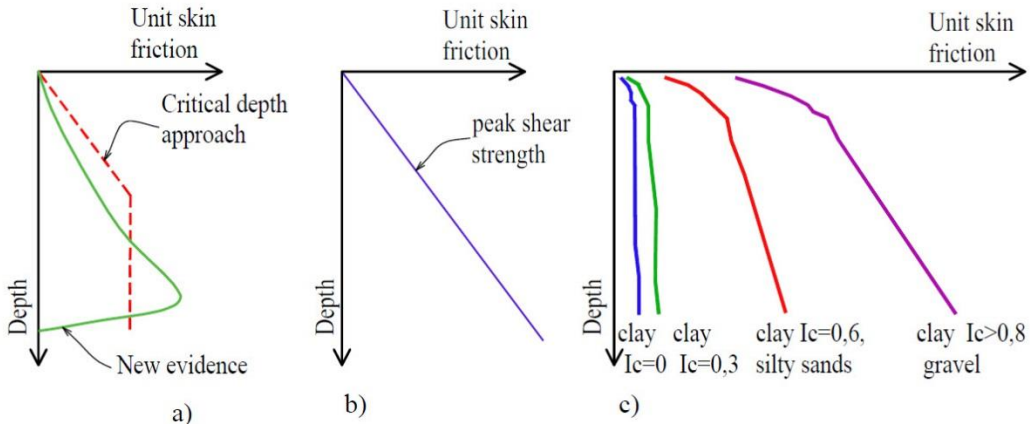


Fig. 1. Variation of skin friction a) critical depth approach and experimentally obtained results [1] *b) k0- approach c)* [2]

DIN 1054:2010 [3] recommends skin friction to increase until the pile sink 3.5% of its diameter, after that remain constant. This is critical depth approach (Fig. 1a). The other theories suggest to accept a curve that decrease after certain value. (Fig. 1a). The k_0 method equate skin friction to shear strength of the soil multiplied by tanδ, and so skin friction is infinitely growing function, as shown on Fig. 1b). NPPF [2] suggest different curves for different soils. Fig. 1c), and their shape is not similar to previous ones. NPPF [2] states that skin friction in tension is equal to skin friction in compression

This study examines the development of the skin friction along the length of the pile, as well as the displacement required to develop maximum skin resistance, and the uplift force for different length to diameter pile ratio L/D.The design of pile cap acc. to first and second generation of Eurocode 2 is explained in [4] [5].

2. Failure modes of tension pile.

Yang [6] defines four failure mode of soil-pile system (Fig. 2). We may classified them as:

- vertical slip surface shape;
- inverted truncate cone model starting from pile tip;
- inverted truncate cone model crossing pile;
- curved slip surfaced model;

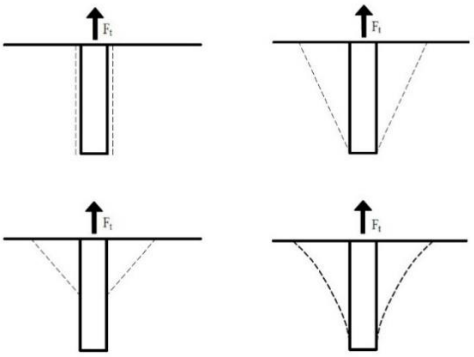


Fig. 2. Assumed failure mechanisms for piles subject to uplift loads [6]

3. Bearing capacity of single pile, subjected to uplift load.

If the failure mode is not clear, all of failure modes should be checked, so the geotechnical engineer must be familiar with the bearing capacity soil-pile system that results from each failure mode.

3.1. Vertical slip surface failure mode.

For vertical slip surface shape, the bearing capacity of a single pile in general is a sum of a tree members [7]: self weigh of pile, skin friction force, and a vacuum force between the tip and soil. The third member is usually neglected.

$$R_t = W_p + R_{s,t} + R_{b,t} = W + \int \tau_{ult}(z)\partial z \quad (1)$$

where:

R_t – bearing capacity pf pile for tension force;

W_p – self weight of the pile;

$R_{s,t}$ – skin friction force;

$R_{b,t}$ – tensile force at the tip, caused by negative pore pressure (vacuum);

The self-weight of pile can be calculated. Here the challenge arises from the need to make an accurate prediction of the value and distribution of the skin friction. So for preliminary calculation may be used equation (2). According to this method skin friction is calculated as function of overburden pressure and earth pressure at rest and increases infinitely in depth.

$$R_{s,t} = q_{s,av}\pi DL = \left(\frac{1}{2}k_0 \tan\delta\gamma' L\right)\pi DL \quad (2)$$

where:

$q_{s,av}$ – is average skin friction for pile length;

$tan\delta$ – adhesion between soil and pile.

k_0 – coefficient of earth pressure at rest;

γ – volume weight of soil.

Das [8] offer using of Yaki formula for estimation of earth pressure at rest k_0=1-sinφ. Meyerhof [9]replaces k_0 with $\underline{k_u}$ as nonlinear function of internal friction angle φ. Meyerhof [10] refines own work and suggest to use k_b, which is a function of L/D ratio and internal friction angle φ.

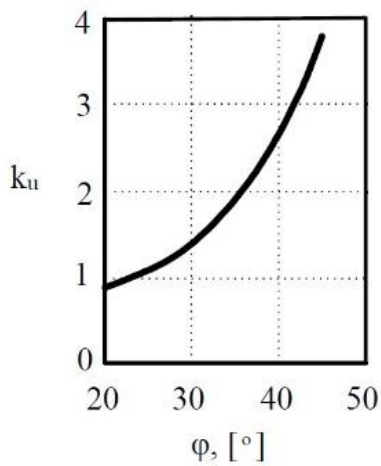


Fig. 3. Variation of the uplifting coefficient (k_u) with soil friction angle, adapted from Meyerhof [9]

Das [11] uses the theory of critical depth and defines L_{cr} in dependence on relative density D_r.

$$(L/D)_{cr} = 0{,}156D_r + 3.58, \quad for\ D_r < 70\% \quad (3)$$

$$(L/D)_{cr} = 14{,}15, \quad for\ D_r > 70\% \quad (4)$$

$$R_{s,t} = \frac{1}{2} p\gamma L_{cr} 2k_u \tan\delta + p\gamma L_{cr} k_u \tan\delta (L - L_{cr}) \quad (5)$$

where:

L – pile length;

p – perimeter of pile cross section;

L_{cr} – critical length of pile, where q_s increase. After L_{cr}, q_s is constant;

k_u – coefficient from Fig.3;

D_r – relative density of sand.

3.2. Inverted truncate cone model starting from pile tip

Assuming this type of failure (Fig.4), the soil collapses along a conical surface whose formation is α relative to the horizontal.

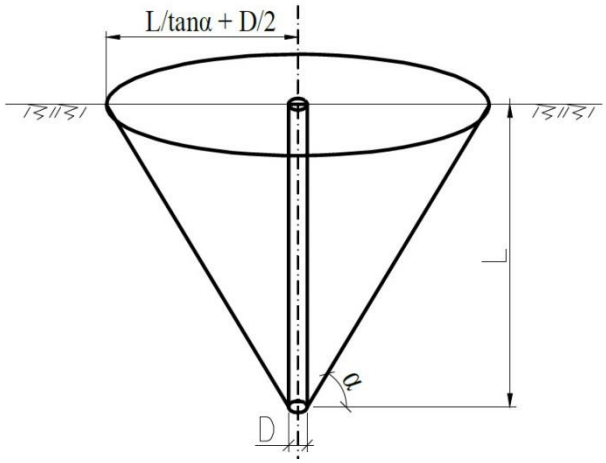


Fig. 4. Geometry of pile anchor in axis-symmetric solid body failure [12]

It is assumed that angle α is derived from expression:

$$\alpha = 90 - \left(\frac{\delta}{\varphi}\right)^6 \tan^{-1}\left(\frac{\varphi}{2}\right) \quad (6)$$

Deshmukh [12] introduces a relative critical depth $(L/D)_{cr}$. Depending on the values of this critical depth, different expressions are obtained for determining the bearing capacity.

3.3. Curved slip surfaced model

Chattopadhyay [13] proposes a model in which it is assumed that the soil body moves together with the pile under uplift force. At the limit equilibrium, the vertical force is opposed by the self-weight of the soil-cement wedge, as well as the mobilized shear strength on the surrounding surface.

Chattopadhyay and Pise [13], conclude that under certain assumptions the bearing capacity is:

for $L/D < (L/D)_{cr}$

$$R_t = \frac{1}{2} \pi d \gamma L^2 K_u \tan\delta \quad (7)$$

$L/D \geq (L/D)_{cr}$

$$R_t = \frac{1}{2} \pi d \gamma L_{cr}^2 K_u \tan\delta + \pi d \gamma L_{cr} (L - L_{cr}) K_u \tan\delta \quad (8)$$

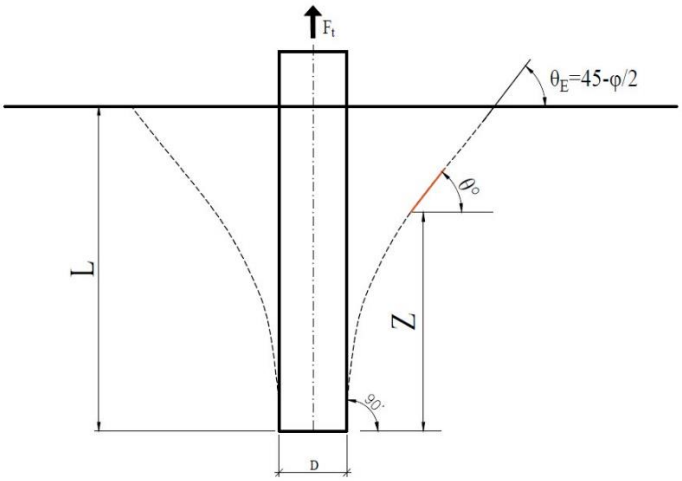


Fig. 5. Pile and Failure Surface, adapted from Chattopadhyay and Pise [13]

4. Numerical modeling of tension pile

Numerical analysis is performed to determine the relationship between load and displacement, as well as the distribution of the skin friction. The soil was modelled with 15 nodal finite elements, the soil boundary is at least 8D. Meyerhof [14] and Kishida [15] have been reported that either the zone of influence in which the soil is affected by installation of a pile or loading varies with soil density and pile installation method.

The pile behavior depends on several basic parameters: length to diameter ratio L/D; pile to soil modulus ratio E_p/E_S; and soil strength parameters. In this study a series of calculations were carried out for the piles with different dimensions. In order to understand better all aspects of skin friction twenty FEM model were developed:

- D=40см, L/D=5,10,15,20 as L=2m, 4m, 6m, 8m, 10m; respectively;
- D=60см, L/D=5,10,15,20 as L=3m, 6m, 9m, 12m, 15m; respectively;
- D=80см, L/D=5,10,15,20 as L=4m, 8m, 12m, 16m, 20m; respectively;
- D=100см, L/D=5,10,15,20 as L=5m,10m, 15m, 20m, 25m; respectively;

The soil is modeled with HS asymmetry model. Parameters of the soil are γ=18kN/m^3, φ=33°, c=2kPa, E_{50}^{ref}=20MPa, E_{oed}^{ref}=20MPa, E_{ur}^{ref}=60MPa. The material model for concrete pile is linear elastic with following model parameters: γ=23,5kN/m^3, E'_{ref}=20E6 kPa. To the interface is assigned same material properties as the sand. The adhesion factor is accepted tanδ=0.7tanφ, which is relevant for piles cast in place.

All model have three phases:

- initial phase ;
- pile and interface activation;
- applied load activation;

5. Analysis of the results

5.1. Mobilization of skin friction

Different authors suggest accepting same skin friction for tension as for compression load. There is couple type of skin resistance diagram, as shown on Fig 1. However, are really diagrams for tension and for compression same? The skin friction development vs L/D ratio is shown on Fig. 6 for 25%, 50%, and 75% and for 100% of the uplift load. On the left side is for pile with D=60 cm and L/D=5, until on the right side is for L/D =25.

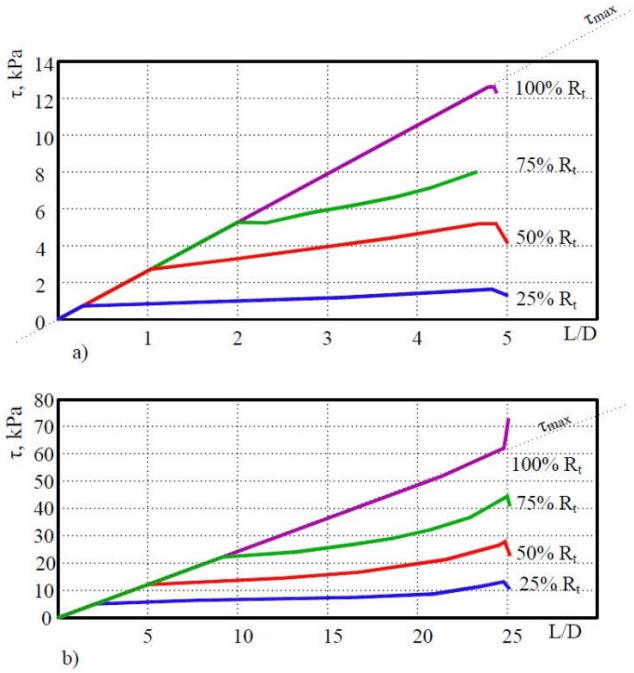


Fig. 6 Mobilized skin friction for pile D=60 cm, a)L/D=5 b)L/D=25

Therefore, it may defined critical depth for piles in tension to be the depth to which skin frictions increase linearly and after that is almost constant. For both short and long piles, skin friction reach as follows:

- For 25% of uplift load critical depth is 0,25/5 of $(L/D)_{max}$ for short and 2,5/25 of $(L/D)_{max}$ for long piles. This 0,1-0,2 $(L/D)_{max}$ or 5-10% of L_{pile};
- For 50% of uplift load critical depth is is 1/5 of $(L/D)_{max}$ for short and 5/25 of $(L/D)_{max}$ for long piles. This 0,2$(L/D)_{max}$ or 20% of L_{pile};
- For 75% of uplift load critical depth is 2/5 of $(L/D)_{max}$ for short and 10/25 of $(L/D)_{max}$ for long piles. This 0,4$(L/D)_{max}$ or 40% of L_{pile};
- for 100% of uplift load skin friction is equal to adhesion;

An interesting result is the deformation threshold of the pile-soil system reaches ultimate pullout capacity. The deformation at the top of the pile, when the failure load is reached is shown on Fig.7.

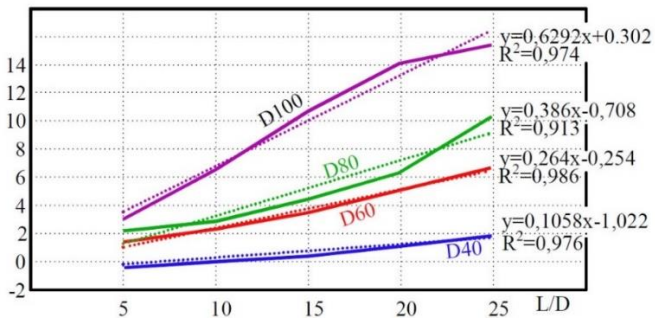


Fig. 7. Deformation vs. L/D ratio for piles with D=40, 60, 80, 100 cm

Therefore, for short piles, there is almost zero deformation before ultimate pullout capacity is reached. For long piles, the deformation is more, but we should note that a large part of this is the elastic elongation of the pile.

5.2. Bearing capacity of pile

The bearing capacity of piles is reached when the τ_{max} line is reached, as shown on Fig.6. For all piles the increment of ultimate pullout load is shown on Fig.8

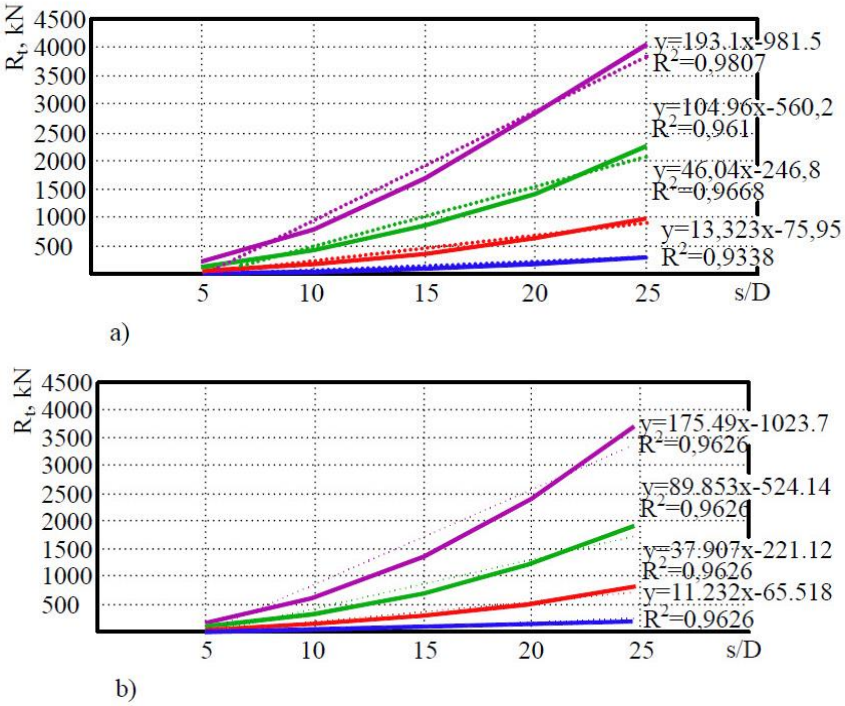


Fig. 8. Bearing capacity of tension pile. a) Plot of bearing capacity vs. L/D radio b) a) Plot of skin friction force vs. L/D radio

Here we may note that slope of trend line is higher for piles with large diameter, or increasing the skin friction is higher when the diameter is higher.

5.3. Failure mode

In this study the only noticed cylindrical failure mode, where the pile slips around its surface, The others suggested in Fig. 2 are unlikely for this type of pile. The may be used for belled pile, or for screw piles. It is logical because if we see Fig.4 the weight of the cone is bigger then this of the pile, the surface ot the cone is bigger than this of the pile, and the tanφ is bigger then tanφ.

5.6. Pile design optimization (lw/kN)

For field engineers, an interesting relationship would be the ratio of the self-weight of the pile to the total bearing capacity of a single pile. This ratio λ is calculated on equation (9):

$$\lambda = \frac{W_p}{W_p + R_{s,t}} = \frac{\pi D L \gamma_c}{\pi D L \gamma_c + \left(\frac{1}{2} k_0 \tan \delta \gamma' L\right) \pi D L} = \frac{\gamma_c}{1 + \frac{1}{2} k_0 \tan \delta \gamma' L} \tag{9}$$

where:

γ_c – concrete volume weight;

Can be noticed that:

- The longer is the pile, the smaller is the participation of self-weight;
- The ratio λ does not depend on the diameter of the pile

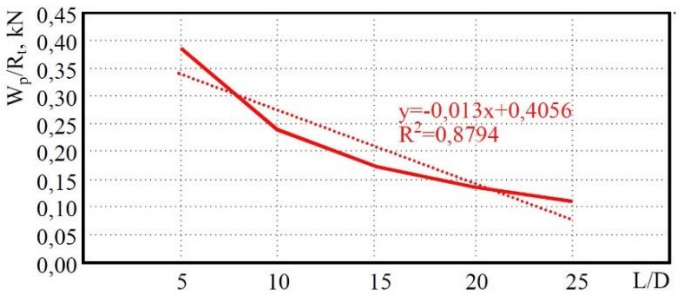


Fig. 9. Participation of self-weight of tension pile vs. L/D ratio

A very interesting dependency is the *L/D* vs. value of the pile. Therefore, if the pile price is mainly formed from pile drilling, volume of concrete and reinforcement quantity, the only missing position is the reinforcement. Acc. to previous experience it is accepted 100kg/m^3. Having in mind the prices in Bulgaria in the moment of article submission, the plot of value for each kN of the load is drown on Fig10.

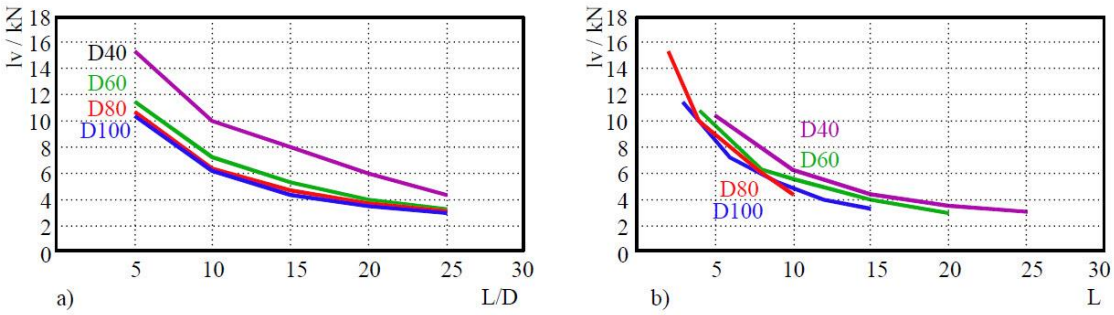


Fig. 10. Price estimation. a) lv/kN vs L/D ratio b) lv/kN vs pile diameter D

Obviously, long and slender piles are more economical than shorter ones. This is a logical conclusion since at depth the skin friction resistance is greater than in the shallower layers of the soil, at least according to the k_0 approach.

6. Validation of the numerical model

The results of the study are validated using the k0-approach (eq 2), equations proposed by Meyerhof [9] and eq 5 Das [8]. Table 1, Table 1 summarizes the results obtained from the numerical analysis, and compared with the three described methods. It can be seen that the k0 approach is the closest with a difference in results of up to 5%.

Table 1. Comparison of ultimate uplift capacity, calculated acc. to different methods

	self-weight	Numerical	k0-approach		Meyerhof (1973)		Das (1999)	
	W_p	R_t	$R_{s,t}$	R_t	$R_{s,t}$	R_t	$R_{s,t}$	$R_{s,t}$
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
D60, L/D=5	19.92	**56**	31.59	**51.51**	39.80	**59.72**	71.32	**91.24**
D60, L/D=10	39.85	**178**	126.36	**166.20**	159.212	**199.06**	191.09	**230.94**
D60, L/D=15	59.77	**367**	284.30	**344.07**	358.23	**418.00**	310.87	**370.64**
D60, L/D=20	79.69	**644**	505.43	**585.12**	636.85	**716.54**	430.64	**510.33**
D60, L/D=25	99.62	**974**	789.73	**889.34**	995.085	**1094.7**	550.46	**650.03**

The bearing capacity results, achieved by Meyerhof equation, are higher. This may be explaned with Fig.3, where k_u=1,33, instead of k_0=1,0. The results, obtained eq.5, Das [8] are much smaller. It must be noticed that piles usually work in groups and the pile cap must be design.

7. Conclusions

In this study, a series of numerical analyses were carried out in order to understand the behavior of a pile and the distribution of the skin friction around the pile under tensile force. The finite element method was used for the study, as the pile was modeled in an axisymmetric model as a volume element. When analyzing the results obtained, the following conclusions can be drawn:

- maximum bearing capacity is reached when 100% of the adhesion on the surface between the pile and the soil is mobilized;
- the displacement at which the maximum tensile force is reached is very small, about 1-5 mm.
- for large diameter piles, the increase in bearing capacity with increasing length is much greater than for small diameter piles
- The increase in embedment ratio L/D leads to a decrease in the price per unit of force.

8. Recommendations

In this study, a numerical study of a series of uplift piles has been conducted. After analyzing the results is noticed, that there is a clear contradiction with the accepted theory, part of which has been reproduced based on experimentally obtained results. Another drawback of the theoretical statements and the finite element method is that it is not possible to delve into the details of the piles' performance. It is accepted that the adhesion is 0.7 tanφ, but this is unlikely always this to be the value. As all design methodologies, in geotechnical engineering there is a discrepancy of results, and only static load test can validate one or other theory.

As a second recommendation, always need to estimate the price of the pile because there is a clear relationship between dimensions and price, which can lead to design that, is more economical.

REFERENCIES

[1] M. Randolf, J. Dolwin and R. Beck., Design of driven piles in sand, 1994. Gebtechnique 44, No. 3, 427-448.

[2] Normi za proektirane na pilotno fundirane, BSA, kn. 6/1993g

[3] DIN 1054:2010. Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Germany,

[4] N. Angelov, Nosimosposobnost na prodanvane na bezgredovi stomanobetonni plochi, 2024. XXIV International scientific conference vsu'2024 conference proceedings, ISSN 2683-071X, p 132-141

[5] N. Angelov, Nosimosposobnost na prodanvane na bezgredovi stomanobetonni plochi spored novata redaktsia na Evrokod 2, 2024. XXIV International scientific conference vsu'2024 conference proceedings, 1314-071X, p 137-146

[6] B. Yang, J. Ma, W. Chen and Y. Yang, Uplift Behavior of Belled Short Piles in Weathered Sandstone, 2018. Mathematical Problems in Engineering Volume 2018, Article ID 8614172, 8 pages, https://doi.org/10.1155/2018/8614172

[7] F. Kulhawy, Analysis of drilled shaft foundations in uplift: a summary report., 1981. School of Civil and Environmental Engineering, Cornell University, Volume 81, Issue 3 of Geotechnical engineering report

[8] B. Das and N. Sivakugan, Principles of Foundation Engineering, 2019. Cengage Learning, Inc. ISBN: 978-1-337-70503-5

[9] G. Meyerhof, Uplift resistance of inclined anchors and piles, 1977.

[10] G. Meyerhof, The Uplift Capacity of Foundations Under Oblique Loads, 1974. Canadian Geotechnical Journal, https://doi.org/10.1139/t73-005

[11] B. Das, A procedure for estimation of uplift capacity of rough piles, 1983. https://doi.org/10.3208/sandf1972.23.3_122

[12] V. Deshmukh and D. Dewaikar, Computations of uplift capacity of pile anchors in cohesionless soil, 2010. Acta Geotechnica (2010) 5:87–94, DOI 10.1007/s11440-010-0111-6

[13] B. Chattopadhyay and P. Pise, Uplift Capacity of Piles in Sand, 1986. Journal of Geotechnical Engineering Volume 112, Issue 9
[14] G. Meyerhof, Compaction of sands and bearing capacity of piles, 1959. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division Volume 85, Issue 6 https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0000231
[15] H. Kishida, Stress distribution by model piles in sand, 1963. https://doi.org/10.3208/sandf1960.4.1

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ЗВУКОИЗОЛАЦИЯ НА СЪВРЕМЕННИТЕ ЖИЛИЩА В БЪЛГАРИЯ. АНАЛИЗ НА КОНКРЕТЕН ПРИМЕР ОТ ПРАКТИКАТА И ПРЕПОРЪКИ ЗА ПОДОБРЕНИЕ

Наталия Б. Иванова[1], Даниела Иванова-Узунова[2]

РЕЗЮМЕ:

Защитата от шум е едно от съществените изисквания към сградите и е все по-актуална поради прякото и въздействие върху здравето на хората. Доколко сградите в България осигуряват акустичен комфорт на обитателите си? В настоящата статия е разгледан конкретен типичен пример от многофамилното жилищно строителство. Анализирана е звукоизолацията на ограждащите и на вътрешните преградни елементи и е съпоставена с действащата в Република България нормативна база и европейския и международен стандарт ISO/TS 19488:2021. Препоръчани са мерки за подобрение на слабите места с цел постигане на по-високо качество. Целта на статията е да насочи вниманието на професионалната общност към проблемите на акустичния комфорт в сградите и да даде препоръки за решаването им на проектно ниво.

Ключови думи: звукоизолация, акустичен комфорт, акустична класификация, акустично проектиране и изпълнение

SOUND INSULATION OF CONTEMPORARY RESIDENCES IN BULGARIA. ANALYSIS OF A CASE STUDY AND RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT

Natalia B.Ivanova[1], Daniella Ivanova-Uzunova[2]

ABSTRACT:

Noise protection is one of the essential requirements for buildings and is increasingly relevant due to its direct impact on human health. To what extent do buildings in Bulgaria provide acoustic comfort to their occupants? This article is a case study of a multi-family residential building. The sound insulation of the envelope and the internal partition elements of the building is analyzed and compared with the regulatory framework in the Republic of Bulgaria and the European and international standard ISO/TS 19488:2021. Measures are recommended to improve weak points in order to achieve higher quality. The goal of the article is to draw the professionals' attention to the problems of acoustic comfort in buildings and to provide solution recommendations during design.

Keywords: sound insulation, acoustic comfort, acoustic classification, acoustic design and performance

[1] Наталия Б. Иванова, гл.ас.д-р инж,, УАСГ, София
Natalia B. Ivanova, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., UACEG, Sofia, e-mail: bobeva_fhe@uacg.bg
[2] Даниела Иванова-Узунова, д-р арх. R&D мениджър Кнауф България, хоноруван преподавател УАСГ
Daniella Ivanova-Uzunova, Dr. Arch., KNAUF Bulgaria EOOD and UASG, e-mail: daniella.ivanova@knauf.com

1. Увод.

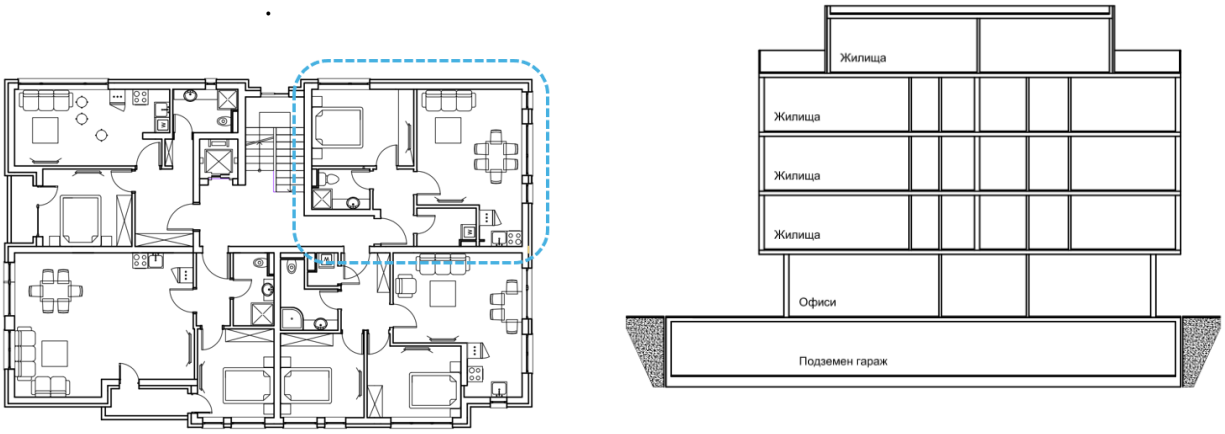
Звукоизолацията в жилищата е едно от важните условия, осигуряващи здравословен начин на живот. Световната здравна организация (СЗО) е установила, че шумът е втората най-голяма екологична причина за здравословни проблеми след замърсяването на въздуха (фините прахови частици във въздуха). Зелената книга на Европейския съюз (ЕС), определяща политика за шума, посочва, че около 20 % от населението на ЕС страда от нива на шум, които здравните специалисти считат за неприемливи и могат да доведат до сериозни последици за здравето [1]. Като се има предвид, че това са средни стойности за Европейския съюз, а у нас **данните от измерванията на шумовите нива напр. през 2017 г. показват, че регламентираните допустими шумови нива са превишени 70.94 % от контролните пунктове в страната [2].**

При проектирането и изпълнението на сградите рядко се обръща внимание на шумовите въздействия и мерките, които трябва да се предвидят по отношение на звукоизолацията. Това води до незадоволителен акустичен комфорт и необходимост от последващи строително-монтажни дейности, които са свързани с допълнително разходи и имат ограничена ефективност. Налага се темата да бъде повдигната в професионалната общност, за да може шумоизолацията да намери мястото си в процеса на проектиране и строителство за постигане на необходимото качество. В тази статия се разглежда един стандартен пример от съвременното строителство в България, за да се установи до каква степен се постигат изискванията за звукоизолация и къде са най-слабите места към които трябва да се насочи вниманието.

Проверява се съответствието на съществуваща жилищна кооперация в централна градска част, построена в периода 2018-2022 година с действащата в момента Наредба 4 за ограничаване на вредния шум чрез шумоизолиране на сградите при тяхното проектиране [3]. Сградата е изследвана и по класификация съгласно ISO/TS 19488:2021 Акустика — Акустична класификация на жилища [4].

2. Пример.

Като пример ще разгледаме апартамент, намиращ се в многофамилна жилищна сграда, разположена в градска среда. Сградата има 5 надземни етажа, от които партерният е с административна функция, а останалите са жилищни. Избраният апартамент е на втория етаж и граничи с друг апартамент, стълбище и общ коридор и има външни стени, ориентирани към две улици.



Фиг. 1. Етажно разпределение и разрез на примерната сграда. Разгледаният апартамент е обозначен [5]

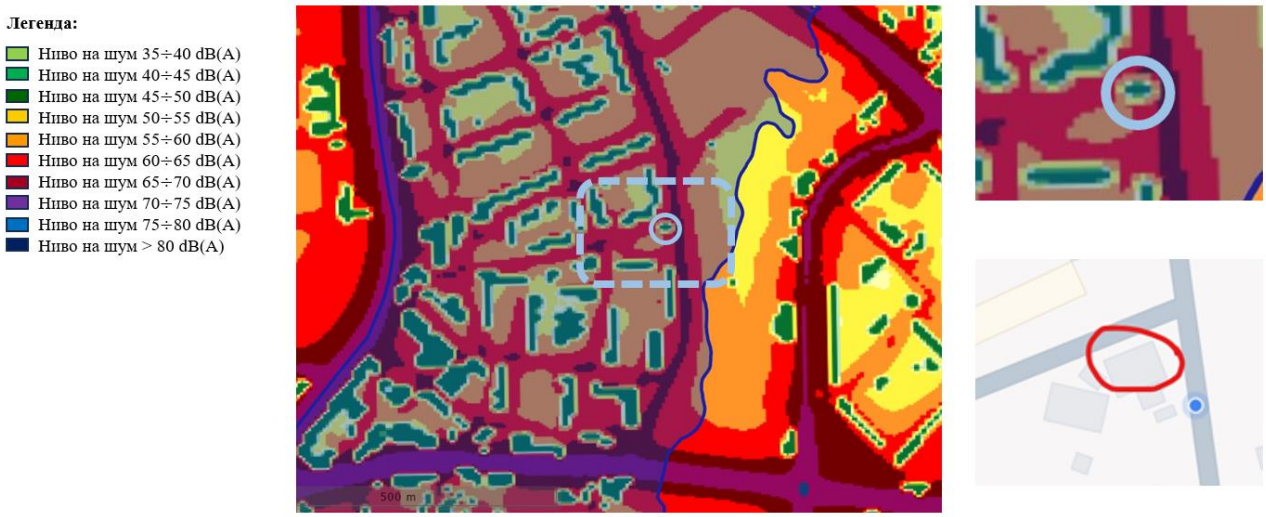
2.1. Изолация от външен шум. Външни стени

За да разберем дали външните стени отговарят на изискванията за защита от външен шум, трябва първо да установим неговото ниво.

Изискваните нива на изолация от въздушния шум на ограждащите конструкции са в зависимост от околния шум и са дадени в Приложение № 2 към чл. 19, Наредба 4. В конкретния случай при ниво на външен шум между 66-70 dB (Вж. Фигура 2) необходимата звукоизолация от въздушен шум за външна стена е мин. Rw′= 40 dB.

Нивото на шума на съответната територия се установява от шумовите карти за населеното място [5] или се измерва съгл. стандарт БДС ISO 1996-1 (7) и стандарт БДС ISO 1996-2 [8] .

Цветове на нивата на шума от шумовата карта са както следва: за стойности под 35 dB(A) - светлозелено от 35 до 40 dB(A) - зелено от 40 до 45 dB(A) - тъмнозелено от 45 до 50 dB(A) - жълто от 50 до 55 dB(A) - охра от 55 до 60 dB(A) - оранжево от 60 до 65 dB(A) - червено от 65 до 70 dB(A) - виненочервено от 70 до 75 dB(A) - лилаво от 75 до 80 dB(A) - синьо над 80 dB(A) – тъмносиньо.



Фиг.2. Местоположение на сградата жилищна сграда на кръстовище в градска среда и картата за шум и нива на Leq [6]

От съответната шумова карта за фасада 1 и фасада 2 е взето нивото на външния шум: LAеквв между 66 и 70 dB. Изискването за външната стена за този диапазон на външния шум е мин. Rw′= 40 dB. Проверяваме дали конструкцията на тази стена изпълнява това изискване.

За да изчислим звукоизолацията на фасада 1 вземаме предвид нейната обща площ, която е 5,20x2,60=13,52m^2, от която прозорците са с площ 4,125m^2. Отношението на плътна част към прозорците Sf/Sg е 0,305, което се равнява на 30,5% остъкляване.

Индексът на звукоизолация на съставена стена от плътна част и прозорци се определя в зависимост от процента на остъкляване и индексите на звукоизолация на плътната и остъклена част [3]. Установено е, че за да се постигне индекс на звукоизолация 40 dB е необходимо при тази стена, която е с около 30 % остъкляване, индексът на звукоизолация на плътната част трябва да е поне 45 dB, а на прозореца - 35 dB.

За плътна част е избран зид от керамични блокове с дебелина 25 cm и декларираи от производителя индекс на звукоизолация Rw= 47dB. При масивни гранични елементи може да се приеме, че влиянието на страничните пътища на предаване на шума е 2 dB, съответно, за Rw′= 47dB - 2dB=45dB.

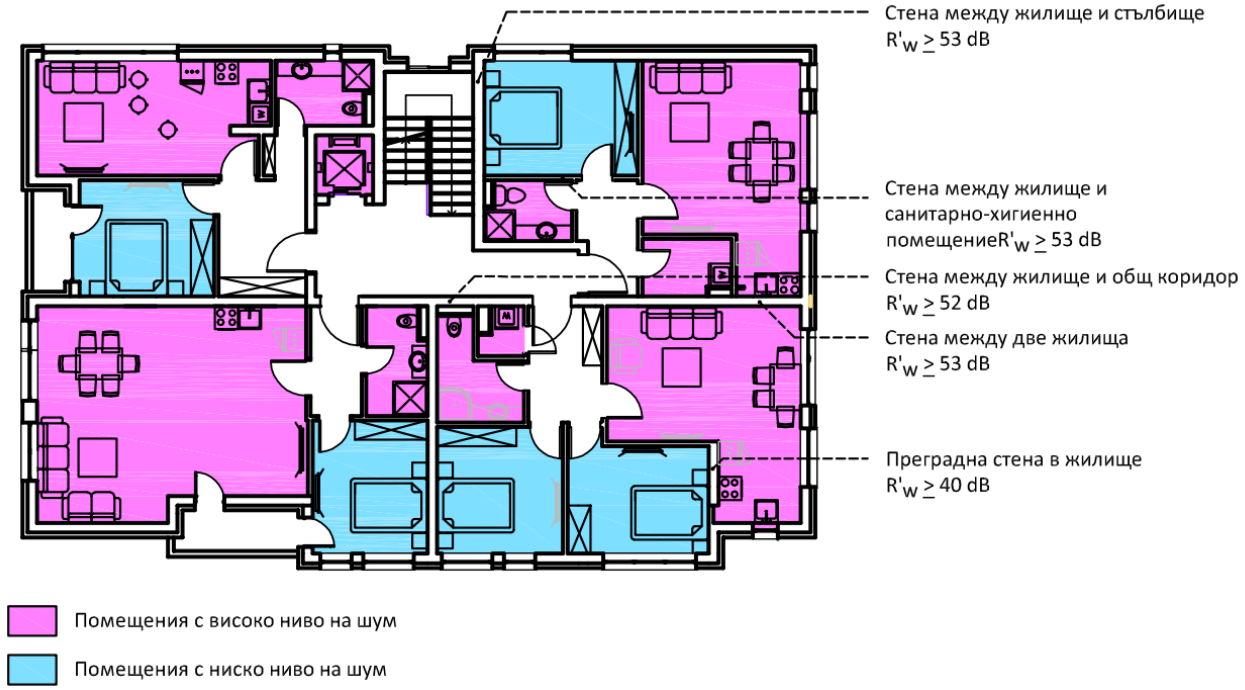
Прозорците трябва да са с индекс на звукоизолация 35dB. Тази стойност е най-добре да се докаже чрез протокол за изпитване на производителя, но има и спомагателни таблици,

които дават ориентировъчни стойности според вида на дограмата и стъклопакета. В случая индексът на звукоизолация на прозорците е по данни от производителя.

В заключение на проверката за конкретната съставна стена се установява, че отговаря на изискването min Rw´=40dB за външна стена при шумово натоварване между 66 и 70 dB.

2.2. Вътрешни стени

Наредба 4 определя изискванията към вътрешните стени в зависимост от функцията на помещенията, които разделят: стената между два апартамента трябва да има индекс на звукоизолация Rw´=53dB, преградна стена в жилище - Rw´=40dB, стена между жилище и общ коридор - Rw´=52dB, между жилищно и санитарно-битово помещение - Rw´=53dB и т.н. На фиг.3 са показани на самия чертеж изискванията за съответната жилищна сграда.



Фиг. 3 Пример за разположение на помещенията с минималните нормативни изисквания за преградните елементи, както оцветяване на различните функции на помещенията, в синьо за осигуряване на нощно спокойствие, в лилаво- с дневно използване. [5]

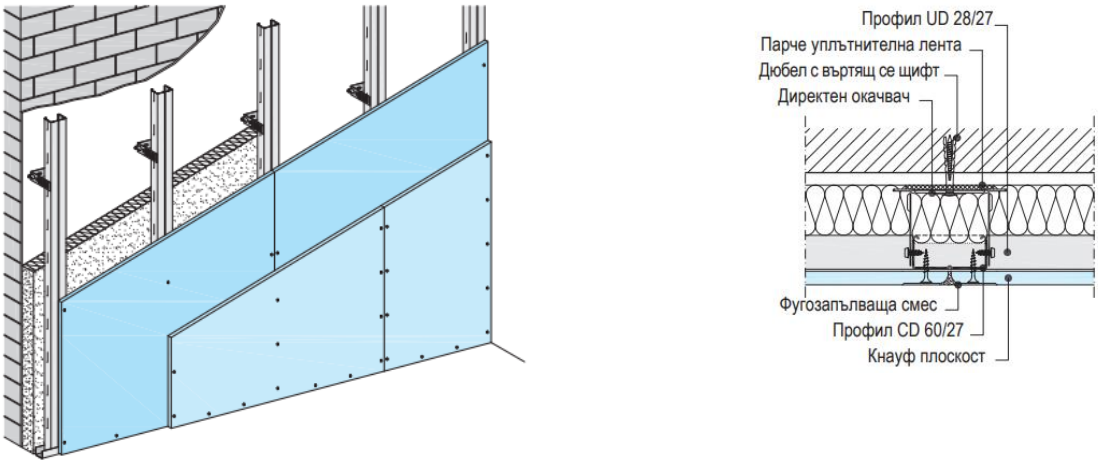
2.2.1. Междуапартаментни стени

Минималното изискване за тези стени е Rw´ е 53 dB, съгласно наредба 4.

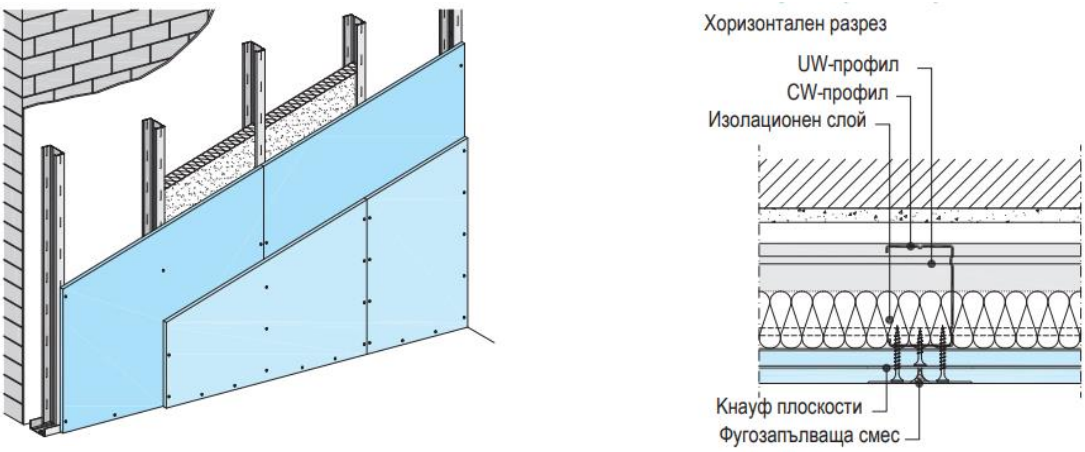
Изпълнена е тухлена стена d=25 cm с декларираи от производителя индекс на звукоизолация 45 dB, което не е достатъчно. Необходимото подобрение може да бъде реализирано като се изпълни предстенна обшивка с конструкция от щендерни профили, минерална вата и облицовка от гипсови плоскости, което може да подобри звукоизолацията с до 19 dB в зависимост от системата и вида плоскости (фиг. 4 и 5).

Някои от стените са стоманобетонни шайби с дебелина 25 см. Обемното тегло на стоманобетона е 2300 кг/м^3, което съответства на повърхностна плътност от 575 кг/м^2 за тази дебелина и от закона на масата, индексът на звукоизолация за конструкция с такава маса е 57 dB > 53dB – което показва, че отговаря на изискванията.

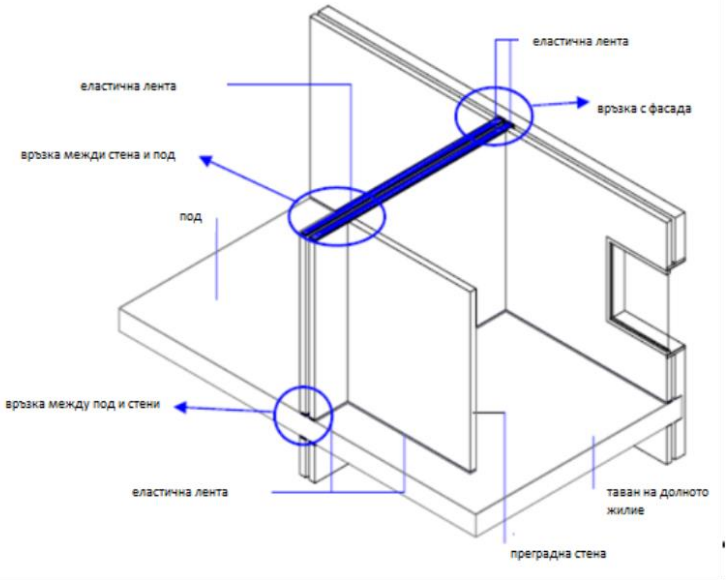
Проблем, който трябва да се вземе предвид при тежките, плътни стени е предаването на структурния шум, което може да се предотврати като се поставят еластични подложки както е показано на фиг.6 или изпълняване на други специални детайли.



Фиг.4 Предстенна обшивка с CD профили, свързна към тухлената стена посредством директни окачвачи – аксонометрия и хоризонтален разрез [9]



Фиг.5 Предстенна обшивка с CW профили, свободно-стояща – аксонометрия и хоризонтален разрез [9]



Фиг.6 Поставяне на еластични ленти на местата на твърди връзки за прекъсване предаването на структурния шум [10]

2.2.2. Преградни стени в едно жилище – изискване Rw´ > 40dB

При тухлен зид d=12 см от съответен производител, според данни от измервания е даден индекс на звукоизолация Rw = 44 dB. Тъй като обходните пътища на предаване на шума отново са масивни, можем да извадим 2 dB и да получим Rw´= 42 dB > 40dB и с това се показва, че отговарят на изискването за тези стени.

2.3. Под

Подовата конструкция е безгредова стоманобетонна плоча с дебелина 20 см, върху която е предвидена изравнаваща циментова замазка и финишно покритие.

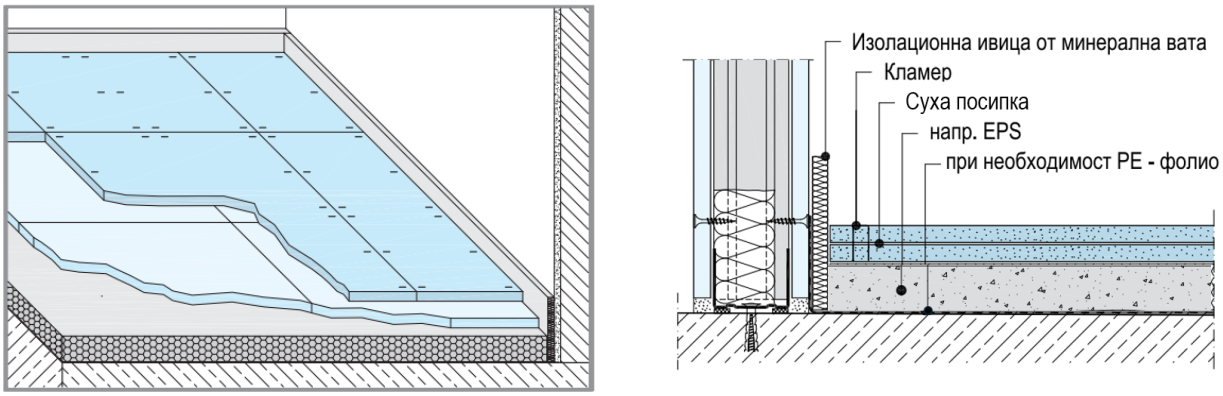
2.3.1 Въздушен шум – изискване Rw´> 54 dB

От закона за масата при 400 kg/m^2 индексът на звукоизолация е 53 dB, което не отговаря на изискванията. Налага се да направят подобрения, като например плаваща настилка, с което се получава индекс на звукоизолация 57 dB >54 dB и тогава вече минималните изисквания са изпълнени.

2.3.2 Ударен шум – изискване $L'_{nT,w} \leq 53$ dB

Приведеното ниво на ударен шум може да се изчисли приблизително от повърхностната маса на масивна конструкция по аналогичен начин като при въздушния шум с една разлика. Тук зависимостта е обратна - на по-малко ниво на звуковото налягане от ударен шум отговаря по-добра звукоизолация. Това е така, защото при изолацията от ударен шум не се мери разликата в звуковите нива, както е при въздушния шум, а преминалото ниво от другата страна на пода след активиране на ударна машина върху него.

По отношение на ударния шум, ако разглеждаме само стоманобетоновият под той ни дава стойност на нивото на ударен шум 70 dB, което е незадоволително съгласно изискванията. От данни на производител е приет сух под – суха керамзитова посипка 40 mm и два слоя гипсофазерни плоскости 12.5 mm (фиг. 7), което дава подобрение за ударния шум 20 dB и тогава 70dB-20dB = 50 dB, което е <53dB и така се удовлетворяват изискванията.



Фиг.7 Плаваща подова настилка по система за сух под с гипсофазерни плоскости [9]

3. Категоризация съгласно стандарт ISO/TS 19488

Тъй като националните изискванията за шумоизолиране на новите жилища не винаги могат да гарантират задоволителни условия за обитателите се налага разделянето на класове, отразяващи по-високи нива на акустичен комфорт в жилищата. Това степенуване на категории е дадено в стандарт ISO/TS 19488:2021 Акустика — Акустична класификация на жилища с 6 степени на звукоизолацията. Там е зададен друг показател, отчитащ звукопоглъщането в помещенията и даващ по-близки за реалното изпълнение резултати.

Показателят Dntw се изчислява от R‘w по следната формула:
$D_{nT,w} = R'_w + 10 \lg(0,32\ V/S)$ [dB]
В която:
S е площ на преградната стена в m2
V - обема на помещението приемник в м3

3.1. Изолация от външен шум.

Табл.1. Звукоизолация в жилища срещу външен шум - Граничини стойности за класовете

	Тип пространство	Клас A dB	Клас B dB	Клас C dB	Клас D dB	Клас E dB	Клас F dB
1	Фасади и покриви на обитаеми помещения в жилища; в специфична околна среда със звукови източници, характеризиращи се с L_{den}	$D_{nT,A,tr} \geq L_{den} - 20$	$D_{nT,A,tr} \geq L_{den} - 24$	$D_{nT,A,tr} \geq L_{den} - 28$	**$D_{nT,A,tr} \geq L_{den} - 32$**	$D_{nT,A,tr} \geq L_{den} - 36$	$D_{nT,A,tr} \geq L_{den} - 40$

Изчислен е показателя Dntw =40,73dB за помещение с обем V=50m3 и площ на преградния елемент S=13,52m2.

Изискването според табл.1 се изчислява, както следва 70dB-32dB=38dB

Стойността на показателя Dntw 40,73dB>38dB и по този начин външната стена отговаря на Клас D, съгласно ISO/TS 19488.

3.2. Вътрешни стени

Съответните стойности могат да се преизчислят към показателя $D_{nT,A}$ или $D_{nT,50}$ и да се сравнят със стойностите за класовете. Може се приложи $D_{nT,A}$ вместо $D_{nT,w}$, ако към граничната стойност се добавят 2 dB. Ако се прилага $D_{nT,A}$ вместо $D_{nT,50}$, към граничната стойност на $D_{nT,50}$ трябва да се добавят 2 dB. Граничните стойности на съответните показатели за класовете са дадени в табл.2

Табл.2. Изолация на въздушен шум между жилищни и други помещения - гранични стойности за класовете

	Тип помещения	Клас A dB	Клас B dB	Клас C dB	Клас D dB	Клас E dB	Клас F dB
1	Между обитаемите помещения в жилището и помещенията извън жилището във всички посоки	$D_{nT,50} \geq 58$	$D_{nT,50} \geq 54$	$D_{nT,A} \geq 52$	$D_{nT,A} \geq 48$	$D_{nT,A} \geq 44$	$D_{nT,A} \geq 40$

3.3. Под

По отношение на ударния шум, ако разглеждаме само стоманобетоновият под той ни дава стойност на нивото на ударен шум 70 dB, което е незадоволително съгласно изискванията. От данни на производител е приет сух под – суха керамзитова посипка 40 мм и два слоя ГФ 12.5 мм, което дава подобрение за ударния шум 20 dB и тогава

70dB-20dB = 50 dB<53dB отговаря за изискванията

По отношение на ударния шум част от изискванията за класове са дадени в следната табл.3.

Табл.3. Ниво на звуково налягане на ударния шум в жилища - граници на класовете

	Тип помещения	Клас A dB	Клас B dB	Клас C dB	Клас D dB	Клас E dB	Клас F dB
1	В обитаеми помещения в жилища от други жилища във всички посоки	$L'_{nT,w} \leq 46$ and $L'_{nT,50} \leq 50^a$	$L'_{nT,w} \leq 50$ and $L'_{nT,50} \leq 54^a$	$L'_{nT,w} \leq 54$	$L'_{nT,w} \leq 58$	$L'_{nT,w} \leq 62$	$L'_{nT,w} \leq 66$

По този начин пода попада под категория B.

4. Шум от техническо оборудване.

Зададените нормативно като минимални изисквания и от европейския стандарт за различните класове данни се изискват съответно за различните източници на шум от технически инсталации и оборудване. Тук са посочени съответните изисквания.

Съгласно Чл. 22. от Наредба 4, граничните стойности на показателите за шум, създаден от техническо оборудване, са, както следва:

1. при техническо оборудване с постоянен шум (помпи, отоплителни инсталации) - $L_{AF\,max,\,nT}$ = 30 dBA;

2. при техническо оборудване с променлив шум (асансьор, тоалетно казанче и др.) - $L_{AF\,max,\,nT}$ = 35 dBA.

Тези гранични стойности заложени в наредба 4 отговарят на клас D от интернационалната класификация дадени в табл.4, с малки отклонения в изискването за техническото оборудване с променлив шум.

Табл.4. Нива на звуково налягане в жилища, дължащи се на техническо оборудване в сградата - гранични стойности за класовете

	Тип помещения и източници[ab]		Клас A dB	Клас B dB	Клас C dB	Клас D dB	Клас E dB	Клас F dB
1	В обитаеми помещения в жилища от външно и вътрешно техническо оборудване, произвеждащо непрекъснат звук	$L_{A,eq,nT}$	≤22	≤26	≤30	≤34	≤38	≤42
2	В обитаеми помещения в жилища от външно и вътрешно техническо оборудване, произвеждащо прекъсващ или случаен шум, от съседни помещения	$L_{AF,max,nT}$	≤26	≤30	≤34	≤38	≤42	≤46

5. Заключение

В настоящата разработка са обхванати някои от основните моменти при проектирането на звукоизолацията и защитата от шум. Установи се, че някои от използваните в конкретния пример строителни елементи не отговарят на изискванията на Наредба 4. Необходими са мерки за подобрение на звукоизолацията от въздушен шум на стените, отделящи два апартаменти или апартамент от стълбище и общи коридори, както и мерки за подобрение на защитата от ударен шум на подовата конструкция.

Международната техническа спецификация ISO/TS 19488:2021 дава възможност за по-детайлна и точна класификация на жилищата в 6 категории. От направеното обследване на съществуващата сграда се констатира, че отделни елементи отговарят на клас D, а някой - на клас B, при което цялата сграда ще се постави в по-ниския клас, в случая D .

Тази класификация може да се използва за окачествяване на различните степени на акустичен комфорт в жилищата и да служи като аргумент за подобряване на сградите в този аспект.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://environment.ec.europa.eu/topics/noise_en#situ

[2] https://eea.government.bg/bg/soer/2017/noise/index

[3] Наредба № 4 от 27 декември 2006 г. за ограничаване на вредния шум чрез шумоизолиране на сградите при тяхното проектиране и за правилата и нормите при изпълнението на строежите по отношение на шума, излъчван по време на строителството

[4] ISO/TS 19488:2021 Акустика — Акустична класификация на жилища

[5] Личен архив

[6] http://www.isofmap.bg/

[7] БДС ISO 1996-1:2016 Акустика. Описание, измерване и оценяване на шума в околната среда. Част 1: Основни величини и процедури за оценяване (ISO 1996-1:2016)

[8] БДС ISO 1996-2 Акустика. Описание, измерване и оценяване на шума в околната среда. Част 2: Определяне на нивата на звуково налягане (ISO 1996-2:2017)

[9] Технически проспекти Кнауф предстенни обшивки и шахтови стени и сухи подове

[10] Guia de aplicacion del proteccion frente al ruido/ CSIC/ 2016

GEODESY 4.0: GEODESY TRANSFORMATION VIA NEW TECHNOLOGIES

Ani Stefanova[1]

ABSTRACT:

The current article examines geodesy transformation in the digitalization era which is known as Geodesy 4.0. The main components of this transformation include the Internet of Things (IoT), autonomous systems, drones with cameras and LiDAR sensors, artificial intelligence and virtual reality. These innovations are used in various fields such as urban planning, infrastructure management, environmental protection, natural resource management, construction and architecture. Despite the challenges related to the technological progress and regulatory issues, future perspectives of geodesy include automation, integrated information systems, cloud technologies, etc. which will continue transforming the discipline into a dynamic and modern science.

Keywords: Geodesy 4.0, technologies, IoT, autonomous systems, drones, LiDAR, AI

[1] Ani Stefanova, Chief Assist. Prof. Dr Eng., UACEG, e-mail: stefanova_fgs@uacg.bg

1. Introduction

Geodesy is a science that studies Earth's shape and dimensions as well as the positioning of objects on Earth. In the digitalization era, geodesy goes through significant changes that upgrade it to a new level - Geodesy 4.0. This transformation is due to the integration of new technologies that allow more accurate mapping and monitoring of Earth's surface. In this article, we will focus on the main technological innovations that are revolutional to geodesy and how they improve the accuracy and efficacy of processes in this field.

2. Geodesy 4.0 – main components and use

The term "Geodesy 4.0" – *Fig. 1*, is commonly used to refer to the fourth industrial revolution in the context of geodesy. It emphasizes the integration of new technologies and concepts that transform conventional methods of work in geodesy and make processes more accurate, efficient and automated.

Fig. 1. The geodetic evolution to Geodesy 4.0 [3]

2.1. Main components

The main components of Geodesy 4.0 include the Internet of Things (IoT), autonomous systems and drones equipped with cameras and LiDAR sensors, artificial intelligence and machine learning, cloud technologies and Big Data, virtual and augmented reality, and cyber-physical systems that combine physical processes with digital technologies. Together, these components form the foundation of modern geodesy which transforms the way we understand and manage our space.

2.2. Usage

Geodesy 4.0 is used in urban planning, infrastructure management, environment, natural resources, construction and architecture. Its more specific use includes: improving the accuracy and efficacy of urban planning by using drones and LiDAR to create detailed three-dimensional models of cities; monitoring the infrastructure status in real time via IoT sensors and autonomous systems; assessing ecological changes and managing natural resources through the analysis of satellite images and geospatial data; precise planning and execution of construction projects by using 3D models and virtual reality.

Geodesy 4.0 represents a new era in the development of geodesy characterized by the integration of modern technologies and innovations. This transformation includes the use of drones, LiDAR, global navigation satellite systems (GNSS), the Internet of Things (IoT), etc. These technologies not only facilitate the work of geodesists but also provide more accurate and reliable data which is essential for the sustainable development and management of natural resources and infrastructure. Reference [1] presents the advantages, characteristics and components of modern geodetic technologies such as digital photogrammetry, GPS, LIDAR and UAV systems.

Despite the challenges associated with technical complexity, cybersecurity and regulatory issues, the perspectives for Geodesy 4.0 are good as new innovations and approaches will continue

to transform this ancient science into a dynamic and modern discipline. The combination of traditional and new methods will allow geodesists to achieve even higher accuracy and reliability in their measurements and analyses.

3. Technological innovations revolutionizing geodesy

Geodesy as a science and practice goes through significant changes due to technological innovations that promote it further.

The following presentation describes some of the most significant technological advances that are revolutional to geodesy.

3.1. Drones and unmanned aircrafts

Drones are one of the most significant innovations in geodesy. They provide the ability to collect data quickly and accurately from the air which is especially useful when mapping large areas or difficult-to-access terrain. Photogrammetry combined with drones, creates high-quality orthoimage maps and 3D terrain models that can be used for a variety of purposes including urban planning, infrastructure monitoring and natural disaster risk assessment.

DJI company [7] offers drones equipped with high-resolution cameras that can capture detailed images of the terrain. These images can be processed with specialized photogrammetry software such as Pix4D [8] which generates 3D models and orthoimages - *Fig. 2*. This approach has been successfully used in projects such as mapping archaeological sites and monitoring forest fires.

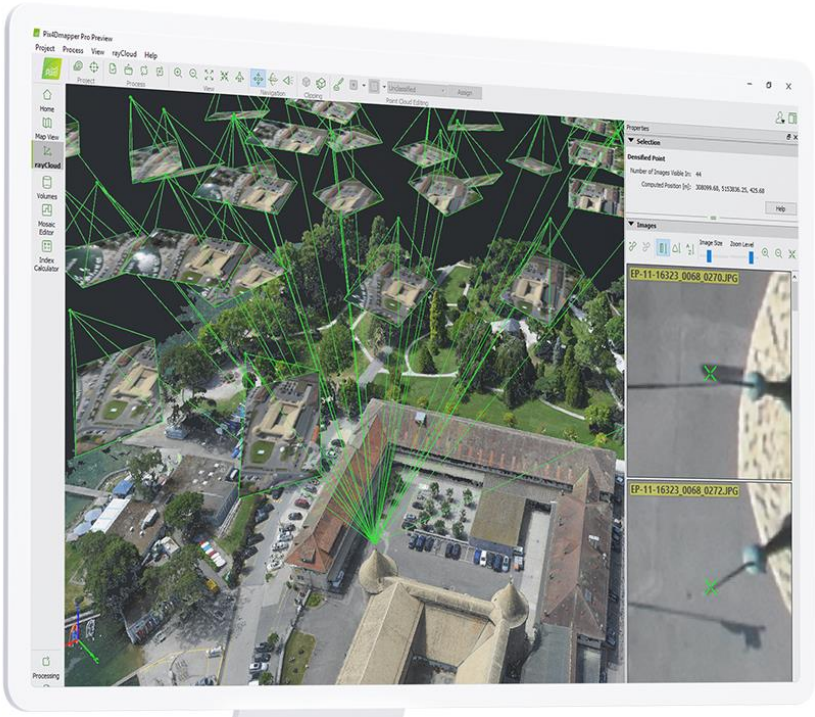


Fig. 2. Part of a three-dimensional model generated with Pix4D

3.2. LiDAR technology

Laser scanning (LiDAR) is another revolutionary technology that is widely used in geodesy. LiDAR systems send laser impulses to objects and measure the time necessary for the reflected signals to return. This allows the creation of detailed three-dimensional maps with high accuracy. LiDAR technology is particularly useful for monitoring changes in the landscape such as coastline erosion or glacier movement, topography analysis, forest areas and urban infrastructure. It provides data with high accuracy and it can work even in bad weather conditions.

NASA uses LiDAR to monitor ice covers – *Fig. 3* and glaciers [6] thus providing valuable data on climate changes.

Fig. 3. NASA's Multiple Altimeter Beam Experimental Lidar flying over Southwest Greenland's glaciers and sea ice to test a new method of measuring the height of Earth from space [6].

Additionally, companies such as Trimble [9] offer mobile systems that can be mounted on vehicles - *Fig. 4* or aircrafts for rapid and accurate mapping of large areas.

Fig. 4. Mobile mapping systems

3.3. Satellite systems and GNSS

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) such as GPS, GLONASS, and Galileo also play a crucial role in modern geodesy. They provide accurate coordinates and time synchronization which is essential for positioning and navigation. With their improved error correction capabilities and increased accuracy, these systems greatly facilitate the work of geodesists.

3.4. Artificial Intelligence and Machine Learning

Artificial intelligence and machine learning enable automated analysis of large volumes of data obtained from various sources such as drones, LiDAR and satellites and significantly accelerate the processes of data processing, analysis and interpretation. Machine learning can be used to detect anomalies in data, to predict trends and even to create dynamic models of changing geographical conditions.

The DeepGlobe project [2], [4] is an example of the use of artificial intelligence in geodesy. It uses deep neuron networks to analyze satellite images and create detailed land use maps. Another example is the Google Earth Engine project [5] which provides a platform for analysis of geospatial data using cloud technologies and machine learning.

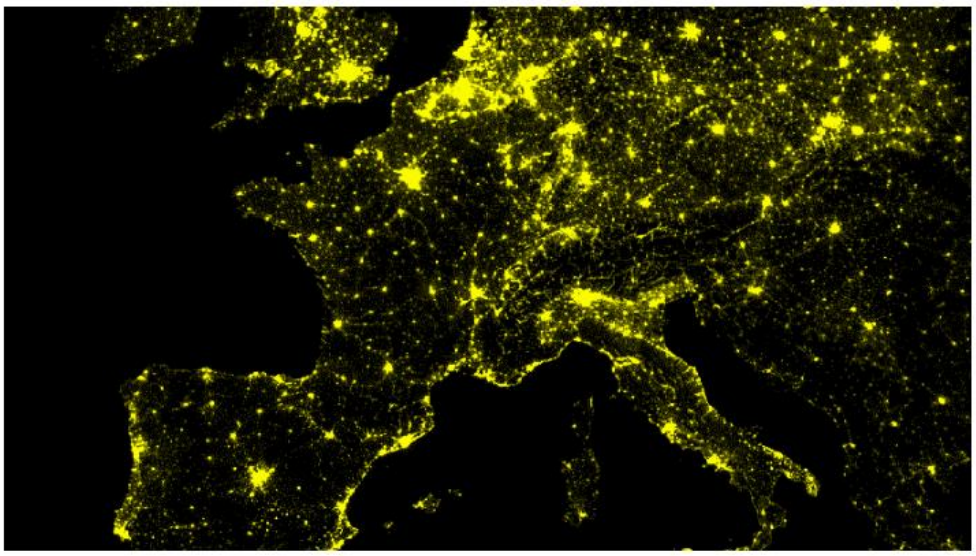


Fig. 5. Data from satellite image sensors

As an example, the data from satellite image sensors is available in Earth Engine, including night-time imagery (*Fig. 5*) from the Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System which has collected imagery of night-time lights at approximately 1-kilometer resolution continuously since 1992 [5].

3.5. Internet of Things (IoT) and Sensor Networks

The Internet of Things (IoT) and sensor networks provide the opportunity for continuous monitoring of geodetic parameters in real time. Sensors located in strategic sites collect data on the movement of Earth's crust, climate change and other factors that affect geodetic measurements. This data is transmitted to centralized platforms where it is analyzed and visualized, thus providing valuable information for the management of natural resources and infrastructure.

3.6. Virtual reality (VR) and augmented reality (AR)

Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) also have their position in geodesy. They allow visualization of complex geodetic data in an interactive environment which facilitates the understanding and analysis of spatial data. VR and AR technologies can be used for simulations and trainings as well as for presenting projects to interested parties.

3.7. Mobile applications and cloud services

Mobile applications and cloud services provide new opportunities for collecting, processing and sharing geodetic data. They allow geodesists to work in real time, regardless of their location and to share the results of their measurements with colleagues and customers. Cloud platforms also provide secure storage and easy access to large data volumes.

4. Challenges and perspectives of modern geodesy

Despite the numerous advantages of new technologies, their implementation in geodesy is challenging. Issues such as data integration from different sources and data protection need to be carefully considered and resolved. However, the future perspectives are promising. The combination of traditional and new methods will allow geodesists to achieve even higher accuracy and reliability in their measurements and analyses.

Modern geodesy faces numerous challenges related to technological progress, the increasing demands for accuracy and the need for sustainable development. At the same time, these challenges open up new opportunities and perspectives for the development of science and practice.

4.1. Challenges

Modern geodesy faces many challenges among which the issues of **data accuracy and reliability** take central role. To ensure high accuracy of measurements, regular calibration and maintenance of geodetic equipment is necessary. Without proper maintenance, data quality can be compromised which leads to inaccurate results and wrong conclusions. Moreover, processing and interpretation of large data volumes requires specialized skills and software tools. Data errors can lead to incorrect conclusions and decisions.

Another significant challenge is **the complexity of the projects**. Working in difficult terrains such as forests, mountains or urban areas requires special methods and techniques for data collection. These conditions often require the use of advanced technologies and strategies to overcome the challenges. In addition, many geodetic projects require collaboration between different specialists including engineers, architects and urban planners. This multidisciplinaritya can complicate coordination and communication between the different participants which further increases the complexity of the projects.

Regulatory and legal issues also pose a significant challenge for modern geodesy. Different countries have different regulations regarding the use of drones and other data collection technologies. Compliance with these regulations can be challenging especially when working on a global scale. In addition, the issue of ownership and rights to the collected data is often a matter of dispute and needs to be clearly regulated. The lack of clear rules can lead to conflicts and legal issues which highlights the need for well-defined legislative frameworks.

Environmental and social aspects also play an important role. Geodetic projects must comply with the principles of sustainable development to minimize negative environmental impacts. This includes the use of environmentally friendly technologies and practices that reduce pollution and preserve natural resources. Projects must also take into account the needs and interests of local communities to avoid conflicts and ensure fair and equal distribution of benefits. Social responsibility is a key factor in the successful implementation of geodetic initiatives which ensures that all interested parties are included and their rights are protected.

4.2. Perspectives

The perspectives for modern geodesy include **automation and robotization** which offer significant opportunities for improving the efficacy and accuracy of geodetic measurements. The development of robotic systems for data collection and processing can significantly increase the productivity and accuracy of geodetic activities. For example, autonomous drones can perform tasks independently, thus reducing the need of human intervention and increase the speed of data collection. These technologies not only speed up processes but also minimize errors occurring from the human factor.

In addition, the perspectives include **integrated information systems** that can provide an overall approach to spatial data and project management. Integration of geographic information systems (GIS) and building information models (BIM) can provide better coordination and management of complex infrastructure projects. Cloud technologies also play an important role, allowing for the storage and sharing of large data volumes which facilitates collaboration between different project participants. These platforms provide the flexibility and scalability necessary for effective geodetic data management in the modern world.

Data science and artificial intelligence offer new opportunities for analysis and prediction in geodesy. Using big data and artificial intelligence to analyze geodetic data can reveal new patterns and trends that would otherwise stay unnoticed. Machine learning can be used to create forecast models that predict future changes in landscape or infrastructure. These technologies not only improve data analysis but also provide valuable information for taking informed decisions in geodesy projects.

Last but not least, **education and training** play a key role in the development of geodesy. The need for qualified specialists in the field of geodesy requires investment in education and training. Universities and professional organizations must adapt their programs to new technologies and

methodologies. The constant upgrade of the knowledge and skills of geodesists is essential to address new challenges and implement innovations. Only through continuous professional development we can ensure that geodetic projects will continue to develop and meet the growing demands of modern society.

5. Conclusion

The integration of new technologies in geodesy leads to significant improvements in the accuracy and efficacy of mapping and monitoring. Drones, LiDAR, GNSS systems, artificial intelligence, IoT and sensor networks are just some of the tools that transform this science into Geodesy 4.0. These technological innovations not only make the work of geodesists easier but also provide more accurate and reliable data that is essential for the sustainable development and management of our planet.

Despite the challenges, modern geodesy offers many opportunities for development and improvement. By integrating new technologies, automation and collaboration between different disciplines, geodesists can achieve higher accuracy, efficacy and sustainability in their projects. The future perspectives of geodesy are promising as new innovations and approaches will continue to transform this ancient science into a dynamic and modern discipline.

REFERENCES:

[1] Davidović, M., Kuzmić, T., Modern geodetic technologies as a basis of the design and planning, Advanced Technologies, Systems, and Applications II, 2018

[2] Demir, I., Koperski, K., Lindenbaum, D., Pang, G., Huang, J., Basu, S., Hughes, F., Tuia, D., Raskar, R., DeepGlobe 2018: A Challenge to Parse the Earth through Satellite Images, 2018

[3] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geodesy_4.0.png

[4] http://deepglobe.org/

[5] https://earthengine.google.com/

[6] https://science.nasa.gov/science-research/earth-science/climate-science/sea-ice/new-nasa-laser-technology-reveals-how-ice-measures-up/

[7] https://store.dji.com/

[8] https://www.pix4d.com/

[9] https://www.trimble.com/

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ОРГАНИЗАЦИОННИ МОДЕЛИ ЗА СЪЗДАВАНЕ НА СГРАДИ В БЪЛГАРИЯ

Стоян Тодоров[1]

РЕЗЮМЕ:

В рамките на нормативната уредба на страната един възложител може да избере измежду няколко модела на реализация на инвестиционно намерение в строителството онзи, който в най-голяма степен съответства на неговите възможности и цели. Настоящият доклад представя петте най-често срещани в практиката организационни модели за създаване на сгради в България. При някои модели съществува голяма информационна асиметрия между възложител и строител, а при други самите тези участници са едно и също лице. От необходимостта тази асиметрия да бъде компенсирана в различните модели възникват различни задачи и за останалите участници. За описаните в членове от 160 до 168 от ЗУТ и в чл. 43 от ЗЕЕ осем участници са дефинирани задачи, които понякога са в конфликт с други фактори. В някои модели този факт ги превръща във формални и нереализуеми задачи.

Ключови думи: възложител, архитект, проект, строителство, организационен модел, сграда, информационна асиметрия, България

ORGANISATIONAL MODELS FOR BUILDING DEVELOPMENT IN BULGARIA

Stoyan Todorov[1]

ABSTRACT:

Within the framework of the national regulatory system, an investor may choose among several models the one that best aligns with his capabilities and objectives for the implementation of a construction investment project. This report presents the five most commonly used organisational models for building development in Bulgaria. Some of those models contain a significant information asymmetry between investor and contractor, while in others, its absence is due to the overlap of the two roles in one and the same entity. The need to compensate for this asymmetry gives rise to various tasks for the other actors involved. For the eight participants defined in Articles 160 to 168 of the Spatial Development Act and in Article 23a, paragraph 1 of the Energy Efficiency Act, certain responsibilities are assigned, which, in some cases, may conflict with other factors. In certain models, this situation renders the tasks formal in nature and practically unachievable.

Keywords: investor, architect, project, construction, organizational model, building, information asymmetry, Bulgaria

[1] Стоян Георгиев Тодоров, Дипл. -Инж.(ТУ Мюнхен), Архитект, докторант на Варненски Свободен Унивеситет „Черноризец Храбър“, ST Architekten GmbH
Stoyan Georgiev Todorov, Dipl.-Ing.(TU Munich), Architect, postgraduate student at the Varna Free University “Schernorizets Hrabar”, ST Architekten GmbH, Stoyan.todorov@st-architecten.com

1. Увод.

В зависимост от целите, които си поставя възложителят на едно начинание за създаване на сгради, съобразявайки се с националното законодателство, съществуват различни модели, по които той може да организира процеса. Алгоритъмът на създаване на сгради е технологично структуриран в определени фази.

ЗУТ в своите членове от 160 до 168 описва седем участници в инвестиционния процес. [1] Чл. 43 от ЗЕЕ от 2008 г. добавя към тях още един задължителен участник, който оценява съответствието на част Енергийна ефективност на инвестиционния проект. [2] В чл. 162 на ЗУТ „проектант“ е термин в единствено число, но реално това обикновено е екип от над 10 лица. За създаване на една сграда се предвижда огромна по количество проектната документация, без оглед на наличие/отсъствие на обществен интерес в нея, да бъде проверявана многократно от различни лица, частни консултантски фирми и институции, което води до пълно „размиване“ на отговорностите между тях. В чл. 3 на Наредба № 4 за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти от 2001 г. проектът се раздробява на 20 проектни части. [3] България може да бъде определена като крайна „ex ante“ система на контрол в строителството. От друга страна, множеството различни строителни занаяти, които са необходими за реализацията на една сграда, в България е възприето да се обединява в един единствен участник, наречен в чл. 163 на ЗУТ „строител“. Освен в случаите, когато възложителят е едновременно и строител на обекта, строителният процес по принцип се основава на информационна асиметрия между двамата участника в процеса: възложителя и изпълнителя / изпълнителите на строителните дейности, между които протичат най-голямата част от финансовите потоци.

Предмет на този доклад са предимствата и недостатъците на най-характерните модели за организация на инвестиционния процес в България, проследяването на пътищата на парите, както и откриването на конфликти на интереси в тези модели. Тук са анализирани техните особености от гледните точни на възложителя и на изпълнителя на строителството. За всеки организационен модел са изведени характерните професионални задачи на архитекта – взети от списъка дейности на чл.19, ал. 2 от Приложение 1 на Методиката на КАБ [5].

2. Модели на реализацията на строителни начинания в България.

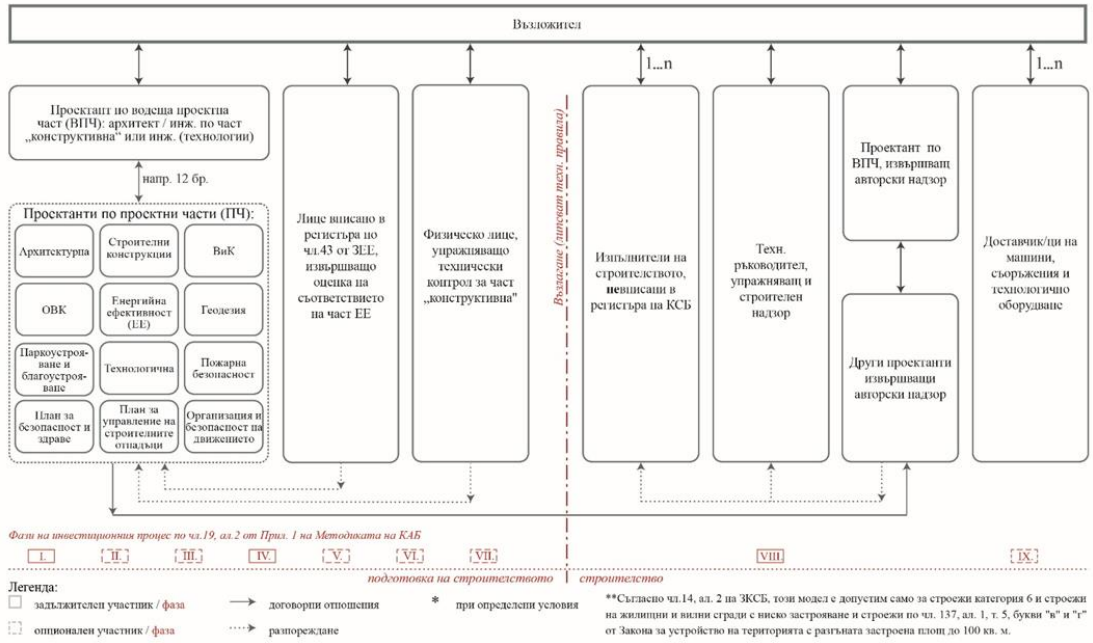
В зависимост от ограниченията, които налага ЗКС [4] и в зависимост от целите на възложителите, съществуват различни модели за създаване на сгради. Те могат да бъдат систематизирани в пет основни вида, като освен тях съществуват и редица хибридни модели, с които настоящият доклад не се занимава, поради големите им сходства с основните пет модела.

Както е видно от *Фиг. 2, 5, 7, 9 и 11* към представените по-нататък пет модела на организация, преобладаващата част от дейностите, изброени в чл. 19 ал. 2 от Приложение 1 на Методиката на КАБ [5] , не се работят от архитекти. Част от тези дейности са „мигрирали“ към други участници. Друга част от професионалните дейности на архитектите, чрез които се контролира съотношението цена / качество, често пъти изобщо не се възлагат. Това прехвърляне на важни методически определени дейности в процеса по създаване на сгради неминуемо води до компромиси с качеството на крайния резултат – самите сгради. Ако Наредба №4 се базира на обект-ориентирана логика, описваща съдържанието на строителните книжа – наричани проекти, респективно проектни части, то Методиката на КАБ е процес-ориентирана и описва дейностите, които един архитект следва да извърши в рамките на един инвестиционен проект, структуриран във фази от I до IX, за да се постигне добро съотношение на цената / качество в интерес на възложителя. Архитектът в голяма част от случаите се разглежда от възложителя в България най-вече само като проектант, който трябва да изработи една папка. Мнозинството от архитектите не работят разписаните в чл.19, ал.2 от Приложение 1 на Методиката на КАБ последователни дейности, а търсят най-прекия път към изработването на възложената им проектна част. Това „прескачане“ на фундаментално важни за качеството

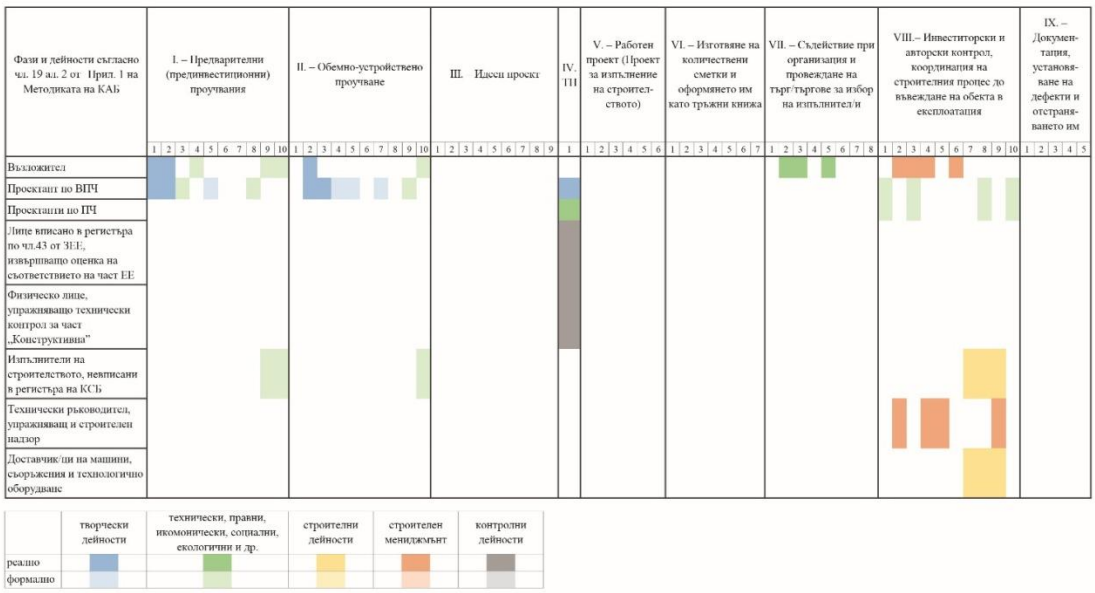
на архитектурната работа фази е в основата на незадоволителното качество на значителна част от построените сгради в страната.

2.1. Модел на отделно възлагане на проектиране и на строителство от множество изпълнители (Модел BG-1).

Този организационен модел (*Фиг. 1*) е с най-малък бюрократичен товар върху възложителя и му дава както свободата да не ангажира фирма-консултант за строителен надзор, а вместо това да възложи техническия контрол на доверено техническо лице, така и свободата да възлага строителството на всеки, способен да го извърши, или да го извърши сам, без да се изисква лиценз от КСБ. Избирайки този начин на организация, възложителят запазва контрола си върху повечето процеси, а бюрократичните формалности са сведени до минимум. Моделът е приложим само за сравнително малки сгради, разписани в чл.14 на ЗКС. Това ограничение се характеризира с ясен лобистки характер в полза на членовете на КСБ, защото липсва оценка на пропорционалността на това ограничение по смисъла на Директива (ЕС) 2018/958. [6]



Фиг. 1. Модел BG-1, Авторова схема

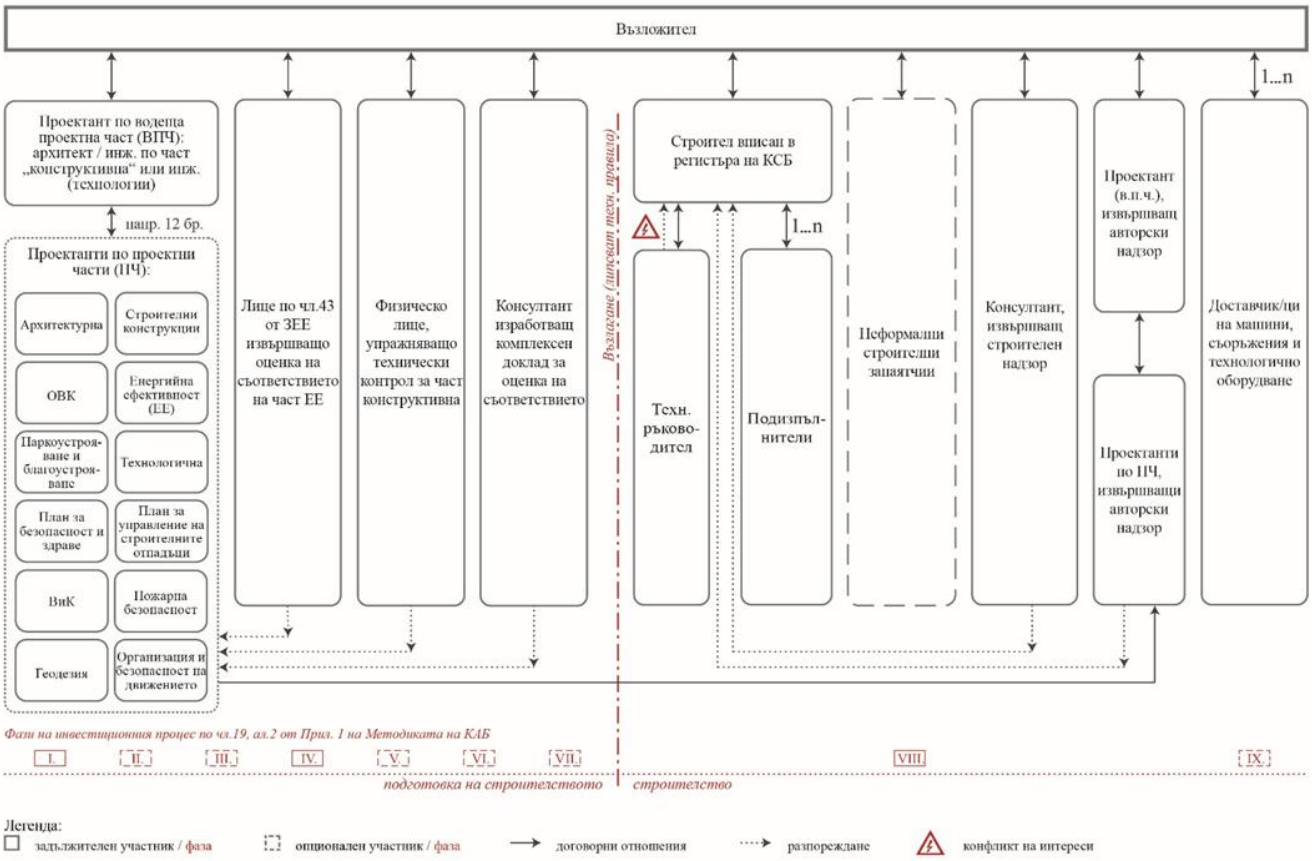


Фиг. 2. Дейности на архитекта при Модел BG-1, Авторова схема

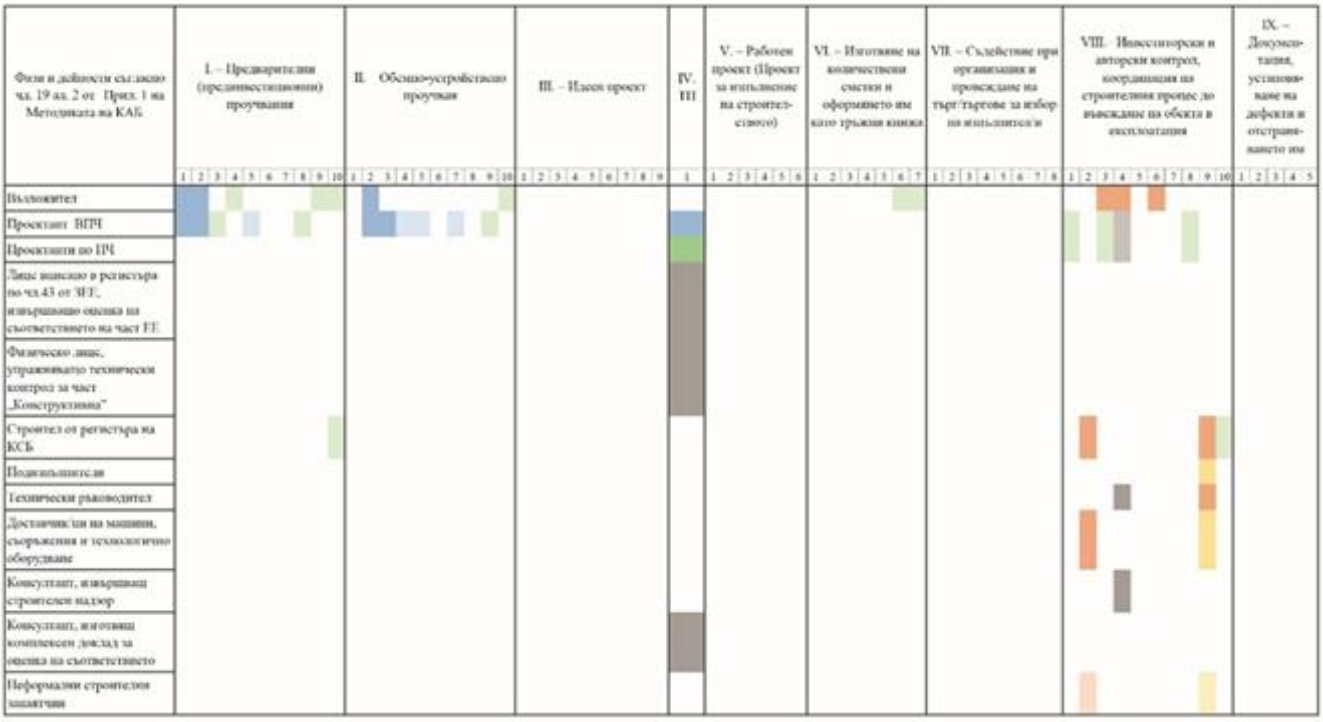
Фаза	Дейности от Методика за определяне на размера на възнагражденията за предоставяне на проектантски услуги чл. 19, ал.2 от Прил. 1	
I. – Предварителни (прединвестиционни) проучвания	1	Изясняване на инвестиционното строително намерение
	2	Посещение на място
	3	Съобразяване с ПУП
	4	Изготвяне на инженерни проучвания
	5	Съобразяване с НКЦ
	6	Изготвяне на технико-икономическа обосновка
	7	Обосновка на социалната целесъобразност
	8	Изготвяне на специфични проучвания
	9	Изготвяне на прогнозен график за продължителност на строителството
	10	Определяне на прогнозна стойност на строителното намерение
II. – Обемно-устройствено проучване	1	Съгласуване с проектантския екип, установяване на конфликти и взаимовръзки
	2	Определяне очертанията и обема на бъдещите обекти за застрояване
	3	Представяне на обобщено функционално-пространствено решение за етажите
	4	Представяне на обобщени обемно-фасадни решения
	5	Определяне на оформлението на околното пространство
	6	Даване на решения за инженерните мрежи в имота
	7	Определяне на изисквания и параметри за опазването на НКЦ и тяхната среда
	8	Изготвяне на чертежи според Наредба №4 от 2001г. на МРРБ
	9	Изготвяне на задание към останалите специалности
	10	Изработване на план-график със съществените дейности
III. – Идеен проект	1	Решаване на функционално-пространствената композиция
	2	Решаване на архитектурно-художествения образ
	3	Решаване на вписването в околната архитектурна и ландшафтна среда
	4	Решаване за създаването на устойчива, здравословна, безопасна, хигиенична и достъпна за всички среда
	5	Изготвяне на чертежи според Наредба №4 от 2001г. на МРРБ
	6	Опционално: изработка на 3D визуализации, фотомонтажи, анимации и макети
	7	Изработка на КС
	8	Специфициране на строителните продукти
	9	Изчисляване на приблизителна стойност на обекта
IV. Технически проект	1	Изготвяне на чертежи според Наредба №4 от 2001г. на МРРБ
V. – Работен проект (Проект за изпълнение на строителството)	1	Вземане на решение относно строителни продукти
	2	Вземане на решение относно изпълнението на изолациите
	3	Вземане на решение относно осигуряване на осветление
	4	Вземане на решение относно дограмата, настилките, облицовките и другите видове довършителни СМР
	5	Изготвяне на чертежи според Наредба №4 от 2001г. на МРРБ
	6	Изготвяне на КСС
VI. – Изготвяне на количествени сметки и оформянето им като тръжни книжа	1	Окончателно уточняване изискванията към влаганите материали
	2	Изготвяне на спецификации на врати, прозорци, обзавеждане и оборудване
	3	Изработване на окончателни КС
	4	Изработване подробни описания и спецификации
	5	Извеждане на цялостната стойността на обекта
	6	Оформяне на цялостна документация за провеждане на процедура по избор на изпълнител
	7	Определяне на срок за възлагане
VII. – Съдействие при организация и провеждане на търг/търгове за избор на изпълнител/и	1	Съставяне генерална КСС по всички специалности, ангажирани с проектирането
	2	Обсъждане с възложителя начините на възлагане на строителството
	3	Подготовка на тръжна документация
	4	Подготовка на общите условия и изисквания за провеждане на търг
	5	Обявяване и провеждане на търг (отделни търгове)
	6	Изготвяне на сравнителна таблица по показатели на офертите, сравняване единичните цени
	7	Изготвяне на препоръчителна оценка
	8	Съдействане при изготвяне на договора за строителство
VIII.– Инвеститорски и авторски контрол, координация на строителния процес до въвеждане на обекта в експлоатация	1	Изпълняване на инвеститорски и архитектурен контрол
	2	Изготвяне на календарен график за изпълнение на строителството
	3	Координиране работата на инженерните специалности по авторски и инвеститорски контрол
	4	Приемане на завършени етапи от СМР като качество и количество
	5	Писмено отразяване на пропуски и недостатъци, намиране на решения за тяхното отстраняване
	6	Проверяване на стойностите по представените актове, даване на съгласие за плащане
	7	Коригиране и съгласуване на архитектурни детайли в процеса на строителството
	8	Даване указания (в заповедната книга) на строителите при възникнали неясноти
	9	Извършване на контрол и евентуална корекция на елементите, доставени от изпълнителя/ите
	10	Изготвяне на екзекутивни чертежи
IX. – Документация, установяване на дефекти и отстраняването им	1	Регистриране и измерване на деформации и повреди
	2	Разследване и установяване причините за повредите
	3	Описване и документиране на повредите
	4	Организиране на мероприятия за защита и наблюдаване на обекта
	5	Изготвяне на оценка за възможни претенции в рамките на гаранционните срокове

Фиг. 3. Легенда: Фази и дейности съгласно чл. 19 ал. 2 от Приложение 1 на Методиката на КАБ (Модели BG-1, BG-2, BG-3, BG-4 и BG-5), Авторова схема

2.2. Модел на отделно възлагане на проектиране и на строителство от един изпълнител (Модел BG-2).



Фиг. 4. Модел BG-2, Авторова схема

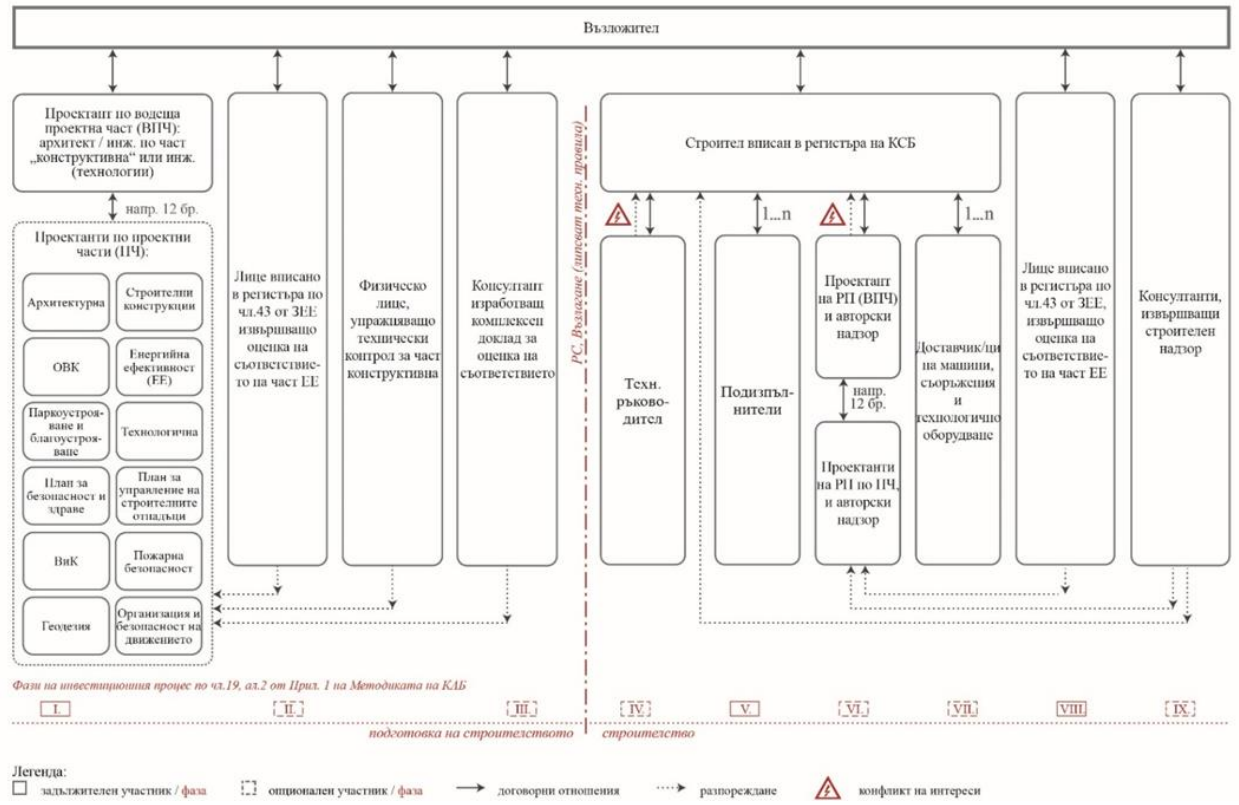


Фиг. 5. Дейности на архитекта при Модел BG-2, Авторова схема

При „Модел BG-2“ (*Фиг. 4*) строителството се възлага на база на готов ТП или РП с подробни количествени сметки (КС) и спецификации на фаза VII от Методиката на КАБ. Всичко това дава известна яснота както на възложителя, какво възлага, така и на строителя, какво се ангажира да построи, така че в това отношение този модел сравнително добре защитава интересите на възложителя да получи качествен строеж за разумна цена. На база на РП и подробните КС строителят може достатъчно точно да изчисли цената на СМР и да даде оферта. Затова при едно добро планиране, изключвайки по-изгодния, но ограничен само за малки сгради „Модел BG-1“, моделът за отделно възлагане BG-2 е най-изгоден за възложителя. За архитекта, този модел дава възможност, той освен в ролята на проектант да поеме и ролята на доверено лице на възложителя след фазите след прокектирането. Това обаче е по-скоро изключение в българската практика.

2.3. Модел на отделно възлагане на идеен проект и на работан проект + строителство на един изпълнител (частичен инженеринг) в България (Модел BG-3).

В България така нареченият инженеринг е най-предпочитания модел на възлагане от обществени възложители. При „Модел BG-3“ (*Фиг. 6*) строителството се възлага на база на готов ИП и окрупнени количествени сметки след фаза III от Методиката на КАБ, без детайли и без спецификации на материали и технологии. Това е моделът, който се практикува най-често когато създаването на сградата е с конкурс, а възложителят е обществен. Тъй като конкурси в България се организират рядко, този модел не е много популярен. В сравнение с предходният модел този има повече неизвестни при възлагането, поради липсата на детайлни проектантски решения. Това обстоятелство е логична причина за това офериращата страна да заложи по-голяма резерва в цената във възходяща посока и така да се предпази от финансови загуби в случай, че детайлизирането на проекта в работната фаза и специфицирането на материалите доведе до неговото усложняване и оскъпяване. На практика, обаче, при този модел се случва точно обратното: тъй като създателят на РП е подизпълнител на строителя, той изпълнява неговата воля и най-често опростява и поевтинява проекта така, че строителят да може да спечели допълнителни пари от това.



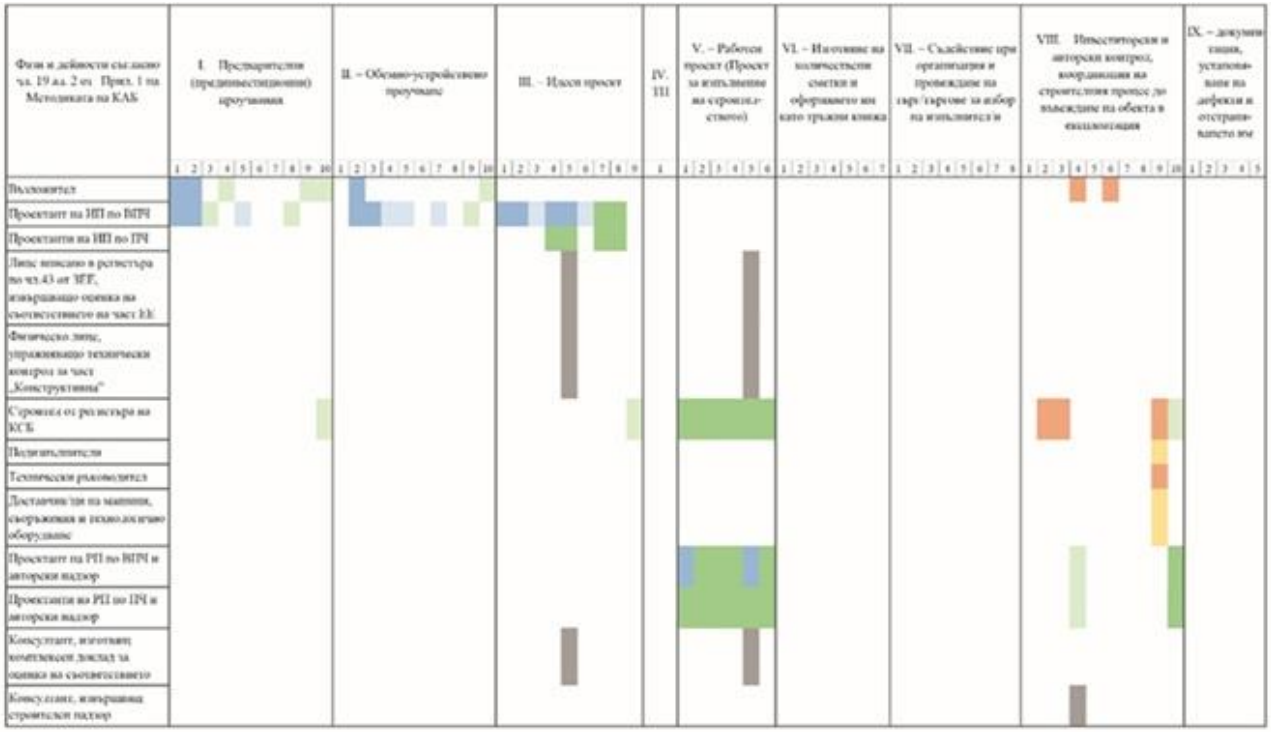
Фиг. 6. Модел BG-3, Авторова схема

Моделът на частичен инженеринг дава по-лоши възможности на възложителя да управлява в свой интерес съотношението между цена и качество в сравнение с „Модел BG-2“, защото той няма директно влияние върху проектантите в работната фаза на проекта. От друга страна архитектурните конкурси, по принцип, дават най-добри шансове за постигане на качествена архитектура на сградите.

За строителя този модел е благоприятен, понеже той има влияние върху проектантите на работния проект, зашото такъв е „пътя на парите“ - той ги избира и той им плаща. Той може да им влияе да избират по евтини материали и по-лесни за изпълнение технологии и по този начин да поевтини строителството и да повиши печалбата си.

Разделянето на ИП и РП на различни проектанти предполага получаване на съгласие от първите по ред проектанти да отстъпят авторските си права на вторите по ред. Дали да поиска това съгласие, включвайки го предварително като клауза в договора за проектиране или не, е решение на възложителя, който организира възлагането или конкурса, когато е предвиден такъв.

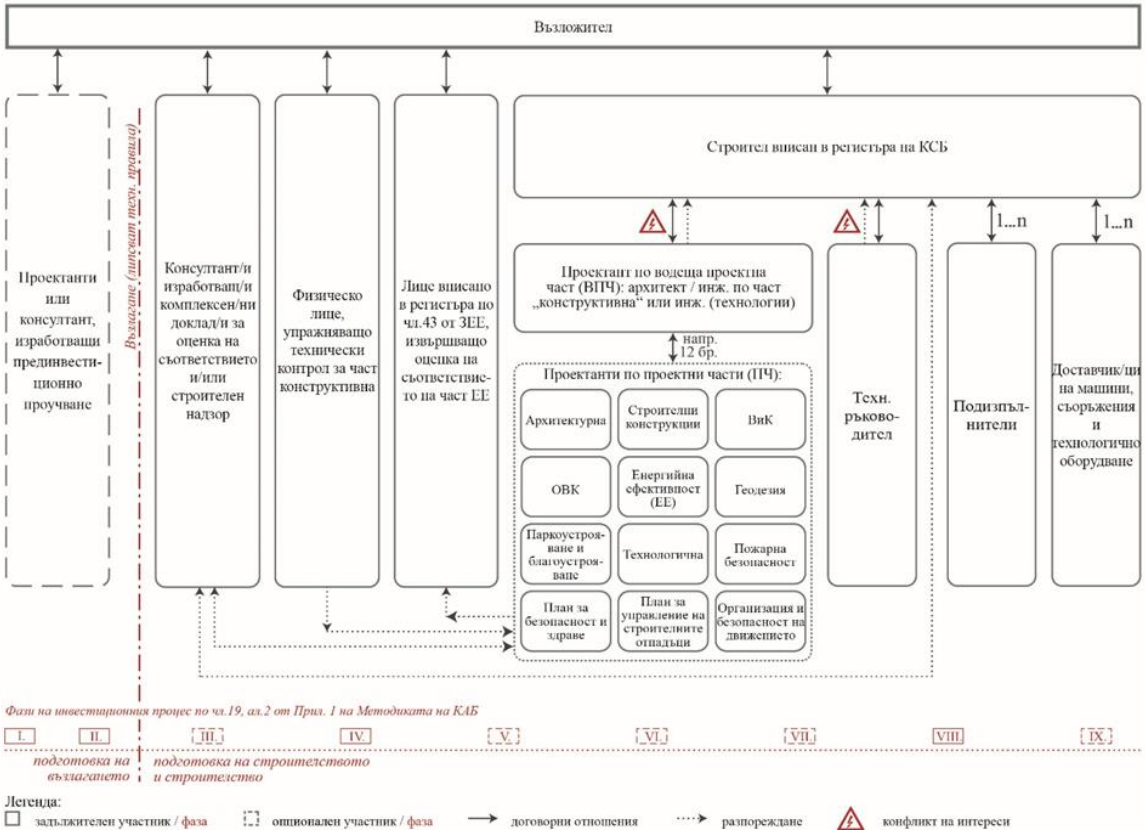
Съществуват порочни практики, този модел съзнателно да се ползва за заобикаляне на ЗОП [7], понеже ЗАПСП [8] гарантира ексклузивни права на създателя да бъде поканен като единствен изпълнител и на всяка цена при възлагането на РП. Ако общественият възложител и проектантът направят негласна уговорка ИП да бъде под прага на директно възлагане или дори да бъде безплатен и не се предвидят клаузи в договора за отстъпване на авторско право, то с одобряването на ИП проектантът получава правото да поиска неограничено висока цена за РП. Този модел в България се е установил като корупционна практика на общини, които нямат достатъчно предвидени средства за подготовка на проекти, с които да кандидатстват по различни програми. Така фаворизирани проектанти вършат услуга на общината, изработвайки безплатен ИП или проект под пазарната му стойност, ориентирайки цената си по прага за директно възлагане според ЗОП, а след това общината им се „отблагодарява“ щедро за РП, плащайки хонорари над пазарните, позовавайки се на ексклузивните права на автора и избягвайки пазарните механизми на ценообразуване. Заобикалянето на ЗОП чрез ЗАПСП в нарушение на Методиката на КАБ, определяща минимални цени за ИП, остават несанкционирани от КАБ.



Фиг. 7. Дейности на архитекта при Модел BG-3, Авторова схема

2.4. Модел на цялостно възлагане на проектиране и на строителство от един изпълнител (тотален инженеринг) в България (Модел BG-4).

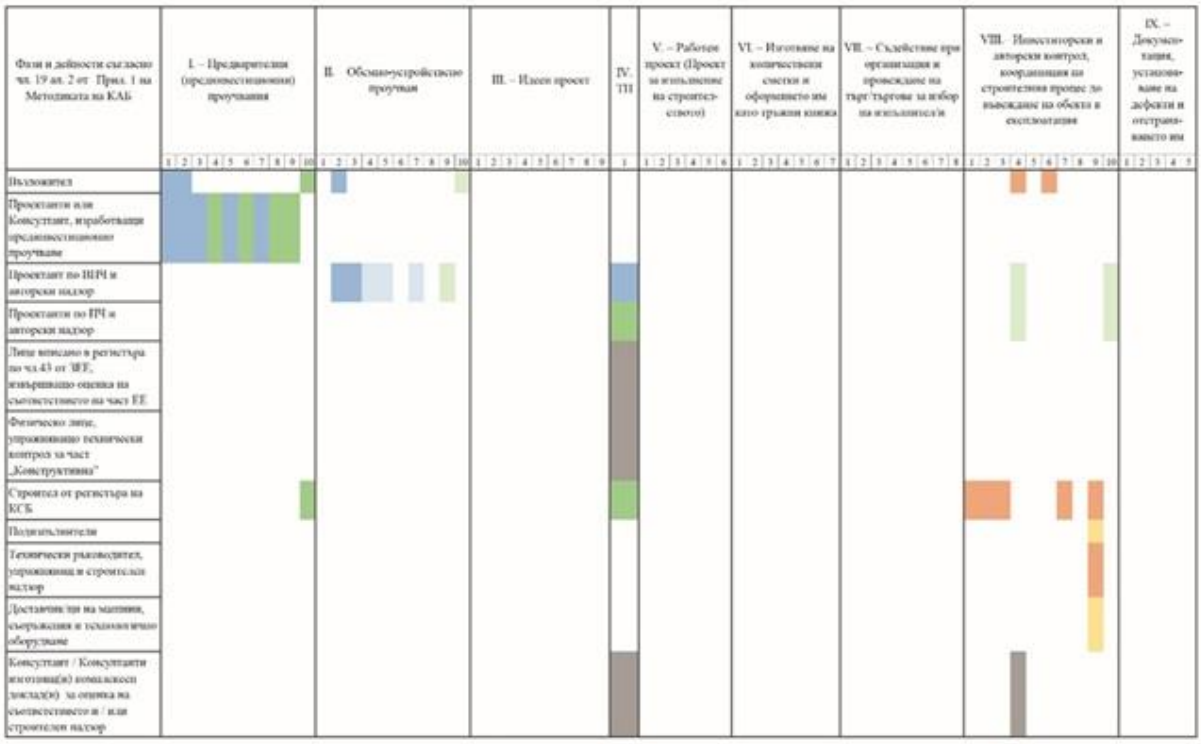
При „Модел BG-4“(*Фиг. 8*) строителството се възлага само на база на предпроектно проучване, след фаза I от Методиката на КАБ. В сравнение с предходния модел, този има доста повече неизвестни. Логично е офериращата страна да заложи още по-голяма резерва във възходяща посока, за да се предпази от финансови загуби в случай, че проектирането доведе до оскъпяване. Тъй като в този модел възлагането става в най-ранна фаза, то, ако приемем, че пазарният механизъм работи в България като в Германия, то може да се направи заключението, че цялостният инженеринг оскъпява с около 30% цените на строителството. [9]



Фиг. 8. Модел BG-4, Авторова схема

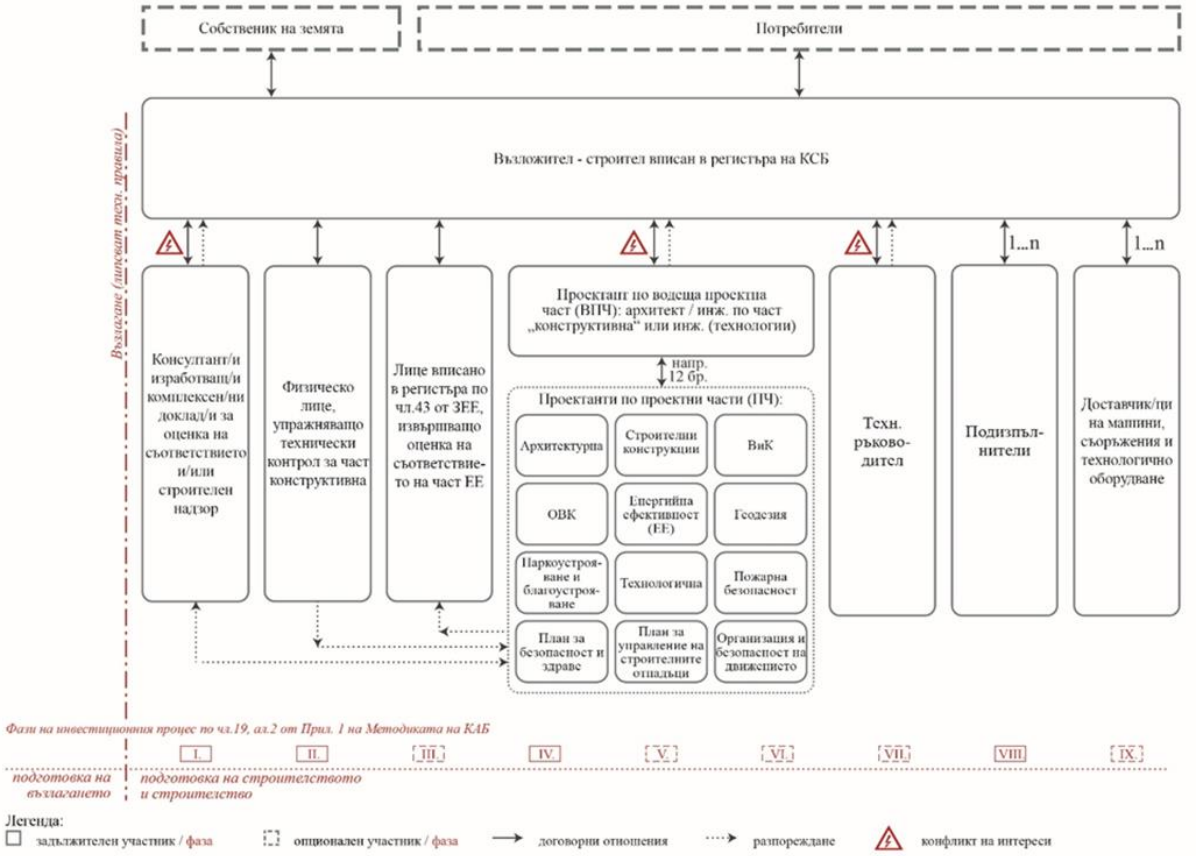
Този модел е предпочитан от обществените възложители в България, защото той, въпреки че е най-скъп, е най-лесен за тях. Всички останали модели на организация са свързани с ангажименти на възложителя да организира множество обществени поръчки. Колкото е по-прост за реализация един модел, толкова по-удобен е той за един възложител, който не борави със свои пари и за когото качеството не е приоритет. Следва да се отбележи, че значителна част от обществените възложители в България нямат и човешкият ресурс да се справят с другите модели на организация. Освен всичко това този модел е и най-подходящ за корупционни практики, защото така огромната част от възможностите на възложителя да влияе на инвестиционния процес се прехвърлят на строителя и той поема цялостното проектиране и строителство. Така той може да реализира големи икономии на средства за сметка на качеството на строежа, с които да се финансира корупцията. Тъй като при този модел проектантите са подизпълнители на строителя, те следват неговите указания да залагат най-евтини материали и технологии, които, разбира се, в общия случай са и с най-ниско качество. Ако приемем, че качеството на сградите, които се финансират с обществени средства е обществен интерес, то този интерес в този организационен модел е най-силно пренебрегнат.

За строителя това е най-печелившия модел, а за архитектите той е най-неблагодриятен поради подчинената им роля на строителя и налагащите се компромиси с качеството (*Фиг. 9*).

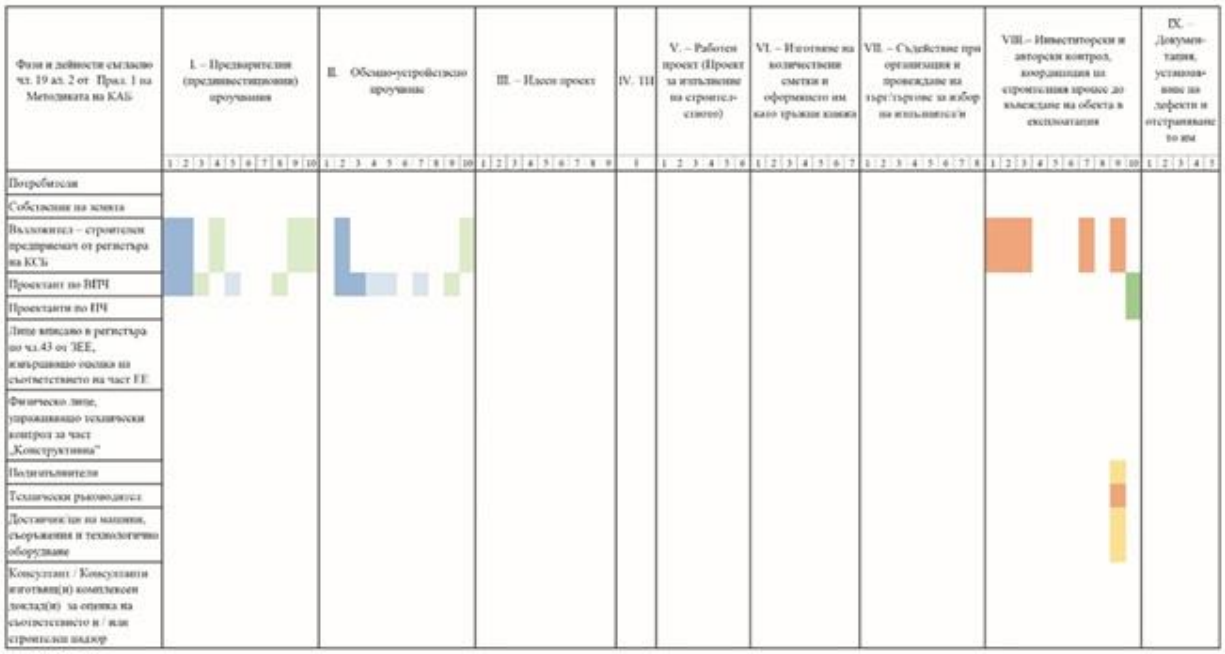


Фиг. 9. Дейности на архитекта при Модел BG-4, Авторова схема

2.5. Модел на проектиране и строителство от строителен предприемач в България (Модел BG-5).



Фиг. 10. Модел BG-5, Авторова схема



Фиг. 11. Дейности на архитекта при Модел BG-5, Авторова схема

ЛИТЕРАТУРА

[1] Закон за устройство на територията; https://lex.bg/laws/ldoc/2135163904

[2] Закон за енергийната ефективност; https://lex.bg/laws/ldoc/2135605212

[3] Наредба № 4 от 21 май 2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти (2001); https://lex.bg/laws/ldoc/-549165055

[4] Закон за Камарата на строителите; https://lex.bg/bg/laws/ldoc/2135540681

[5] Методика за определяне на размера на възнагражденията за предоставяне на проектантски услуги в устройственото планиране и в инвестиционното проектиране , Камара на архитектите в България; https://kab.bg/core/wp-content/uploads/2024/09/METODIKA_za_opredelqne_na_razmera_na_vaznagrajdeniqta_za_predostavqne_na_proektantski_uslugi_v_ustro.pdf

[6] Директива (ЕС) 2018/958 на ЕП и на Съвета от 28 юни 2018 година относно проверката за пропорционалност преди приемането на ново регулиране на професии, EUR-Lex https://eur-lex.europa.eu/legal-content/bg/ALL/?uri=CELEX%3A32018L0958

[7] Закон за обществените поръчки; https://lex.bg/laws/ldoc/2136735703

[8] Закон за авторското право и сродните му права; https://lex.bg/laws/ldoc/2133094401

[9] B. Kochendörfer, J.Liebchen, Markus G. Viering, Bau-Projekt-Management: Grundlagen und Vorgehensweisen. 4. Auflage. Vieweg & Teubner Verlag, 2010;

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

НУЖДА ЗА АКТУАЛИЗИРАНЕ НА БЪЛГАРСКИТЕ ТЕХНИЧЕСКИ СТАНДАРТИ ЗА РЕЦИКЛИРАН АСФАЛТ ВЪЗ ОСНОВА НА МЕЖДУНАРОДНИТЕ ПРАКТИКИ

Методий Стелиянов[1]

РЕЗЮМЕ:

Българските технически спецификации за рециклирана асфалтова настилка (RAP) изостават от най-добрите световни практики и подценяват истинския потенциал на този материал. Това задълбочено сравнително проучване разкрива, че при строг контрол на качеството и политики за управление на риска, смеси с високо съдържание на RAP до 100% могат да постигнат минималните критерии за ефективност. Изследванията на работните рецепти и зърнометричният състав показват техническо съответствие с европейските стандарти, въпреки че са възможни подобрения в българските спецификации. Проучването разкрива, че българските норми предпочитат по-ситно зърнести фракции, които ограничават оптимизацията на RAP. Резултатите от изследването подчертават необходимостта от прилагане на по-адаптивни и екологично ориентирани стандарти в пътната инфраструктура.

Ключови думи: Рециклиран, фрезован, асфалт, настилка, RAP, битумен, зърнометричен състав, спецификация, подобрение, устойчивост по Marshall, работна рецепта.

NEED FOR REVISION OF THE BULGARIAN TECHNICAL STANDARDS FOR RECLAIMED ASPHALT IN ACCORDANCE WITH INTERNATIONAL PRACTICES

Metodiy Steliyanov[1]

ABSTRACT:

The Bulgarian technical specifications for Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) are behind the global best practices and underestimating the true potential of this material. A thorough comparison study reveals that, under rigorous quality control and risk management policies, high RAP content mixes of up to 100% can achieve the minimum performance criteria. Mix design and particle size distribution investigations demonstrate technical conformance with European standards, although Bulgarian envelope deviations suggest specification improvements. The study reveals that Bulgarian norms prefer smaller gradations, which are restricting the RAP optimization. The results imply that Bulgarian road infrastructure policy should include more adaptable and environmentally beneficial standards.

Keywords: Reclaimed, site-won, asphalt, pavement, RAP, bitumen, particle size distribution, specification, improvement, Marshall stability, mix design, mineral content, binder content.

[1] Metodiy Steliyanov, Mag. Eng., VFU “Chernorizets Hrabar”, metodiy@abv.bg

1. Увод.

В условията на приетата международна политика за намаляване на въглеродните емисии, ефективно използване на ресурси и преход към кръгова икономика, пътната индустрия играе ключова роля чрез иновации като използването на рециклиран асфалт (RAP). Основополагащият документ спрямо, който се гарантира качеството, безопасността и дълготрайността на пътна инфраструктура във всяка страна са техническите спецификации.

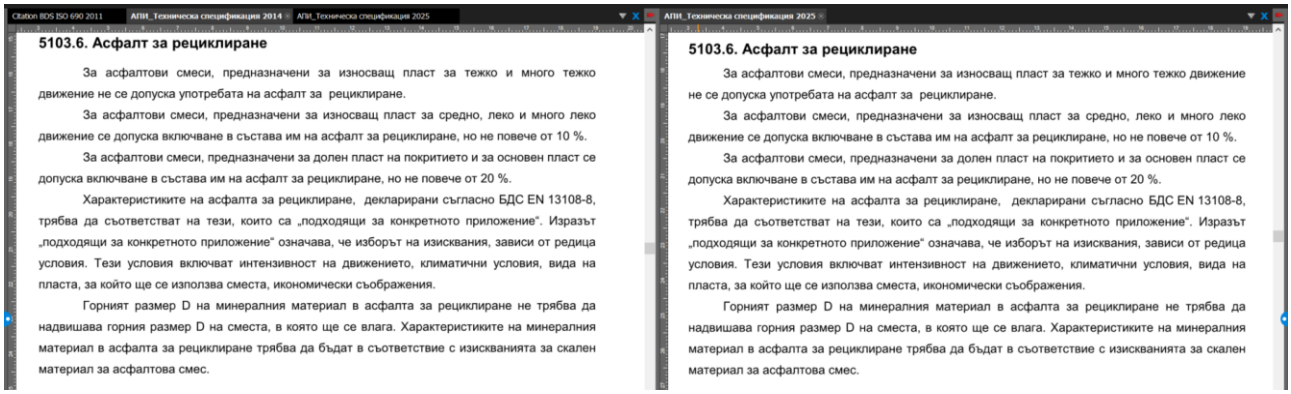
Настоящите български технически спецификации (ТС) относно RAP отразяват почти неизменна позиция спрямо изискванията от 2014 г., като продължават да ограничават съдържанието на рециклиран асфалт до 10% в износващи пластове за леко движение и 20% за основни и долни пластове. Такъв подход противоречи на установените международни стандарти в страни като САЩ, Германия, Холандия и Испания, където съдържанието на RAP в някои пластове достига 50–100% при спазване на съвременни методики за контрол на качеството и управление на риска. Използването на ограничени стойности в българската практика пренебрегва както технологичния напредък, така и потенциала за значителни икономически и екологични ползи.

Настоящият доклад мотивира необходимостта за актуализация на ТС на Агенция „Пътна Инфраструктура“ чрез критичен преглед на международните добри практики и чрез прилагането на научнообосновани стратегии за управление на риска по отношение на здравето на операторите, околната среда и преждевременното влошаване на състоянието на крайния продукт – новата асфалтова настилка.

2. Български техническа спецификации за RAP.

Интересът към асфалта за рециклиране в международен аспект е много голям, като към този материал се подхожда с критично формулиране на специфични и недвусмислени изисквания, които да осигурят обективно измерване на параметрите му. От особено значение се явява и пълната проследимост по време на производствения и изпълнителния процес, т.е. от фрезоването на асфалтовите пластове на съществуващата пътна настилка, транспортирането, съхранението на материалите до смесването на фрезования материал в новата асфалтова смес. В тази връзка стандарта, който налага българската техническа спецификация не е много строг. Това води до повишена вероятност от дефекти и намалена надеждност на настилката при употребата на асфалт за рециклиране.

Сравнявайки най-добрите световни практики с българските технически спецификации (ТС) на Агенция „Пътна Инфраструктура“ (АПИ) за използване на RAP можем да заключим, че към 2025 г. те са остарели и твърде консервативни *Фиг. 1*.



5103.6. Асфалт за рециклиране

За асфалтови смеси, предназначени за износващ пласт за тежко и много тежко движение не се допуска употребата на асфалт за рециклиране.

За асфалтови смеси, предназначени за износващ пласт за средно, леко и много леко движение се допуска включване в състава им на асфалт за рециклиране, но не повече от 10 %.

За асфалтови смеси, предназначени за долен пласт на покритието и за основен пласт се допуска включване в състава им на асфалт за рециклиране, но не повече от 20 %.

Характеристиките на асфалта за рециклиране, декларирани съгласно БДС EN 13108-8, трябва да съответстват на тези, които са „подходящи за конкретното приложение“. Изразът „подходящи за конкретното приложение“ означава, че изборът на изисквания, зависи от редица условия. Тези условия включват интензивност на движението, климатични условия, вида на пласта, за който ще се използва сместа, икономически съображения.

Горният размер D на минералния материал в асфалта за рециклиране не трябва да надвишава горния размер D на сместа, в която ще се влага. Характеристиките на минералния материал в асфалта за рециклиране трябва да бъдат в съответствие с изискванията за скален материал за асфалтова смес.

5103.6. Асфалт за рециклиране

За асфалтови смеси, предназначени за износващ пласт за тежко и много тежко движение не се допуска употребата на асфалт за рециклиране.

За асфалтови смеси, предназначени за износващ пласт за средно, леко и много леко движение се допуска включване в състава им на асфалт за рециклиране, но не повече от 10 %.

За асфалтови смеси, предназначени за долен пласт на покритието и за основен пласт се допуска включване в състава им на асфалт за рециклиране, но не повече от 20 %.

Характеристиките на асфалта за рециклиране, декларирани съгласно БДС EN 13108-8, трябва да съответстват на тези, които са „подходящи за конкретното приложение“. Изразът „подходящи за конкретното приложение“ означава, че изборът на изисквания, зависи от редица условия. Тези условия включват интензивност на движението, климатични условия, вида на пласта, за който ще се използва сместа, икономически съображения.

Горният размер D на минералния материал в асфалта за рециклиране не трябва да надвишава горния размер D на сместа, в която ще се влага. Характеристиките на минералния материал в асфалта за рециклиране трябва да бъдат в съответствие с изискванията за скален материал за асфалтова смес.

Фиг. 1. Сравнителна извадка от ТС на АПИ одобрени през 2014 г. (ляво) и 2025 г. (дясно)

В текста на двете секции от ТС показани на *Фиг. 1* са описани условията за използване на рециклиран асфалт в различни слоеве на пътните настилки, като максимално допустимите проценти на рециклирания материал са:

1) 0%, т.е. не се допуска употреба на рециклиран асфалт за износващ пласт за тежко и много тежко движение.

2) 10% RAP за износващ пласт при средно, леко и много леко движение.

3) 20% RAP за долен и основен пласт на покритието.

Спецификацията не посочва присъщи за българския климат изисквания по отношение на характеристиките на рециклирания асфалт, вместо това приема общоевропейските изисквания съгласно стандарта EN 13108-8. Тук важното да се посочи е, че този Европейски стандарт по своята природа не е документ определящ задължителни изисквания за крайно приложение. Документът представлява спецификация, която описва и класифицира RAP като съставен материал за асфалтови смеси. Той указва какви характеристики на RAP трябва да бъдат определени, документирани и декларирани (например наличие на чужди материали, свойства на битума, зърнометричен състав на агрегата, съдържание на битум и размер на частиците). Това означава, че този стандарт сам по себе си не поставя критерии, по които RAP да бъде "одобрен" или "отхвърлен" за крайна употреба, т.е. стойностите определени от него не са "добри" или "лоши" сами по себе си.

EN 13108-8:2016 не определя задължителни нива на качество, които трябва да бъдат достигнати за да се счита, че материалът е "съответстващ" на някаква крайна цел. С други думи, този стандарт предоставя необходимата информация за свойствата на RAP, така че той да може да бъде използван в производството на нови асфалтови смеси в съответствие със спецификациите за тези смеси, които трябва де се опишат в други стандарти. Важно е да се посочи, че RAP замърсен с каменовъглен катран не се обхваща от стандарта и ще трябва да се разглежда съгласно екологичните разпоредби и разпоредбите за здраве и безопасност на държавите членки.

Крайните асфалтови смеси в българската ТС се определят главно от работната рецепта, която трябва да отговаря на изискванията на Договора и да е „подходяща за конкретното приложение“. Също така се посочва, че нейното одобрение не освобождава Изпълнителя от отговорност за качеството на положените пластове, но възможността за наличие на катран във фрезования асфалт не се упоменава.

Това което също така прави впечатление е, че времевата разлика между двата документа е 11 години, като обема на ТС одобрени през 2025 г. е нараснал с 21 страници достигайки общ брой от 317 страници в сравнение с ТС одобрени през 2014 г. Това което прави впечатление на *Фиг. 1*, е че текстът е абсолютно идентичен. Това показва, че тази секция от ТС не е актуализирана и следователно не са взети предвид най-новите технологични и методологични иновации в пътното строителство. Видно е и от твърде ограниченото разрешено за оползотворяване количество RAP в сравнение с международните спецификации.

Федералната магистрална администрация (FHWA) в Съединените щати позволява съдържание на RAP до 30% [1] както в междинните, така и в повърхностните слоеве. Условието е, че смесите трябва да се изработени съгласно стандартните спецификации. Процесът на проектиране на смес Superpave често се прилага, за да се гарантира, че RAP смесите отговарят на предвидените критерии за издръжливост.

ТС от 2019 г. на Министерството по „Транспорт и главни пътища“ на Куинсланд, Австралия разрешава употреба на 15% RAP [2], а когато производителят желае да надхвърли това ограничение е длъжен да проектира сместа съгласно Метод №1 от спецификация MRTS30.

В Испания техническите спецификации разрешават употребата на RAP до 60%, като съгласно скорошно проучване [3] има стремеж да изследва рециклирането на пътища със 100% RAP.

В Холандия долните и основните асфалтови пластове на покритието могат да включват до 50% RAP, докато максималният допустим процент на RAP за износващи асфалтови повърхности е 30% [4].

Германските ТС имат всеобхватни изисквания състава на смесите, включващи конвенционални и RAP материали, както и стандартите за качество за тяхното интегриране в асфалтови слоеве. Според приложението съдържанието на RAP може да варира от 50% за повърхностни и свързващи слоеве до 100% за основни слоеве [5].

Консервативните ограничения на българските изисквания може да са целенасочени и да се дължат на проблеми с издръжливостта на настилките. Международните практики, обаче, показват, че увеличеното съдържание на RAP може да бъде успешно приложено със стриктни методи за осигуряване на неговото качество, както и на произведената асфалтова смес. В тази връзка, постигането на хомогенен състав на RAP *Фиг. 2*, особено когато произхожда от различни източници е ключово за качеството на бъдещата асфалтова смес. Това налага интегрирането на подробни процеси за изпитване на качеството и управление на риска в българските ТС, с което да се отключат продукти с по-високо съдържание на RAP.

Фиг. 2. Пример за хомогенен състав на RAP [6]

Един съществен проблем остава наличието на катранноминерални смеси в българската пътна мрежа и липсата на обучен персонал, който да е способен да разпознава тези участъци по време на фрезоване и да разбира рисковете както за околната среда, така и човешкото здраве. Този материал налага включването на изискване за подробни процесни карти и управленски планове към българските ТС.

3. Законодателни и политически съображения за прилагане на RAP.

Рециклирането на материали, суровини и отпадъци в България се регулира от Закона за управление на отпадъците (ЗУО) [7]. Към него попада и рециклирането на асфалтови настилки. Закона определя общите изисквания и рамката за управление на отпадъците, включително тяхното събиране, транспортиране, третиране и рециклиране. Основни елементи на ЗУО касаещи RAP са:

1. Обхват и дефиниции.

1.1. Отпадък – според чл. 2, ал. 1 отпадък е всяко вещество или предмет, от което притежателят му се освобождава или има намерение, или задължение да се освободи. В контекста на асфалтовите настилки това включва стария асфалт предназначен за отстраняване при ремонт или реконструкция на пътища.

1.2. Рециклиране – чл. 3, т. 13 установява рециклирането като всяка дейност по оползотворяване, чрез която отпадъчните материали се преработват в продукти, материали или вещества за първоначалната им, или за други цели. При рециклирането на асфалтови настилки, старият асфалт се преработва и използва отново в производството на нов асфалт.

1.3. Оползотворяване – чл. 3, т. 12 дефинира всяка операция целяща основен резултат, който е отпадъците да служат за полезна цел, като заменят други материали предназначени за приложение в определена функция. В случая с RAP, използването на

рециклиран асфалт намалява необходимостта от нови суровини (т.е. оползотворяваме наличните).

1.4. Строителни отпадъци – според чл. 3, т. 7 строителните отпадъци се получават от строителство и разрушаване на сгради и съоръжения. Към това се включват и пътните настилки, генерирани при техния ремонт или подмяна.

2. Изисквания към дейностите по рециклиране – рециклирането на асфалтови настилки е важен аспект от управлението на строителните отпадъци в България. Законът поставя условия за извършване на дейности по рециклиране, включително необходимостта от разрешителни и спазване на определени стандарти и норми. Съгласно чл. 35, ал. 1, лицата, които извършват дейности по събиране и транспортиране на отпадъци с цел рециклиране или оползотворяване, са длъжни да притежават разрешение или да са регистрирани по реда на този закон. Спазването на това изискване би предотвратило съществени инциденти като този показан на *Фиг. 3*, където е показано изхвърляне на фрезован асфалт в дере намиращо се в северната част на Прохода на Републиката [8].

Фиг. 3. Изхвърляне на фрезован асфалт

2.1. Наредба за управление на строителните отпадъци и за влагане на рециклирани строителни материали – дефинира специфичните изисквания за управление на строителните отпадъци, включително асфалтовите настилки. Съгласно документа трябва да се създаде система за управление и контрол на дейностите по събиране, транспортиране и третиране на строителните отпадъци, както и изискванията за влагане на рециклирани строителни материали в строителството.

2.2. План за управление на строителните отпадъци – при извършване на строителни дейности, които генерират отпадъци, включително асфалтови настилки, е необходимо изготвянето на План за управление на строителните отпадъци. Този план включва специфични изисквания към дейностите по събиране, подготовка преди оползотворяване на строителните отпадъци, както и към площадките за тяхното третиране.

3. Отговорности на участниците.

3.1. Производители – известно, е че продуктите им след употреба се превръщат в отпадъци, затова те носят разширена отговорност за управлението на тези отпадъци. Тази отговорност включва задължението да се намали въздействието на продуктите върху околната среда и да се улесни повторната им употреба, рециклиране и оползотворяване. Съгласно чл. 14, ал. 1 от ЗУО, производителите са длъжни да предприемат мерки за:

3.1.1. Намаляване на образуването на отпадъци.

3.1.2. Насърчаване на повторната употреба и рециклиране.

3.1.3. Оползотворяване на отпадъците.

В контекста на RAP това означава, че производителите на асфалтови смеси трябва да разработват устойчиви и дълготрайни смеси, като по този начин се намалява количеството на строителните отпадъци.

3.2. Притежателите на отпадъци – включително строителни компании и други организации, отговорни за поддръжката на пътища, имат следните задължения съгласно чл. 7 от ЗУО:

3.2.1. Осигуряване на екологосъобразно съхранение и транспортиране на отпадъците.

3.2.2. Предаване на отпадъците на лица, притежаващи необходимите разрешителни за третиране.

3.2.3. Водене на отчетност и предоставяне на информация за генерираните и предадените отпадъци.

По отношение на RAP, това означава, че притежателите трябва да гарантират правилното съхранение и транспортиране на фрезования асфалт, както и да го предават на лицензирани съоръжения за третиране.

3.3. Оператори на съоръжения за третиране – имат ключова роля в управлението на RAP. Съгласно чл. 35 от ЗУО, те са задължени да: притежават необходимите разрешителни за дейностите по третиране на отпадъци.; спазват изискванията за опазване на околната среда и човешкото здраве при извършване на оперативните си дейности; водят необходимата документация и отчетност за приетите, третирани и предадени отпадъци.

В контекста на RAP, операторите трябва да осигурят, че рециклираният асфалт се обработва по начини, които отговарят на стандартите за качество и безопасност, като същевременно се минимизира отрицателното въздействие върху околната среда.

4. Европейски стандарти и насоки – в допълнение към националното законодателство, България се придържа и към европейските стандарти и насоки в областта на рециклирането на строителни материали. Насоките на Европейската комисия за извършване на одити на отпадъците преди дейности по разрушаване и строителство са съобразени с целите на Рамковата директива за отпадъците, която залага цел до 2020 г. за рециклиране на 70% от строителните и разрушителните отпадъци. Рециклирането на асфалтобетон е важна практика в строителната индустрия, която допринася за устойчивото управление на ресурсите. Съгласно европейските стандарти EN 13108-8 и EN 13108-1, използването на RAP в производството на нови асфалтови смеси е разрешено при спазване на определени технически изисквания. Тези стандарти определят максималния допустим процент на RAP в новите смеси, както и изискванията за качеството на рециклирания материал. Спазването на тези стандарти е от съществено значение за осигуряване на дълготрайността и безопасността на пътната настилка.

5. Контрол и санкции – неспазването на изискванията на ЗУО води до административно-наказателна отговорност. Компетентните органи, като Министерството на околната среда и водите и регионалните инспекции по околната среда и водите, имат правомощия да извършват проверки и да налагат санкции при установени нарушения. Санкциите могат да включват глоби, спиране на дейности или отнемане на разрешителни.

4. Постигане на 100% RAP.

Green Asphalt Inc. е компания базирана в Ню Йорк и е била основана с идеята да редуцира зависимостта от първични суровини. През 2009 г. тя създава единственото по рода си съоръжение в САЩ, което произвежда 100% рециклиран горещ асфалт, който отговаря на всички изисквания на градските инфраструктурни администратори. Това се прави в отговор на непредсказуемите цени на битумните продукти по време на кризата от 2008 г. на петролния пазар, като въвежда рециклирането на асфалт в затворен цикъл. Първоначалната идея на компанията била да използва RAP само в нови смеси, за да контролира разходите и да поддържа относителна независимост по отношение на кариерите произвеждащи каменни фракции. През 2011 г. компанията започва да продава своя продукт за временно приложение. Подобрението му става на базата на обратната връзка, която получава от изпълнителите, които

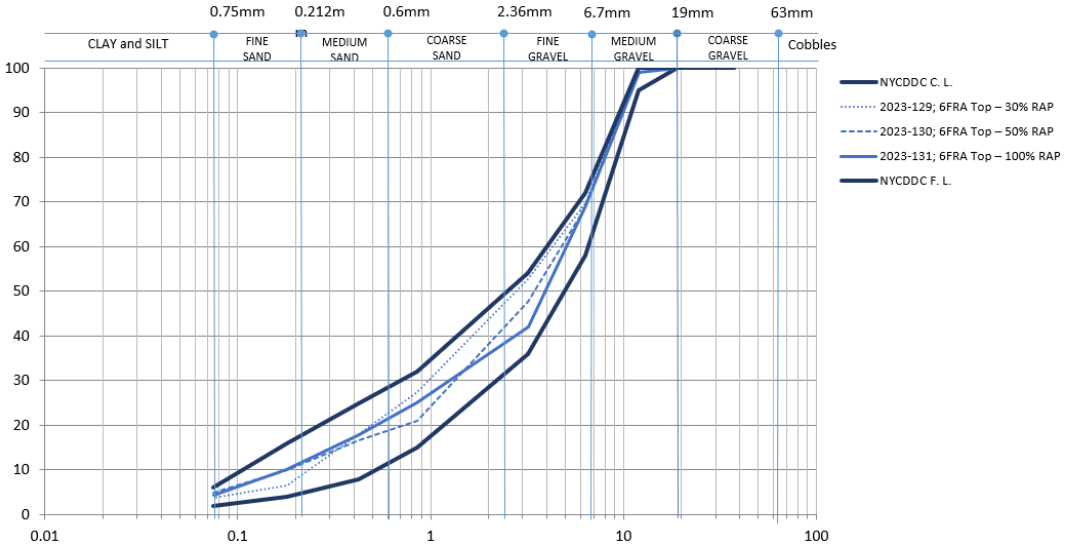
полагат асфалта. През 2016 г. Green Asphalt Inc. е сертифицирана да произвежда 100% RAP, а през 2022 г. компанията предоставя декларации за екологични продукти (EPDs), с което показва, че по време на производството на нейните асфалтови смеси с висок процент RAP се отделят 30% въглеродни емисии в сравнение с производството на традиционните еквиваленти.

Това е пример как съвременната инженерна мисъл, когато работи съвместно с регулаторната рамка и проявява постоянен контрол върху оперативния риск може да осъществи рутинното използване на асфалтови смеси с високо съдържание на RAP. Одобрените работни рецепти от Министерството на дизайна и строителството на Ню Йорк (NYCDDC) са показани в *Таблица 1*.

Таблица 1. Работни рецепти на Green Asphalt Inc.

Работна рецепта	Пласт	Съдържание на RAP	Тип на сместа	Лаборатория
2023-129	Top (6FRA)	30%	Generic	MT Group
2023-132	Binder (3RA)	30%	Generic	MT Group
2023-130	Top (6FRA)	50%	Generic	MT Group
2023-133	Binder (3RA)	50%	Generic	MT Group
2023-131	Top (6FRA)	100%	Generic	N/A
2023-134	Binder (3RA)	100%	Generic	MT Group

Където можем да видим, че компанията предлага асфалтови смеси за износващ пласт и долен пласт на покритието (биндер) в три разновидности по съдържание на RAP – 30%, 50% и 100%. Един от основните фактори определящи механичните свойства и дълготрайността на тези продукти е зърнометричният състав. Данните от работните рецепти [9] на Green Asphalt Inc. по отношение на смесите за износващ пласт *(Фиг. 4)* показват ясно контролирана и балансирана структура при различни нива на съдържание на RAP.



Фиг. 4. Зърнометрични криви на смеси за износващ пласт

Смес 2023-129 (30% RAP) съдържа 38,5% материал преминаващ през сито 2,36 mm и 28,9% естествен пясък, а количеството RAP е 27.3%, като зърнометричната крива показва балансирана фракционна композиция, подходяща за горен пласт с добра обработваемост. Смес 2023-130 (50% RAP) показва по – едър зърнометричен профилът, като наличието на 2,36 mm камък е 48,8 теглови %, а финият RAP е 45,8% от цялата смес. Преобладаващото количество RAP, като минерална основа, води до по-фина структура в диапазона 1 mm – 0.425 mm, което повишава общата площ на контакт между зърната и увеличава необходимото количество битум с 0,2%. Смес 2023-131 (100% RAP) е изцяло съставена рециклирани материали, като съотношението на 8 mm RAP към фин RAP е 61.5% към 33.1%, а зърнометричната крива е изключително плавна. Това е силен индикатор за качествен контрол

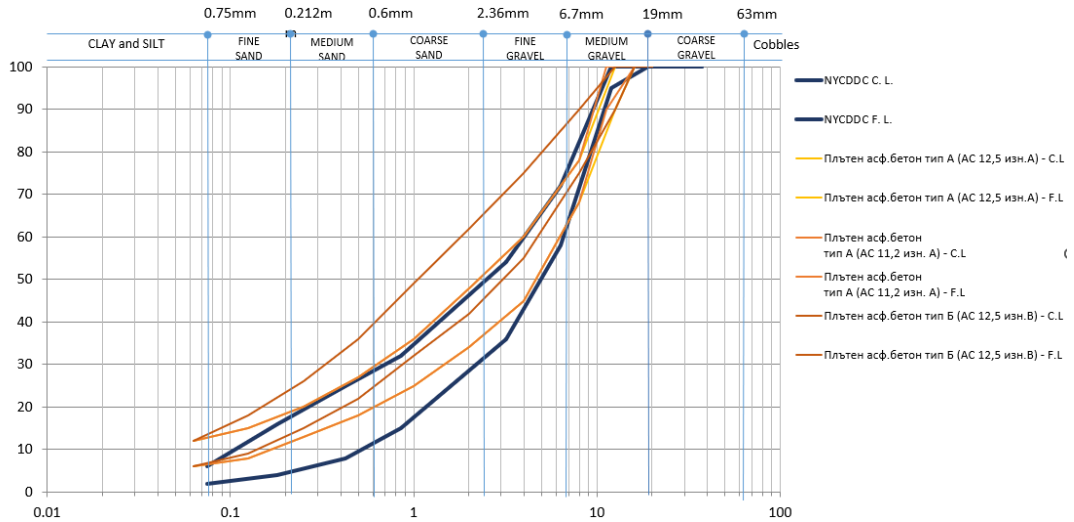
на входящите RAP материали. Тъй като тази смес не използва допълнителен битумен, се налага да се приложи регенератор (Valero VP 165) за да бъде осигурена еластичност и адхезия на оксидиралия битум във фрезования асфалт *(Таблица 2)*.

Таблица 2. Характеристики на работните смеси за износващ пласт на Green Asphalt Inc.

Характеристики на асфалтова смес	2023-129; 30% RAP	2023-130; 50% RAP	2023-131; 100% RAP
Битумен % в 8mm RAP	0.4	0	2.6
Битумен % в Финен RAP	1.2	3	2.3
2.8mm Камък	0.0	0.0	0.0
2.36mm Камък (%)	38.5	48.8	0.0
Естествен Пясък (%)	28.9	0.0	0.0
8mm RAP (%)	9.2	0.0	61.5
Финен RAP (%)	18.1	45.8	33.1
Общо количество битумен (%)	5.3	5.5	*5.4**
Обем на порите в минералната смес (VMA %)	16.5	15.6	16.1
Запълване на порите в минералната смес с битум (VFB %)	71.8	71.5	73.9
Процент на порите (%)	4.7	4.4	4.2
Устойчивост по Marshall (kN)	13.2	15.8	10.7
Условна пластичност по Marshall (mm)	2.5	2.8	2.4
Коефициент на Marshall (kN/mm)	5.2	5.6	4.4

**с допълнително Регенериращо масло % (Valero VP 165) от 0.5 теглови %.*

При сравнение, тези асфалтови смеси с изискванията на АПИ посочени в таблици 5602.1 и 5602.2 от ТС'25 се установява, че зърнометричните изисквания на смесите „Плътен асфалтобетон“ тип „А“ и „В“ с номинален размер на зърното 11.2 mm и 12.5 mm, предназначени за износващ пласт са най-близки до работните смеси на Green Asphalt Inc. и спецификацията на NYCDDC *(Фиг. 5)*.

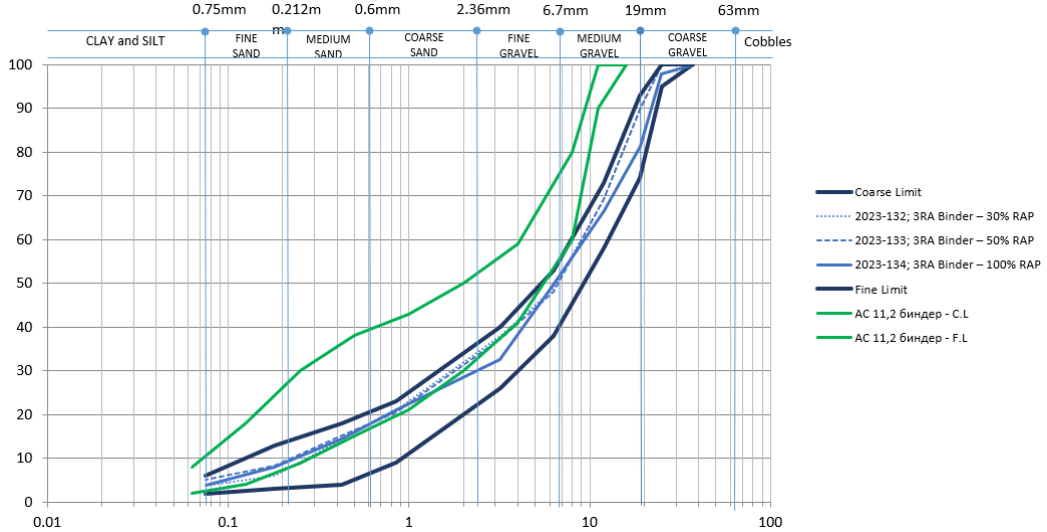


Фиг. 5. Зърнометрични изисквания на АПИ и NYCDDC

Зърнометричните криви на износващите слоеве съдържащи 30%, 50% и 100% RAP се позиционират в оптималния обхват между границите на NYCDDC. Важно е да се посочи, че тези граници са консервативни и целта им е да насърчават производството на смеси с добра зърнометрична структура, която избягва както прекомерна плътност (водеща до липса на пори), така и прекалена отвореност на скелета (повишен риск за водопроницаемост). Работните смеси се движат в средата или в горната половина на „зоната на допустимост”, което е показател за добра координация между контрол на фрезования асфалтов материал и изпълнението на смесите.

Зърнометричните криви на Green Asphalt са в значителна близост до „АС 11.2 изн. А“ и „АС 11.2 изн. В“ на АПИ. Това е видно от паралелния ход на кривите в областта между 0.25 mm и 8 mm. Следователно изискванията на „АС 11.2 изн. А“ се явяват като най-близък, но по фин аналог на американските смеси с високо съдържание на RAP. Трябва да се посочи, че също така съдържанието на битумен е аналогично. Всичко това прави смесите 2023-129, 2023-130 и 2023-131 технически подходящи за адаптиране към българските условия, без да се прави компромис с експлоатационните качества. Фактически, в този случай разликата в спецификата между NYCDDC и АПИ е по-скоро нормативна, отколкото технологична, а това отваря възможност за трансфер на добри практики при условие на подходяща методологическа обосновка и експериментално внедряване.

При сравнителния анализ на долен пласт на покритието (Фиг. 6) се установява, че изискванията на сместа „АС 11,2 биндер“ посочени в таблица 5502.2 е най-близка до работните смеси на Green Asphalt Inc.



Фиг. 6. Зърнометрични криви на смеси за долен пласт на покритието

И трите асфалтови смеси демонстрират структурни характеристики, които ги правят подходящи за свързващи пластове при умерен до интензивен трафик. Сместа 2023-134 (100% RAP) може да се доусъвършенства с по-строг контрол на качеството и да се елиминира риска свързан с нейната обработваемост и устойчивост на влага поради по-фината си природа. Зърнометричния състав на смесите на Green Asphalt отговарят на международните стандарти, но АПИ изисква по-фини фракции. Това се обяснява с това, че Българските свързващи смеси следват философия на гъста зърнометрия, с което трябва да се осигури по-високо съдържание на дребнозърнест минерален материал и непрекъснатост на размерите на дребнозърнестите частиците. За разлика от това, работните рецепти на Green Asphalt са базирани на RAP и отразяват по-груба структура с малки пролуки в зърнометрията, с което се оптимизира структурата на порите и количеството на свързващото вещество за приложения с висок процент на RAP. В този случай, двете спецификации преследват различни структурни модели – единият фокусиран върху стабилността чрез плътност и кохезия на дребнозърнестия минерален материал (АПИ), а другият върху скелетната структура и оптимизирането на свързващото вещество (Green Asphalt).

4. Заключение.

Рециклираният асфалт е възлов елемент на устойчивото пътно строителство и средство за постигане на стратегическите цели на кръговата икономика. Използването на RAP в по-високи проценти има редица измерими ползи, като намалено използване на първични суровини, намалени въглеродни емисии до 30%, намалени разходи за производство и опазване

на природната среда чрез ограничаване на количеството отпадъци, които обикновено се депонират.

Настоящият анализ също така недвусмислено показва, че българските ТС не се възползват от напредъка в доказаните международни добри практики, които позволяват значително по-високи нива на употреба на RAP. Сравнителният анализ с техническите изисквания на NYCDDC и прецизността на Green Asphalt Inc. демонстрират, че чрез прилагане на системен контрол е възможно да се произвеждат и полагат висококачествени асфалтови смеси с високо съдържание на рециклиран асфалтов материал.

Разгледаните работни смеси с високо съдържание на RAP (30%, 50% и 100%) показват, че постигането на балансирани зърнометрични структури с отлични лабораторни характеристики е възможно. Като това се постига с високо ниво на първичен контрол на фрезования материал, използването на регенериращи добавки за битум и производствени технологии, които елиминират риска от процесна променливост и несъответствия.

В сравнението на зърнометричните профили се разкриват фундаментални различия между българските и американските подходи. Спецификацията на АПИ залага на по-фини, гъсто разпределени смеси с повишена плътност, докато американските подходи подържат концепцията за по-груби структури с оптимизирано количество свързващо вещество и подобрен скелетен контакт. Това различие подчертава нуждата за преосмисляне на философията зад съставянето на RAP смесите в България.

Докладът посочва необходимостта от спешна адаптация на ТС на АПИ чрез включване на изисквания за хомогенност чрез интегриран мониторинг на качеството на фрезования материал.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Copeland, A. Reclaimed Asphalt Pavement in Asphalt Mixtures: State of the Practice, Report No. FHWA-HRT-11-021. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Available online at: https://highways.dot.gov/media/841#page=9.09, p.9. 2011.

[2] MRTS102. Reclaimed Asphalt Pavement Material. Transport and Main Roads Specifications. State of Queensland (Department of Transport and Main Roads), p.5. 2019.

[3] Chaudhary, V., Kaur, L., Kaur, K., 2025. A Review: Investigation Of The Use Of Recycled Asphalt Pavement (RAP) Material In Economical And Eco-Friendly Road Construction And Rehabilitation Projects. IJCRT | Volume 13, Issue 2 February 2025 | ISSN: 2320-2882, p.727.

[4] Van Akker, J. Evaluation of Material Properties of Hot Mix Asphalt Mixtures with High Levels of Reclaimed Asphalt Pavement Using Multi-Scale Characterization. Master's Thesis, Technical University of Delft, Delft, The Netherlands, p.40-60. 2022.

[5] TL Asphalt-StB 07/13. Technical Delivery Specification for Bituminous Mixtures for the Construction of Traffic Area Pavements. Research Association for Roads and Transport (FGSV): Cologne, Germany, p.12. 2013.

[6] Auburn University presentation: Rap Management Best Practices. Available online at: https://eng.auburn.edu/research/centers/ncat/rap/files/meetings/12-09/west-rap-management-best-practices.pdf#page=26.00, p.26.

[7] Закона за управление на отпадъците, стр. 1-109. Достъпен на: https://www.moew.government.bg/static/media/ups/tiny/filebase/Waste/Legislation/Zakoni/ZUO.pdf. 2014г.

[8] 24 часа. 2024. Достъпен от: https://www.24chasa.bg/index.php/biznes/article/17696250.

[9] Recycled Hot Mix Asphalt - https://www.greenasphaltco.com/services

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

TAXATION BY CITATION, ONE OPTION TO ABUSE THE ROAD SAFETY IN BULGARIA

Metodiy Steliyanov[1], Martina Georgieva[2]

ABSTRACT:

This study explores the increasing public concern that the Bulgarian government relies heavily on police enforcement instead of effectively managing its road infrastructure, particularly as international traffic increases, which is causing fragmentation of the contemporary mobility principles. This disbalanced management approach raises concerns about revenue-motivated policing and the intentional misuse of road safety regulations. Initially designed as a literature review, the study found no significant academic work on taxation by citation in Bulgaria. As a result, it transitioned into a quantitative research project involving 192 respondents from eight cities. The findings confirm the public recognition of infrastructure inefficiencies and deficiencies in the implemented management strategy and highlight potential abuse of road safety measures for financial gain. This study emphasizes the urgent need for legal and policy reforms in Bulgaria to realign road safety and infrastructure management with public interest, rather than as tools for revenue generation. These findings could serve as a catalyst for meaningful and ethical change in both governance and enforcement practices.

Keywords: Police Control, Law Enforcement, Fines, Penalties, Vision Zero, Interventions, Solutions, Hard Controls, Road Design, Accident Rates, Fatalities, Infrastructure Improvement.

[1] Metodiy Steliyanov, Mag. Eng., VFU “Chernorizets Hrabar”, metodiy@abv.bg
[2] Martina Georgieva, Phd, “St. Cyril and St. Methodius” University of V.Tarnovo, yuliyanova.georgieva@gmail.com

1. Introduction.

Since the 1970s in Bulgaria there is a strong statement continuously supported by the governmental authorities that most of the traffic accidents occur due to the poor discipline of the driver. This hypothesis is even incorporated into the textbooks used to educate traffic officers, along with the declaration that “It is apparent that even with the most correct and comprehensive regulatory and organizational solutions to traffic challenges, safety will not be maintained unless frequent and effective supervision is used to maintain high discipline in accordance with the established order.” [1], which is highly contradictive to the contemporary understandings of the system ‘Vision Zero’, but acceptable to the paradigm of this time ‘Driver-Vehicle-Road’ (DVR). Those understandings are further supported with the instructions that the drivers of the vehicles, including the vehicles themselves (all types) are the primary targets of traffic police supervision. Naturally this reduction of the DVR system unlocks the practical application of the subsystem ‘Driver-Vehicle’ (DV), where the general condition and geometrical characteristics of the road are diminished by the governmental authorities. As the driver’s duty of care is imperative and its legally binding power is practically seen in all traffic legislation, it is his primary obligations to:

1) interpret the road conditions timely and correctly, and
2) obey the posted speed limit and/or to choose a safer speed

under which to operate the vehicle.

This long-standing transportation management approach, which is essentially “driver-focused safety model”, that is deeply rooted in the DVR paradigm reduces the role of infrastructure and enhances the reliance on police enforcement, making traffic fines an easy and frequent tool for maintaining "order". This strategy inherently promotes revenue-driven policing, as ticketing serves as a financial instrument, rationalized by the assertion that safety relies on stringent oversight of drivers.

The purpose of this study is to investigate the growing public concern regarding the Bulgarian government's reliance on police enforcement and more specifically speed control rather than the efficient and effective management of its road network, especially in light of rising international traffic.

2. Methods.

‘Revenue-motivated policing’ and ‘taxation via citations’ is frequently labelled "taxation by citation". The terms are closely related. Where the key differences are that the revenue-motivated policing is a broader concept that includes various revenue-generating practices by law enforcement, while taxation by citation specifically refers to the use of citations for revenue. Taxation by citation is understood to be more systematic and institutionalized than revenue-driven policing, which can be more infrequent and diverse [2]. Both of those practices are driven by the goal of generating revenue rather than enforcing laws impartially and ensuring public safety.

The initial objective of this study was to conduct a literature review of the existing research on revenue-motivated surveillance and taxation through citation in Bulgaria. However, a considerable gap in the scholarly literature on this topic has been observed in Bulgaria. The study moved its attention to a review of the legal framework, followed by a survey-based investigation into Bulgarian public perceptions of police control and road traffic management. One of the easiest ways for implementation is the use of mobile hidden cameras for speed control. This technology is highly effective and efficient as it facilitates ongoing surveillance and enforcement without necessitating a physical police presence. Those devices can be deliberately positioned in locations with high traffic volumes or recognized speeding problems to capture automatically the violations. This process is well known to generate significant revenue from the processed fines. But this practice undermines the trust between the community and governmental authority, particularly in the absence of infrastructure maintenance and improvement.

2.1 Review of the Bulgarian Legal Framework.

In Bulgaria, road safety legislation is principally regulated by multiple laws and decrees, including the 'Road Traffic Act', 'Rules on the implementation of the road traffic act' adopted by CMD N 36 of 05.03.1996, other governmental ordinances regarding policing and road safety enforcement, as well as the Constitution. These legislative papers delineate the obligations of both road users and law enforcement officials, setting the framework for traffic regulation and penalty administration.

From historical legislative point of there are a couple of pivotal moments in the Bulgarian legal framework. In 2014, the Bulgarian Supreme Administrative Court suspended the utilization of mobile cameras. Eurobarometer studies (2006 - 2014) indicate that Bulgarian police personnel are among the most impacted by corrupt practices in the EU, with annual bribes solicited from them averaging between 175,000 and 400,000 euros [3]. The data analysis offers a significant revelation, over 90% of corruption incidents are associated with traffic offenses. This triggered the complete automatization of the entire procedure from the registration of violations to the processing and enforcement of fines and penalties in the early 2015. With it the possibility for utilization of the mobile speed cameras for subjective penalization was removed and this corrupt practice was eliminated [4].

The main instrument for corrupt activities was eliminated - the authority of traffic police patrols to utilize mobile devices for speed recording and thereafter apply penalties based on their subjective discretion.

On 12 of May 2015 with Ordinance No. 8121z-532 for the terms and conditions for the use of Automated Technical Means and Systems for controlling traffic rules (ATMS) was introduced road sign E24. According to Article 7 of the Ordinance the control sites with mobile and stationary ATMS must be identified with the road sign E24 and published via mass media or the Ministry of Internal Affairs' website. In addition, E24 sign must be installed in front of the control point in each direction of the operation of the ATMS. This sign needed to be accompanied by T2 sign stating the length of the controlled segment. As a quality control measure, the law obliged police to photograph the erected portable sign E24.

There have been several attempts to remove the E24 road sign after its introduction, but the proposals were rejected by the members of the Transport Committee in the Parliament. The main argument of the deputies against the removal of the sign was that it has a strong preventive effect, contributing to the reduction of speed violations. Furthermore, it was pointed out that the role of the Traffic Police is not to conduct "hidden in the bushes" control, but to assist in increasing road safety through transparent and predictable measures. The legislative proposal was clearly intended to reduce the speed of public traffic on particular high-risk road segments due to their geometrical qualities, traffic volume, or other criteria. The determination of a location for ATMS control was based on analytical approach based on:

1) the main reasons for the occurrence of traffic accidents;
2) the frequency of traffic accidents and violations of traffic rules by type, time and place;
3) the sections with a concentration of traffic accidents;
4) traffic intensity and characteristic sections with vulnerable road users;
5) the evaluation of the effectiveness of the control activity in hours.

In 2017, E24 sign was removed from the law with the contra argument that by informing drivers for the presence of a speed camera this causes only a temporary reduction in speed, but shortly after passing the controlled section the drivers choose to violate the speed limits. Therefore, this behavioral pattern fosters a sense of impunity while undermining the educative effect that such measures should have on all road users. According to the member of the parliament this weakens traffic accident prevention and they point out the fact that high speeds are one of the primary causes of serious road accidents.

With the removal of the informative sign E24 Bulgaria chooses the same management path as the wrest of the Balkan countries which accept the "hidden speed control" as a legal practice. Subsequently, multiple fines were issued from 2017 to 2021, but dozens of motorists are taking legal

action against Traffic Police, challenging in court the speed fines issued to them from the applied ATMS control, which they claim was not deployed in accordance with regulatory requirements. The main argument here is based on an order issued on June 18, 2021 by the Minister of the Interior states that traffic police officers must not position themselves behind, in front of or around bushes and other objects that act as obstruction to the visibility of the road users. This order provides clear direction that the ATMS for speed control to be clearly visible to all road users, with a primary objective to guarantee that the visibility of law enforcement officers is evident, which is to prevent unforeseen inspections that may surprise the drivers. In addition, the Minister stipulates that the speed cameras must installed in areas with a shown frequency of traffic incidents to improve road safety in high-risk zones.

The predominant complaints suggest that the legitimacy of the imposed fines and penalties, are due to the utilization of unethical method for control that clearly fails to adhere to the principles of transparency and predictability in transportation management. These legal conflicts underscore the escalating friction between institutional road safety enforcement tactics and citizens' rights to legal protection and information.

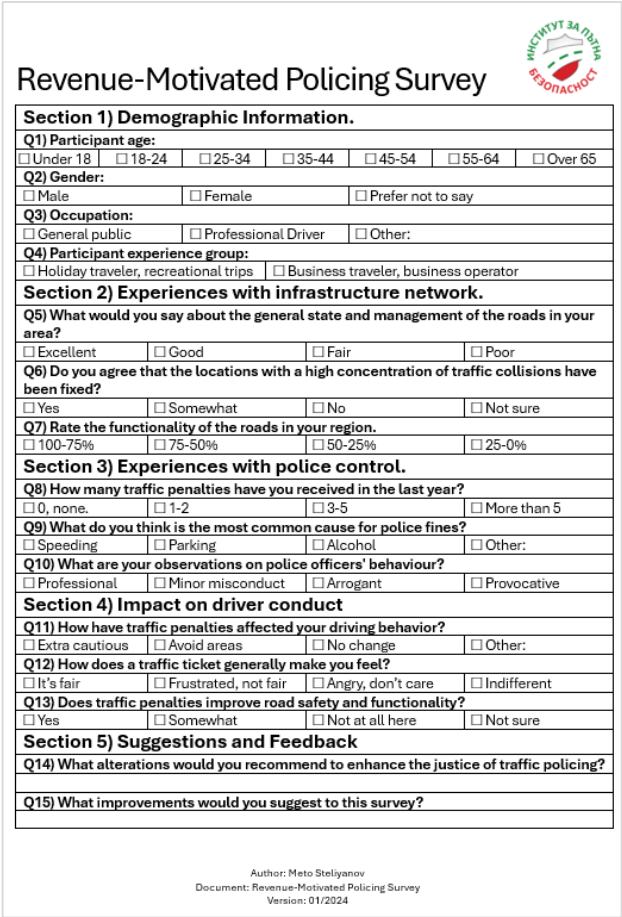
It is obvious that with updates on the ‘Road Traffic Act’ in 2017 the public concern regarding the ‘Revenue-motivated policing’ has not been clearly resolved. In fact, this version of the law lacks explicit regulations on the implementation of "hidden speed control," which contradicts the constitutional framework. The Constitution functions as the paramount legal framework of the nation, delineating essential principles concerning the rights and responsibilities of citizens, particularly in relation to safety, through three primary provisions relevant to the context of road safety:

- Article 55 ensures residents' entitlement to a healthy and conducive environment, which may be construed as a duty for the State to uphold secure and effectively managed road infrastructure. Substandard road conditions or inadequate safety measures compromise this constitutional right.
- Article 52 guarantees the right to health protection, mandating governmental measures to enhance public health and safety. This article indirectly addresses road safety, as maintaining secure transportation and reducing accidents directly enhance public health.
- Article 32 addresses the right to privacy and personal integrity. It guarantees data and correspondence privacy for all. Personal privacy cannot be invaded without agreement, but it can be restricted in very particular instances for national security, public order, or public health as authorized by law. This Article is significant in terms of road safety and revenue-motivated policing since it sets a legislative framework that protects citizens' private rights even when law enforcement activities, such as traffic surveillance, are involved.

These constitutional mandates require the government to maintain and improve road infrastructure in a manner that protects the safety of the people. Hence, focusing solely on enforcement without adequate attention to infrastructure management is seen by the public as a failure to uphold these constitutional obligations, which justifies the increasing public concern for the application of those corrupt management practices.

2.2 Quantitative research.

To better understand the public perception of police control and road safety management in Bulgaria, a survey-based investigation needed to be designed and implemented. For this purpose, a paper-based questionnaire was developed and distributed throughout eight major cities in Bulgaria (Sofia, Lovech, Pleven, Veliko Tarnovo, Varna, Silistra, Ruse and Sofia). The poll aimed to gather data from company owners, allowing professional drivers or their relatives to complete a questionnaire on several topics *Fig. 1*, including perceptions of road infrastructure management, police enforcement techniques, and traffic penalties.



Revenue-Motivated Policing Survey

Section 1) Demographic Information.						
Q1) Participant age:						
☐ Under 18	☐ 18-24	☐ 25-34	☐ 35-44	☐ 45-54	☐ 55-64	☐ Over 65
Q2) Gender:						
☐ Male	☐ Female	☐ Prefer not to say				
Q3) Occupation:						
☐ General public	☐ Professional Driver	☐ Other:				
Q4) Participant experience group:						
☐ Holiday traveler, recreational trips	☐ Business traveler, business operator					
Section 2) Experiences with infrastructure network.						
Q5) What would you say about the general state and management of the roads in your area?						
☐ Excellent	☐ Good	☐ Fair	☐ Poor			
Q6) Do you agree that the locations with a high concentration of traffic collisions have been fixed?						
☐ Yes	☐ Somewhat	☐ No	☐ Not sure			
Q7) Rate the functionality of the roads in your region.						
☐ 100-75%	☐ 75-50%	☐ 50-25%	☐ 25-0%			
Section 3) Experiences with police control.						
Q8) How many traffic penalties have you received in the last year?						
☐ 0, none.	☐ 1-2	☐ 3-5	☐ More than 5			
Q9) What do you think is the most common cause for police fines?						
☐ Speeding	☐ Parking	☐ Alcohol	☐ Other:			
Q10) What are your observations on police officers' behaviour?						
☐ Professional	☐ Minor misconduct	☐ Arrogant	☐ Provocative			
Section 4) Impact on driver conduct						
Q11) How have traffic penalties affected your driving behavior?						
☐ Extra cautious	☐ Avoid areas	☐ No change	☐ Other:			
Q12) How does a traffic ticket generally make you feel?						
☐ It's fair	☐ Frustrated, not fair	☐ Angry, don't care	☐ Indifferent			
Q13) Does traffic penalties improve road safety and functionality?						
☐ Yes	☐ Somewhat	☐ Not at all here	☐ Not sure			
Section 5) Suggestions and Feedback						
Q14) What alterations would you recommend to enhance the justice of traffic policing?						
Q15) What improvements would you suggest to this survey?						

Author: Meto Steliyanov
Document: Revenue-Motivated Policing Survey
Version: 01/2024

Fig. 1. Survey form

In light of the sensitive nature of the subject matter, the confidentiality of the participants was maintained through their managers. The study's objectives were expressly articulated, and all business operators were granted informed assent prior to the survey's commencement. All responses were handled confidentially, and no personal identifying information has been collected.

The questionnaire was structured into four main sections plus one additional:

1) Demographics - this component gathered data regarding participants' age, gender, occupation, and the characteristics of their travel purpose. The demographic statistics were crucial for comprehending the background of the respondents' viewpoints.

2) Road Conditions – this component assessed participants' perceptions of the quality of road infrastructure and traffic management in their locales, along with their perspectives on the resolution of high-risk traffic regions.

3) The survey segment examined traffic charges incurred, justifications for police-issued fines, and the overall conduct of police officers. The objective was to evaluate whether the public perceives police enforcement as profit-oriented or as a valid road safety initiative.

4) Impact of Penalties on Behavior and Perceptions of Fairness – this section explored how traffic penalties affected their driving behavior and their view on the topic of fairness of the penalties. It also enquired whether respondents believed that penalties contributed to improved road safety in Bulgaria.

5) Suggestions and survey feedback.

The advantages of the questionnaire are its simplicity, and ability to simply and quickly measure outcomes. The application of statistical analysis facilitates the quantification of intricate concepts such as public trust in law enforcement, perceptions of infrastructure, and the effects of fines, thereby offering definitive metrics to guide management and policy decisions.

The three major limitations of the survey are (1) response bias like underreporting of traffic violations or overreporting negative police experiences; (2) fixed answers that limit the participants'

preferred option, which doesn't allow for capturing of nuances; and this may result in (3) lack of depth in the reasons behind the public perceptions. To counteract this, the implementation, future qualitative research is strongly encouraged.

3. Results.

The poll encompassed a varied range of urban and suburban areas, featuring 192 participants from eight locations. The questionnaire was handed out in physical format and completed manually, overnight by the participants. Efforts were undertaken to incorporate a diverse sample regarding occupation (e.g., professional drivers against the general public) and their corresponding travel purposes (e.g., leisure travelers versus business travelers). Information from the finalized forms was manually inputted into a digital database for examination.

Research results *Fig. 2* indicated a diversity of age groups and demographic profiles. The predominant age group comprised those aged 55 to 64 years, accounting for 29% of the sample. Other notable age demographics comprised individuals ages 18-24 (23%) and 35-44 (15%). Men constituted 58% of the sample, women represented 19%, and 23% opted not to identify their gender. Concerning occupation, 67% of respondents classified themselves as members of the general public, while 31% identified as professional drivers. The remaining 2% chose "Other".

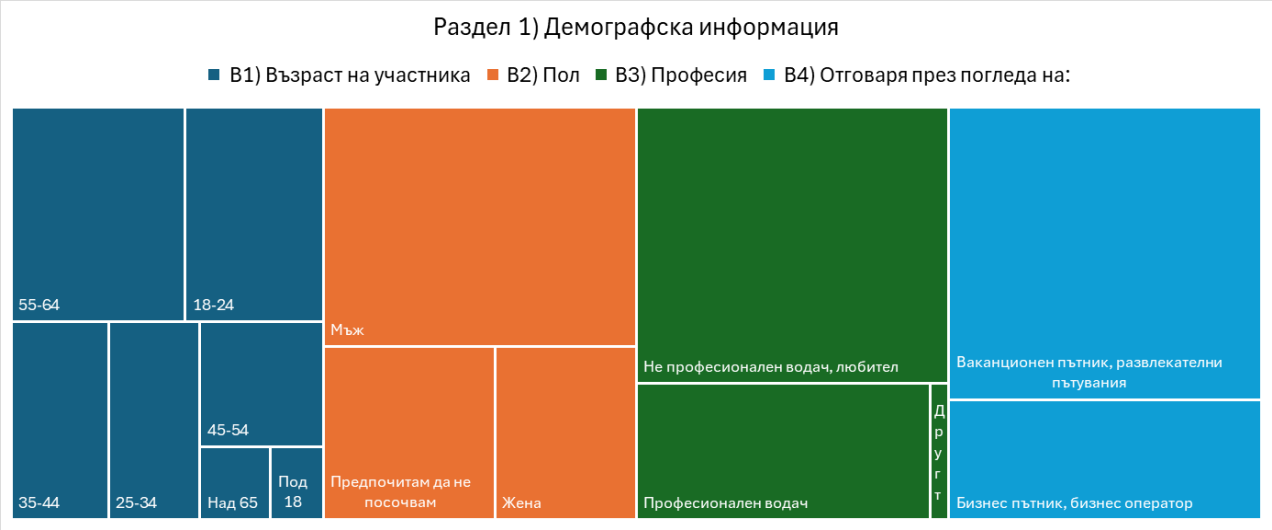


Fig. 2. Volumetric demographic representation of the participants

In the second section of the survey *Fig. 3* a high percentage of participants rate the management of the road network as "Poor" (49%) and "Fair" (30%), where satisfaction is reported by only 21% (17% "Good" and 4% "Excellent"). The poll shows that 62% of the accident-prone areas are not rectified by the road, where some interventions have been carried out at 31% at the time and 5% have accident-prone areas fixed.

Overall, the efficiency of the network was rated as overwhelmingly as poor by 51% (0% to 25% functionality), 33% rated their experience as fair, where only 16% believed that the road network exhibits 16% of good (13%) to excellent (3%) characteristics.

In terms of traffic law enforcement, the participants suggest that drivers are heavily policed *Fig. 4*, where 62% of the them have received 1 to 2 penalties in the last year. Nearly a third of the sample, 28%, reported no fines the previous year. The survey also found that 10% of respondents have been significantly fined for road behavior, with 6% receiving 3 to 5 penalties in the previous year and 4% receiving more than 5. Speeding accounts for the majority of the reported received fines (36%), followed up by the parking violations (27%) and alcohol consumption (2%).

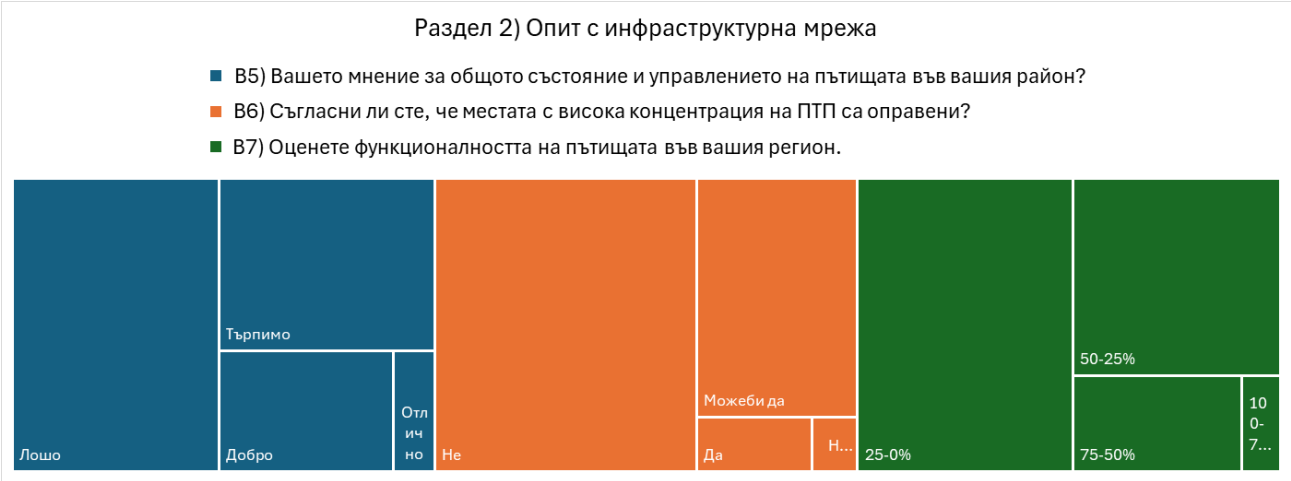


Fig. 3. Volumetric representation of participants' network performance experiences

Fig. 4. Participants' experience with police control

The reported point of view on the police behavior by the participants was 30% professional, 15% minor misconduct and 31% negative (18% arrogant and 13% provocative). However, 24% of the participants have not provided answer – the explanation is technology (ATMS and online fine payment methods).

The outcome of policing on the driver's behavior is reported to be highly effective *Fig. 5* by the participants of the survey – 78% of the respondents have become extra cautious.

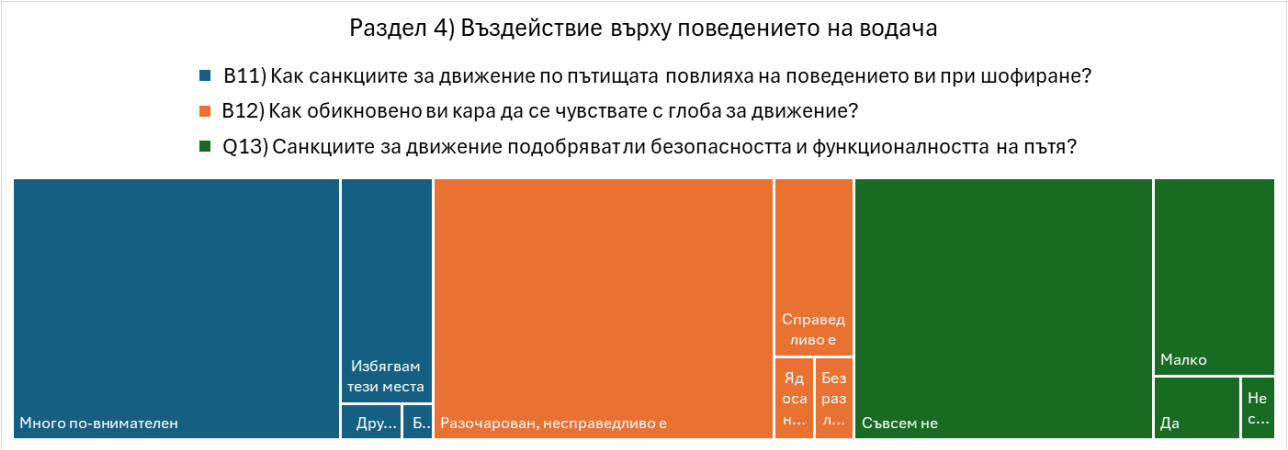


Fig. 5. Driver's perspective on law enforcement about their conduct

But 19% are looking for an option to avoid the police-controlled areas, where only 1% doesn't change their behavior and 2% are affected in other ways. 81% of the drivers feel that this is approach is not fair and this makes them frustrated with the management of the infrastructure. Where 13% are supporting the penalization approach. Nonetheless, 71% of respondents claim that sanctions do not enhance road safety, indicating that the public perceives minimal advantage in existing enforcement measures. Only 5% of drivers concur with the notion that sanctions enhance road safety in Bulgaria, while 22% voiced skepticism regarding this issue.

4. Discussion.

The main purpose of the road network is to facilitate the efficient transportation of individuals, commodities, and services. This is achieved by the fulfilment of minimum four key functions [5], [6], [7] и [8]: connectivity, reduced travel time, economic development and social cohesion. The collected information was analyzed to determine public opinion trends regarding traffic penalties, road safety management, and law enforcement conduct.

The Bulgarian legal system has long maintained that driver behavior is the primary cause of road accidents. This concept is embedded in national traffic safety policies, where policing and enforcement are heavily emphasized as primary tools for ensuring road safety. According to publicly available information in the media space the quality and quantity of ATMS for mobile speed control *Table 1*.

Table 1. Increase of quantity of ATMS for mobile speed control in Bulgaria.

Year	Quantity of ATMS	Source
2010	114	FROGNEWS [9]
2015	148	Desislava Lyubomirova [10]
2016	148	Vanya Georgieva [11]
2019	181	Martin Hristov [12]
2020	230	Tsvetan Gemishev [13]
2024	250	Gabriela Keremedchiyska [14]

However, this approach aligns strongly with the traditional Driver-Vehicle-Road (DVR) paradigm and justifies public's concern about the potential for taxation by citation, where road safety measures appear to be skewed toward revenue generation rather than public safety. In contrast, the Vision Zero method prioritizes road design and infrastructure enhancements, which are underutilized in the Bulgarian context *Fig. 6*, where for the last sixteen years the country has been constructing 36.2 km, on average of new national roads.

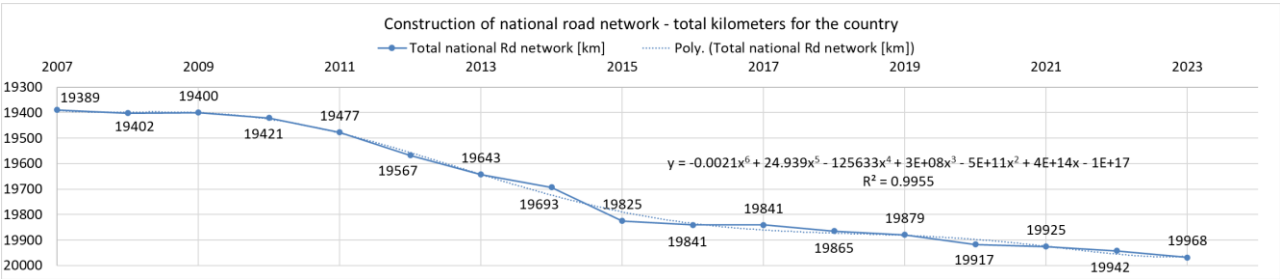


Fig. 6. Construction rate of new national roads in Bulgaria [15]

By integrating this information with the survey data, we can comprehend the public's predominant sentiment of frustration and their viewpoint that fines are viewed as revenue-generating rather than safety-oriented. This is evidenced by the recurrent penalties imposed on drivers,

significant unhappiness with road conditions, and the neglect of crucial accident-prone locations. This prompts cars to evade heavily enforced areas and seek alternatives.

5. Conclusion.

In governance, the public interest implies activities and policies that serve the general populace, rather than particular individuals or factions. It is a fundamental obligation of governments and institutions to ensure that actions are consistent with the public interest. This stipulates that policymakers must effectively balance competing needs, including safety, efficiency, and impartiality, while guaranteeing transparency and accountability in decision-making to serve the public good. In the field of road safety management, addressing the public interest demands: (1) enhancement of the infrastructure to mitigate accidents to increase efficiency and effectiveness of the transportation; (2) ensuring transparency in enforcement processes, and (3) prioritizing public welfare over income generating. This means that the legal reforms and policy updates must seek to synchronize infrastructure and enforcement with citizen needs, to guarantee that the public safety remains uncompromised by commercial interests. However, the legal review reveals that Bulgaria's current road safety framework lacks comprehensive oversight mechanisms to prevent enforcement practices from becoming financially motivated, especially in the context of traffic fines.

The survey data distinctly indicates a DVR-centric system in Bulgaria, wherein road safety is predominantly regarded as the obligation of drivers, with a significant emphasis on enforcement. Nonetheless, the findings underscore considerable public discontent with this paradigm, especially concerning road infrastructure and the perceived excessive dependence on penalties. The significant discontent with road conditions, police conduct, and traffic charges indicates that the existing system may be inadequate for fostering long-term safety enhancements.

On the other hand, the model of Vision Zero emphasizes the infrastructure enhancements, the road design, and the systemic safety measures. Trough those means it provides a more comprehensive and proactive strategy for safe road mobility. The findings indicate that Bulgaria can improve from the true application of Vision Zero framework by prioritizing enhancements in road infrastructure while diminishing dependence on law enforcement and punitive measures as the principal means of ensuring road safety. This transition would likely alleviate public concerns and enhance the overall safety and efficacy of Bulgaria's roadways.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the Bulgarian Road Safety Institute (NGO) for their help in distributing and implementing this study's questionnaire. Their dedication to improving road safety in Bulgaria was essential to data collection and research development.

REFERENCIES

[1] Bonev, H., at al., Textbook on the organization and control of road traffic for sergeants of the people's militia. For internal use. Sofia (1975).

[2] Carpenter, D. II, Lawson, C. & Deuser, C., What the Great Recession Revealed About Taxation by Citation and What Can Be Done About It, 54 U. MICH. J. L. REFORM 893 (2021). Available at: https://repository.law.umich.edu/mjlr/vol54/iss4/6.

[3] Center for the Study of Democracy, Conquering the State, Countering Administrative and Political Corruption, pag. 30, Sofia, (2016).

[4] Center for the Study of Democracy, Conquering the State, Countering Administrative and Political Corruption, pag. 31, Sofia, (2016).

[5] https://www.bria.com.ph/articles/what-is-a-good-road-network-and-why-is-it-important/.

[6] https://www.ruacorp.com/importance-of-a-good-road-network/.

[7] https://www.linkedin.com/pulse/importance-road-network-its-regular-maintenance-economic-bhatti/.

[8] https://blogs.worldbank.org/en/africacan/got-a-road-the-importance-of-a-good-road-network.
[9] https://frognews.bg/novini/sait-antiradar-pokazva-vsichki-kameri-kat.html
[10] Lyubomirova, D., https://www.actualno.com/society/148-mobilni-kameri-snimat-na-pytja-news_474517.html.
[11] Georgieva, V., https://www.sba.bg/snews/view/422.
[12] Hristov, M., https://fakti.bg/bulgaria/416473-31-trinogi-i-150-mobilni-kameri-sledat-za-skorostta-na-pata.
[13] Gemishev, T., https://trud.bg/a/articles/%D1%88%D0%BF%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%82%D0%B5-%D0%BE%D1%87%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%D1%82-%D0%BA%D0%B0%D0%BA-%D0%BD%D0%B8-%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82-%D0%BF%D0%BE-%D0%BF%D1%8A%D1%82%D0%B8%D1%89%D0%B0%D1%82%D0%B0.
[14] Keremedchiyska, G., https://btvnovinite.bg/bulgaria/mvr-puska-kameri-s-izkustven-intelekt-snimat-do-20-avtomobila-ednovremenno.html.
[15] National Statistics Institute, https://www.nsi.bg/bg/content/1706/%D1%80%D0%B5%D0%BF%D1%83%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B0-%D0%BF%D1%8A%D1%82%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0.

ПОСТИГАНЕ НА РЕСУРСНА ЕФЕКТИВНОСТ В ПЪТНОТО СТРОИТЕЛСТВО ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА РЕЦИКЛИРАНИ АСФАЛТОВИ НАСТИЛКИ (RAP)

Методий Стелиянов[1]

РЕЗЮМЕ:

България, продължава да се сблъсква със значими предизвикателства, свързани с реконструкцията и модернизацията на своята остаряла пътна инфраструктура. Проблемите включват ограничени публични финанси, корупция, както и необходимостта да се съобрази със строгите стандарти за устойчивост на Европейския съюз. От друга страна, строителството и поддръжката на пътища са сред най-енергоемките сектори, допринасящи значително за националното потребление на енергия и генерирането на въглеродни емисии. Фокусът на изследването е върху употребата на рециклирани асфалтови настилки с цел намаляване на енергийното потребление, строителните разходи и въздействието върху околната среда, без компромис с качеството на инфраструктурата. Основната цел е да се предложи практически идеи за интеграцията на рециклирани асфалтови настилки в пътния сектор.

Ключови думи: Рециклиране, асфалт, настилки, пътища, поддръжка, строителство, инфраструктура, енергийно потребление, качество, устойчивост, въглеродни емисии.

ACHIEVING RESOURCE EFFICIENCY IN ROAD CONSTRUCTION THROUGH THE USE OF RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT (RAP)

Metodiy Steliyanov[1]

ABSTRACT:

Bulgaria continues to face significant challenges related to the reconstruction and modernization of its aging road infrastructure. The problems include limited public finances, corruption, as well as the need to comply with the strict sustainability standards of the European Union. On the other hand, road construction and maintenance are among the most energy-intensive sectors, contributing significantly to national energy consumption and carbon emissions. The focus of the study is on the use of recycled asphalt pavements in order to reduce energy consumption, construction costs and environmental impact, without compromising the quality of the infrastructure. The main objective is to propose practical ideas for the integration of recycled asphalt pavements in the road sector.

Keywords: Recycling, asphalt, pavements, roads, maintenance, construction, infrastructure, energy consumption, quality, sustainability, carbon emissions.

[1] Методий Стелиянов, Маг. Инж., ВСУ „Черноризец Храбър“
Metodiy Steliyanov, Mag. Eng., VFU “Chernorizets Hrabar”, metodiy@abv.bg

1. Увод.

Икономическата мощ и развитието на една страна зависят от състоянието на транспортната ѝ инфраструктура. Към края на 2023 г. българската републиканска пътна мрежа възлиза на 19 968 км, но значителна част от пътищата са остарели. Реконструкцията и модернизацията често не се изпълняват навреме, а когато това се направи качеството им остава критикувано. Ограничените публични финанси, корупцията и строгите стандарти за устойчивост на ЕС създават сериозни предизвикателства.

Строителството и поддръжката на пътища са енергоемки и значително допринасят за генерирането на въглеродни емисии. Въпреки подкрепата на България за целите на ЕС за намаляване на парниковите газове, бюджетните ограничения затрудняват прилагането на екологични техники. Производството на асфалтови смеси разчита на инертни материали и битум, изискващи значителна енергия, което увеличава вредните емисии. Необходимостта от устойчиви алтернативи е очевидна.

Изследването цели повишаване употребата на рециклирани асфалтови настилки (RAP) за намаляване на енергийното потребление, разходите и въздействието върху околната среда. Практическите идеи включват увеличаване на процентното съдържание на RAP, което сега е ограничено до 10% за износващи пластове и 20% за долни пластове. Анализът включва международни казуси и технически оценки, подчертавайки значимостта на RAP за икономическа устойчивост и опазване на околната среда. Внедряването му може значително да подобри ефективността и устойчивостта на пътната инфраструктура на България.

2. Енергийни нужди и замърсители.

Конвенционалното производство на асфалт е енергоемък процес, който изисква значителни количества енергия и води до отделяне на замърсители.

2.1 Производство на каменни фракции.

Асфалтът се състои основно от 95% трошени каменни фракции и пясък, с 5% битум или негова емулсия като свързващо вещество. Производството на асфалта включва извличане, преработка, транспортиране и термична обработка на материалите, последвано от смесване, транспорт до площадката и полагане. За тези етапи се използват тежки машини като булдозери, багери и товарачи, задвижвани с дизелово гориво, както и машини за трошене и отсяване (фиг. 1), които работят с електричество (стационарни) или дизел (мобилни).

Фиг. 1. Производство на каменни фракции

2.2 Производство на битум.

Битумът, от своя страна, е сложна смес от въглеводороди и е вторичен продукт от рафинирането на суров нефт. Основните етапи на производство включват дестилация на суровия нефт за извличане на по-леките фракции (бензин и дизел), вакуумна дестилация за получаване на битум от тежкия остатък и смесване за постигане на стандарти за виско-еласто-пластичност (фиг.2). Петролните рафинерии използват енергийни източници като природен

газ, въглища, мазут, електричество, пара и водород. Природният газ е предпочитан в напредналите държави поради екологични съображения.

Фиг. 2. Битумен и други добавъчни вещества

Съгласно международните изследвания [1], производството на битум изисква по-малко енергия от производството на цимент, а отделянето на въглероден диоксид е почти 3,5 пъти по-малко. Асфалтовите бази използват електричество и горива (природен газ, дизел или употребявано масло) за загряване и смесване. Изследванията [2] доказват, че природният газ има най-ниските емисии сред изкопаемите горива, което води до 26% по-ниски емисии в бази, използващи природен газ спрямо дизел [3].

2.3 Производство и употреба на катран.

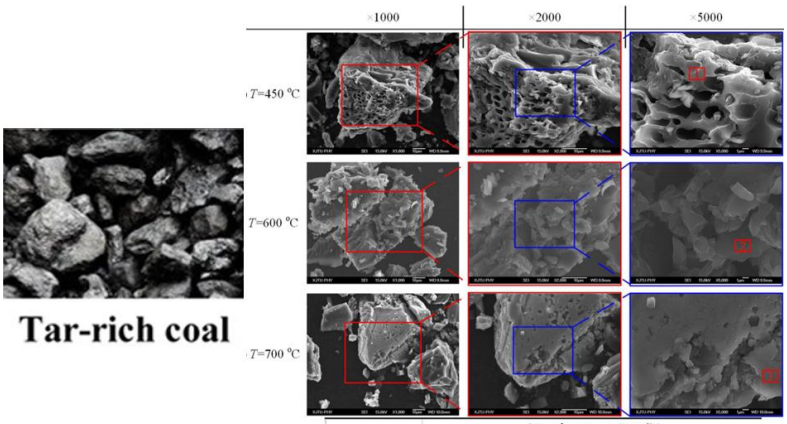
Важно е да се посочи, че при старите технологии за производство на "асфалт", като свързващото вещество се е използвал катран *(tar)*. Всъщност, това не е асфалт в съвременният смисъл на думата, а тармак *(tarmac)* или по – правилно казано катраноминерална смес. Катрана е продукт произведен след пиролиза на въглища и последващи процеси на седиментация, филтрация и дестилация с цел премахване на нежелани примеси като вода, твърди вещества и летливи съединения. За това са се изисквали големи количества енергия и са се генерирали значителни емисии на парникови газове (ПГ). Поради високото си съдържание на бензен, в последствие този продукт започва да се счита за канцерогенен и в световен мащаб производството на катраноминерални смеси се прекратява около 1970 г. Въпреки това, в някои страни употребата на катран се запазва за по – дълго време в Австралия въглищният катран продължава да се използва по пътищата в много малки количества до около 1989 г. в някои асфалтови смеси и за измиването на каменни фракции за повърхностни обработки [4].

В България към 1976 г. все още се използва катран (фиг.3), но по-малко както посочва Тодор Тодоров в книгата си [5].

Фиг. 3. Катран

Датата за това кога България се е отказала от използването на катран в производството на тармак не е изяснена в литературните източниците. Също така липсват изчерпателни записи, показващи точното местоположение на положените смеси. Тъй като това е стара технология, която не се използва вече [6], не я разглеждат в изследването си, но е важна с цел разбиране на екологичния отпечатък и това налага извършването на калкулация. За производството на катран чрез високо температурна пиролиза на въглища се изискват температури от 800°C до 1200°C [7], докато дестилацията на битум изисква температури в

порядъка на 350°C до 400°C [8]. В исторически план за пиролизата са използвани въглищата като гориво, за които е известно, че имат специфичен топлинен капацитет C_p=1,4 kJ/(kgK) [9]. Също така е известно, че добивът на катран от битуминозните въглища е бил относително нисък, около пет (5%) теглови процента [10] при конвенционална високотемпературна карбонизация в коксови пещи. Съвременни изследвания и техническа документация показват, че добивите на катран могат да достигнат до около 10% при стандартни настройки, с потенциални увеличения [11] при специализирани нискотемпературни или бързи методи на пиролиза (фиг.4).



	Atomic percentage/%		
	C	Ca	O
Area 1	100	0	0
Area 2	100	0	0
Area 3	0	50.84	49.16

Фиг. 4. Микроморфология на остатъчния полукокс от богати на катран въглища

От фигурата [11] се вижда, че по-високите температури на пиролиза водят до промени в морфологията на повърхността на полукокса. При по-ниски температури порьозността е по-развита, докато при по-високите температури тя става по-гладка. Това се обяснява с образуването на големи въглеводородни структури при високите температури, които всъщност намаляват продукцията на катран и обясняват наблюденията на L. Grainger и J. Gibson от 1981 година [10].

Съгласно тази информация за да намерим нужното количество *($Q_{needed\ coal}$)* въглища за производството на 1t катран *(D_{output})*, при 5% добив *(Y)* трябва да използваме зависимостта:

$$Q_{n.c.} = \frac{D_o}{Y} = \frac{1000\ kg}{5\%} = \frac{1000\ kg}{0{,}05} = 20\ 000\ kg \qquad (1).$$

Необходимата енергия *(Q_E)* за пиролизата на това количество въглища може бъде намерена от фундаментното уравнение на термодинамиката за пренос на топлина:

$$Q_E = m[kg] * C_p \left[\frac{kJ}{kg * K}\right] * \Delta T\ [°C] \qquad (2).$$

А параметъра “m” е масата на нужното количество въглища [kg] и ΔT е температурната разлика за загряване на въглищата от 25°C до 1000°C, като средна температурна стойност за диапазона 800°C до 1200°C. Следователно:

$$Q_E = 20\ 000\ * 1.4\ * (1000° - 25°) = 27\ 300\ 000\ \text{kJ} \qquad (3).$$

Това всъщност е теоретичната енергия, т.е. 27 300 MJ ще са нужни за 100% ефикасен процес.

През 2023 година Ergul и Selimli извършват приложно изследване и енергиен анализ на коксови пещи (фиг.5) на турски завод намиращ се в Карабюк, разполагащ с три секции с конфигурация от 44, 56 и 70 пещи, като всяка от пещите е с размери от около 4,5 m височина, 0,45 m ширина и 14 m дълбочина. Заводът е интегриран основно за производство на желязо и

стомана, а катранът се произвежда като страничен продукт. Капацитетът на една въглищна на пещ за един горещ цикъл от 8 часа е приблизително 20 t, а работната им температура на пещите варира от 1200°C до 1300°C. Средно 1415 t катран се произвеждат за горещ цикъл от 18 625 kg въглища. В изводите си те посочват, че ефективността на коксовата пещ може да се увеличи до 58,11% [12].

Фиг. 5. Коксов завод с изглед на пещите отгоре и отстрани

Както се вижда, процесът на пиролиза не е 100% ефикасен и е необходимо да се направи допускане за неговата енергийна производителност преди 1970 година. Ако пещите за този период са работили с 40% ефективност, то изразходваната енергия за производството на един тон катран ще е:

$$27\,300\ MJ\ /_{0,4} = 68\,250\ MJ \qquad (4).$$

Тази енергия обаче се получава от изгарянето на въглища, което налага необходимостта за осигуряване на определено количество въглища за използването им като гориво. Тъй като енергийното съдържание на въглищата е 24 000 kJ/kg, или 5 732 kcal/kg [13], нужното количество гориво ще е:

$$68\,250\ MJ\ /_{24\ MJ} = 2\,843{,}75\ kg \text{ въглища} \qquad (5).$$

По отношение на генерираният въглероден диоксид от производственият процес ще имаме два основни компонента на емисиите:

- от горенето на въглищата използвайки стандартен фактор на преобразуване от $2\,860\ \frac{kgCO_2}{t}$ [14] за необходимите 2 843,75 kg въглища получаваме следната стойност за емисиите от CO_2:

$$M_{CO2} = M_{burned\ coal}[t] * 2{,}86\ \left[\frac{tCO_2}{t}\right] = 2{,}844 * 2.86 = 8{,}133\ t \qquad (6).$$

- и от декомпозицията на въглищата по време на пиролизата условно приемайки, че 5% от масата на въглищата се превръща в CO_2 по време на термохимичния процес:

$$M_{CO2}^{Decomposition} = M_{pyrolysis}[t] * P_{conv.\%} * 2{,}86\left[\frac{tCO_2}{t}\right] == 20 * 0{,}05 * 2{,}86 = 2{,}86\ t \qquad (7).$$

Следователно общата маса на генерираните емисиите от CO_2 ще е:

$$\sum CO_2 = M_{CO2} + M_{CO2}^{Decomposition} = 10{,}99\ t \approx 11\ t \qquad (8).$$

Сравнителният анализ на производството на битум и катран в *Табл. 1* показва, че производството на катран е приблизително 14 пъти по-енергоинтензивно и около 39 пъти по-интензивно по отношение на емисиите на CO_2 в сравнение с битума.

Табл. 1. Сравнителен анализ между битум и катран

Продукт	Енергия [MJ/t]	CO_2 [kg/t]	Източник
Битум – производство	4 900	285	Eurobitume
Катран – производство	68 250	10 993,13	Настояща разработка

2.4 Транспортиране и полагане на сместа.

Производствената верига продължава с транспортирането на сместа до работния обект и нейното полагане, за което е необходимо дизелово гориво. По отношение на транспорта, необходимата енергия и генерираните емисии зависят от два основни параметъра: разстояние до обекта и масата на сместа за превоз. В тази връзка важат следните стандартни зависимости за:

- Консумирана енергия:

$$E\ [MJ] = 0{,}9\ \left[\frac{MJ}{km - t}\right] *\ D\ [km] * M_{transp.mix}\ [t] \qquad (9).$$

- Генерирани емисии в CO_2 еквивалент:

$$M_{GHG}\ [kg] = 0{,}06\ \left[\frac{kg}{km - t}\right] *\ D\ [km] * M_{transp.mix}\ [t] \qquad (10).$$

Тук трябва да се отбележи, че зависимостите са валидни за едната логистична посока, когато камионите са пълни. Следователно, и двете формули трябва да бъдат допълнени, за да отчетат пътуването на празните камиони в обратна посока към асфалтовата база. Това може да се постигне чрез редуциране на коефициентите за необходимата енергия и генерираните емисии с 50%.

- Консумирана енергия за пълен транспортен цикъл:

$$E = (0{,}9 + 0{,}45) *\ D * M_{transp.mix} \qquad (11).$$

- Генерирани емисии в CO_2 еквивалент за пълен транспортен цикъл:

$$M_{GHG} = (0{,}06 + 0{,}03) *\ D\ * M_{transp.mix} \qquad (12).$$

Максималното разстояние, на което камион за асфалт може да транспортира гореща асфалтова смес (HMA) преди да се охлади до минималната допустима температура зависи от начална температура на сместа, условия на околната среда, времетраенето за транспортиране и специфични за сместа температурни критерии за уплътняване.

Следователно, универсално фиксирано максимално разстояние не съществува и е необходимо да се правят специфични разчети за всяка отделна задача. Приемайки, че 100 тона асфалт трябва да бъдат превозени до строителен обект на разстояние 50 километра (т.е. пълният транспортен кръг е 100 километра), съгласно формули (11) и (12), ще са необходими 6 750 MJ енергия, като при това ще бъдат генерирани 450 kg еквивалентни CO_2 емисии.

Полагането на асфалтовия слой обхваща всички необходими операции, включващи управление на транспортните потоци, подготовка на строителната площадка, уплътняване, довършване, почистване и изхвърляне на отпадъците. Тук следва да се отбележи, че една от най-енергоемките процедури при полагането на асфалт [15] е горещото рециклиране на място *(HIR, hot in-place recycling)*. Където са необходими 456 MJ/t енергия и отделят 34 kg еквивалентни CO_2 емисии. В сравнение с българския катранобетон марка К-8 , базиран на данни от 1976 г. със съотношение 75% битум и 25% катран, и при хипотетично запазени HMA параметри, както е показано в *Таблица 2,* може да се обяснят допълнителните стимули довели до постепенното изваждане на въглищния катран от употреба, каквато е неговата неефективност.

Табл. 2. Обща енергия и CO2 еквивалент съгласно Chappat & Bilal [1] с включен катранобетон марка К-8

Product	Energy Consumption (MJ/t) for Each Type of Product						Greenhouse Gas Emissions (kg/t) for Each Type of Product					
	Binders	Aggregates	Manufacture	Transport	Laying	Total (MJ/t)	Binders	Aggregates	Manufacture	Transport	Laying	Total (kg/t)
Bituminous Concrete	279	38	275	79	9	680	16	9.4	22	5.3	0.6	54
*K8 w/HMA proportions**	*20,737*	*38*	*275*	*79*	*9*	*21,138*	*2,760*	*9.4*	*22*	*5.3*	*0.6*	*2,797*
Road Base Asphalt Concrete	196	36	275	75	9	591	11	7.6	22	5.3	0.6	47
High Modulus Asphalt Concrete	284	38	289	79	9	699	17	9.4	23.1	5	0.6	55
Warm Mix Asphalt Concrete	294	38	234	80	9	654	17	9.4	20.5	5.3	0.6	53
Emulsion Bound Aggregate	227	37	14	81	6	365	14	9.4	1	5.4	0.4	30
Cold Mix Asphalt	314	36	14	86	6	457	20	9.1	1	5.7	0.4	36
Thermo-Recycling	98	4	0	12	**456**	570	6	1	0	0.8	**34.2**	42
Concrete Bituminous w/10% RAP	250	35	275	73	9	642	15	8.6	22	4.9	0.6	51
Road Base Asphalt Concrete w/20% RAP	157	33	275	64	9	538	9	7.8	22	4.3	0.6	44
Road Base Asphalt Concrete w/30% RAP	137	39	275	58	9	510	8	7	22	3.9	0.6	41
Road Base Asphalt Concrete w/50% RAP	98	25	275	47	9	454	6	5.2	22	3.1	0.6	37
Emulsion In-situ Recycling	105	4	0	15	15	139	7	1	1.1	1	0.4	10
Untreated Granular Material	0	40	0	68	6	113	0	9.6	0	4.5	0.4	15
Soil Treated In-situ w/Lime + Cement	63	0	0	7	12	81	12	0	0	0.5	1.1	14
Cement-Bound Materials	200	32	14	67	6	319	39	5.7	1	4.5	0.4	51
Cement-Bound Materials & AJ	203	32	14	67	6	323	40	5.7	1	4.5	0.4	51
Aggregate w/Hydraulic Road Binder	50	29	14	61	6	160	10	5.1	1	4.1	0.4	20
Aggregate w/Hydraulic Binder & AJ	54	29	14	61	6	164	10	5.7	1	4.5	0.4	22
Cement Concrete Slabs without Dowels	598	40	14	84	2.2	738	118	9.6	1	5.6	0.2	134
Continuous Reinforced Concrete	1100	29	14	81	2.2	1226	188	5.1	1	5.4	0.2	200

3. Ролята на RAP в рамката на кръговата икономика.

Кръговата икономика е икономическа концепция която има за цел да премахне отпадъците и да насърчи постоянното използване на ресурсите. Тя се различава от конвенционалната линейна икономика, която се придържа към парадигмата „вземи-направи-изхвърли“. Основната идея на тази парадигма е установяването на процеси в затворен цикъл. Това означава, че всички продукти, материали и ресурси се използват повторно, чрез поправка, обновление, преработване и рециклиране, като по този начин се намалява нуждата от нови суровини. В резултат на което ще се смекчи въздействието върху околната среда от различните индустрии. Основните елементи на кръговата икономика са:

1) Проектиране за издръжливост – удължен живот и лесен ремонт.

2) Ресурсна ефективност – пълна оптимизация на използването на ресурси и енергия през жизнения цикъл на продукта.

3) Продукт като услуга, т.е. компаниите да предоставят услуги, които отговарят на изискванията на клиента, вместо да продават продукти.

4) Отпадъците да се използват като ресурс, т.е. те са ценен актив, който да може да се интегрира повторно в производствения цикъл.

5) Регенеративни практики – предприемане на действия, които възстановяват и подмладяват екологичните системи.

Рециклираните асфалтови настилки са първостепенно значение за насърчаването на кръговата икономика в сектора на пътното строителство [16]. Използването на рециклиран асфалтов материал (RAP) в нови асфалтови смеси намалява нуждата от нови природни ресурси и производствените емисии, с което се подобрява устойчивостта на околната среда. Това отговаря на втория основен принцип на концепцията за кръгова икономика. Чрез интегрирането на RAP се намалява използването както на инертни материали, така и на битум. В допълнение, този подход намалява количеството асфалтови отпадъци, което съответства на четвъртия основен принцип на концепцията.

По данни на Националната Асоциация на Асфалтовите Настилки на САЩ през 2021 г. използването на RAP е повишено в сравнение с предходната година [17], както следва:

- 2,6 милиона тона еквивалентни CO_2 емисии са спестени от атмосферата през чрез използването на RAP в нови смеси, което е увеличение с 0,3 милиона тона спрямо 2020 г.;
- 94,6 милиона тона RAP е рециклирана в нови асфалтови смеси през, което е увеличение с 8,74% спрямо 2020 г.;
- 95% RAP е използвана в нови настилки, което е увеличение от 2% спрямо 2020 г.;

- 630 000 тона рециклирани асфалтови керемиди *(RAS - recycled asphalt shingles)* са използвани за асфалтови смеси, което е увеличение с 8% спрямо 2020 г.;
- 26 милиона барела битумен е заменено с рециклирано свързващо вещество от RAP и RAS, което е увеличение с 2 милиона барела спрямо 2020 г.

Европейската асоциация за асфалтови настилки посочва, че приблизително 50 милиона тона RAP са налични годишно в Европа, като 65-75% се използват повторно в нови асфалтови смеси [18]. Останалите 25-35% се рециклират като гранулиран материал за несвързани пътни слоеве и други строителни цели, като приблизително около 5% годишно се преразпределят към депата.

Значителни икономии на енергия в следствие на използването на RAP в производството на асфалт е потвърдено и през 2022 г. [19], като проучването показва, че 15% RAP в асфалтови смеси може да намали използването на изкопаеми горива с 14%. Осем години по-рано проучване [20] показва, че RAP смесите могат да намалят емисиите на CO2 с приблизително 18 kg на тон и да спестят 20% енергия на тон.

От икономическа гледна точка RAP смесите показват изключителна конкурентно способност, като производствените им разходи са значително по-ниски от конвенционалните асфалтови смеси със свежи инертни материали. В зависимост от съдържанието на RAP и наличността на пазара, цената може да бъде с 50–70% по-ниска (Bruno. 2024; p.958).

Като цяло всички международни проучвания потвърждават, че използването на RAP не само подобрява енергийната ефективност и намалява емисиите на парникови газове, но също така насърчава устойчивото използване на ресурсите, което подчертава неговата жизненоважна роля в екологичните практики за пътно строителство.

4. Заключение.

Проучването подчертава възможността за повишаване на употребата на RAP с цел решаване на част от съществените предизвикателства пред пътната инфраструктура на България. Строителството и поддръжката на пътища, които са сред най-енергоемките сектори, значително допринасят за въглеродните емисии и изчерпването на ресурсите. Но прилагането на RAP осигурява ефективно решение на тези проблеми чрез повишаване на енергийната ефективност, намаляване на разходите и е в съответствие с целите за устойчивост на Европейския съюз.

Констатациите от международната литература подкрепят увеличаване на нивата на използване на RAP над съществуващите прагове от 10% за повърхностните слоеве и 20% за фундаменталните слоеве. Този преход може да доведе до значителни екологични и икономически ползи, както се вижда от международни казуси и технически оценки. Но се изисква внимателно управление на извлеченият RAP, тъй като в част от него може да има катран, който е канцерогенен.

България може да намали своя въглероден отпечатък и да подобри управлението на ресурсите си, като същевременно увеличи дълготрайността пътната мрежа с увеличаване на количеството използван RAP. Но за това се изискват управленчески промени, заедно със стратегическите инвестиции във водещи технологии. Преминаването към устойчиви методи за пътно строителство не само ще отговори на съвременните международни инфраструктурни изисквания, но и ще подкрепи основните цели на България за икономическа устойчивост и управление на околната среда, осигурявайки по-добро бъдеще за следващите поколения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] EIA, 2021. Manufacturing Energy Consumption Survey, 2018, U.S. Energy Information Administration: Table 3.2, p.1.

[2] Deru, M. and Torcellini, P., 2007. Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings. NREL/TP-550 38617. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado. p.7.
[3] Shacat, J., Willis, R. & Ciavola, B., 2024. The carbon footprint of asphalt pavements. A reference document for decarbonization. NAPA, 6406 Ivy Lane, Suite 350, Greenbelt, MD 20770-1441, p.32.
[4] NSW Government, (2022). Fact sheet – Coal tar asphalt, EMF-WM-FS-0065, p.1.
[5] Тодоров.Т., (1976). Проектиране на пътните настилки, Държавно издателство „Техника“, с.8.
[6] Chappat, M., Bilal, J., 2003, The ecological road of the future. Energy consumption and greenhouse gas emissions. Report from COLAS, 40p.
[7] Speight, J.G., 2013. The Chemistry and Technology of Coal, 4 th Edition. CRC Press. Taylor & Francis Group. 6000 Broken Sound Prkway WY, Suite 300. Boca Raton, FL 33487-2742, ISBN: 978-1-4398-3646-0, p.394.
[8] Hunter, R.N., Self, A. & Read, J., 2015. The Shell Bitumen Handbook, 6 th Edition. Published for Shell Bitumen by ICE Publishing, One Great George Street, Westminster, London SW1P 3AA. ISBN: 978-0-7277-5837-8, p.16.
[9] Strezov, V. & Lucas, J.A. & Evans, T. & Strezov, L., 2004. Effect of heating rate on the thermal properties and devolatilisation of coal. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 78. 385-397. 10.1023/B:JTAN.0000046105.01273.61, p.385.
[10] Grainger, L.; Gibson, J., 1981. Coal Utilisation: Technology, Economics and Policy. Published by Graham and Trotman: London. ISBN 10: 0860102661, p. 153.
[11] Ma L, Mao Q, Wang C, Duan Z, Chen M, Yang F, Liu J, Wang Z, Che D. Investigation of Pyrolysis and Mild Oxidation Characteristics of Tar-Rich Coal via Thermogravimetric Experiments. ACS Omega., 2022 Jul 13;7(29):25613-25624. doi: 10.1021/acsomega.2c02786. PMID: 35910123; PMCID: PMC9330078, p.1 & 4.
[12] Ergul, M., & Selimli, S., 2024. An applied study on energy analysis of a coke oven. Science and Technology for Energy Transition, 79(1). DOI: https://doi.org/10.2516/stet/2023042, p.8.
[13] IEA Coal information: database documentation (JULY 2024 EDITION). Available online at: http://wds.iea.org/wds/pdf/coal_documentation.pdf, p.117.
[14] EEA Grants Portugal, 2020. Available online at: https://www.eeagrants.gov.pt/media/2776/conversion-guidelines.pdf, p.1.
[15] Irrgang, P. E., Chehovits, J., & Galehouse, L. 2011. Energy Usage and Greenhouse Gas Emissions of Pavement Preservation Processes for Asphalt Concrete Pavements. Available online at: https://www.h-a-d.hr/pubfile.php?id=724, p.5.
[16] Ilhan, V., 2024. How can I make my asphalt more environmentally friendly? PETRONAFT. Available online at: https://www.petronaftco.com/asphalt-oreenvironmentally-friendly/, p.1.
[17] NAPA, 2021. Recycling By the Numbers. Available online at: https://www.asphaltpavement.org/expertise/sustainability/sustainabilityresources/recycling, p.1.
[18] EAPA, 2023. Asphalt and Circular Economy. Available online at: https://eapa.org/recycling/, p.1.
[19] Polo-Mendoza, R., Penabaena-Niebles, R., Giustozzi, F., Martinez-Arguelles, G., 2022. Eco-friendly design of Warm mix asphalt (WMA) with recycled concrete aggregate (RCA): a case study from a developing country. Constr Build Mater 326:126890, p.7.
[20] Zaumanis, M., Mallick, R.B., Frank, R., 2014. 100% recycled hot mix asphalt: a review and analysis. Resour Conserv Recycl 92:230–245, p.12.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

РОЛЯТА НА СЪВРЕМЕННАТА ТЕХНИЧЕСКА ДЪРВЕСИНА В ПРИЛАГАНЕТО НА ПРИНЦИПИТЕ НА БИОФИЛНИЯ ДИЗАЙН В ИНДУСТРИАЛНАТА АРХИТЕКТУРА

Георги Николов[1]

РЕЗЮМЕ:

В тази статия се изследват особеностите на съвременната техническа дървесина, които правят едновременно възможно и необходимо нейното използване в процеса на създаването на среда за труд. Настоящата публикация е насочена към дефиниране на възможностите и средствата, които композитната конструктивна дървесина предоставя на автора в творческия процес на създаване на съвременна индустриална архитектура. Архитектура, която е силно повлияна от доминиращата концепция за „устойчивост на средата“, а целенасоченото и комплексно прилагане на принципите на биофилния дизайн предполага създаването на работна среда, която е здравословна, комфортна и мотивираща едновременно. В статията не са предмет на изследване недостатъците на техническата дървесина в нейните разновидности, както и ограничителите на нейното масово приложение в съвременната строителна практика.

Ключови думи: биофилен дизайн, съвременна техническа дървесина, съставна дървесина, индустриална архитектура, устойчива архитектура, работна среда

THE ROLE OF MODERN ENGINEERED WOOD IN THE APPLICATION OF BIOPHILIC DESIGN PRINCIPLES IN INDUSTRIAL ARCHITECTURE

Georgi Nikolov[1]

ABSTRACT:

This article examines the features of modern engineered wood that make its use both possible and necessary in the process of creating a working environment. This publication is aimed at defining the opportunities and means that composite structural wood provides to the author in the creative process of creating modern industrial architecture. Architecture that is strongly influenced by the dominant concept of "environmental sustainability", and the purposeful and complex application of the principles of biophilic design implies the creation of a working environment that is healthy, comfortable and motivating at the same time. The article does not examine the shortcomings of engineered wood in its varieties, as well as the limitations of its widespread use in modern construction practice

Keywords: biophilic design, modern engineered wood, composite wood, industrial architecture, sustainable architecture, work

[1] Георги Николов, ас. арх., кат. „Индустриални сгради”, УАСГ,
Georgi Nikolov, Assist. Prof. Arch., Dept.„Industrial Buildings”, UACEG, gnikolov_far@uacg.bg

1. Увод

Цел на настоящата статия е да бъдат формулирани възможностите, които техническата дървесина предоставя на проектантите при формирането на съвременна среда за производствен труд в контекста на концепциите на „биофилния дизайн“ (БД). С оглед на поставената цел ще бъдат интерпретирани принципите на БД и тяхната свързаност със „съвременната техническа дървесина“ в процеса на създаването на индустриални пространствено-планировъчни структури (най-често от леката и хранително-вкусовата промишленост). Въпреки широкото приложение на „биофилния дизайн“ в жилищните и обществените сгради, неговата роля в индустриалните пространства е недостатъчно изследвана. След анализ на два „знакови“ (за разлика от типизираните структури на Stora Enso) обекта, попадащи в типологията на индустриалните сгради, ще бъде аргументирано значението на техническата дървесина в процеса на изграждане на хуманна, комфортна и мотивираща съвременна среда за производствен труд

2. Методология

В настоящето изследване ще бъде използван комплекс от методи, за да бъде изяснена ролята и мястото, възможностите, с които разполага техническата дървесина в нейните съвременни разновидности, в процеса на създаване на „биофилна“ среда за труд в структурата на производствените предприятия.

- системен подбор и анализ на литературни източници от утвърдени автори Kellert, S., Heerwagen J., Calabrese E., Pereira M., Forster P., Terrapin Bright Green, Pollmeier, Stora Enso и др., за да се установи теоретичната основа на изследването;
- анализ на значими (знакови) проекти от гледна точка на приноса на техническата дървесина във формирането на „биофилна“ среда за труд, с цел да се установи как естетическите и физически характеристики на материала приложими в различните модели (patterns) способстват за материализирането на основните принципи на „биофилния“ дизайн;
- сравнителен анализ на селектираните обекти и формулиране на възможните направления при използването на съвременната техническа дървесина за формирането на „биофилна“ среда за труд в производствените предприятия

3. Биофилен дизайн – същност и принципи и групи модели (patterns)

3.1 Същност

Биофилия (biophilia) е термин, който американският психоаналитик Erich Fromm използва през 1973г. в книгата си „The Anatomy of Human Destructiveness“ [1], изразявайки чрез него „привързаността на човека към живота и живата природа“. В книгата си „Biophilia“ (1984) [2], биологът Edward O. Wilson използва същото понятие, за да формулира хипотезата, че привързаността на човешките същества към живата и нежива природа е генетично определена т.е. биофилията е част от човешката генетична памет.

Необходимо е конкретизиране на съдържанието на понятието „природа“ в контекста на настоящето изследване. Разпространени са две разбирания за неговата същност. Едната е, че природата е всичко, което може да се класифицира като жив организъм, незасегнат от антропогенните дейности и среда. Това разбиране е неприложимо за нашата съвременност, защото почти всичко на планетата е подложено на прякото или непряко въздействие и участие на човека. Съществува и по-широкото разбиране за природата т.е., че всичко на Земята е естествено (в смисъла на природа), защото човекът е с естествен произход и неговата дейност и резултатите от нея също са естествени. Авторитетните изследователи по темата за биофилния дизайн (Kellert, S., Heerwagen, J., Calabrese, E., Pereira, M. and Forster, P. и др.) не дават еднозначна дефиниция за понятието природа, а го описват чрез моделите, които го интерпретират и начините, по който човек възприема тези интерпретации.

За целите на тази статия, в контекста на „биофилния дизайн“, понятието природа може бъде определено като: Сложна, променяща се система от живи и неживи елементи, естествени материали с присъщите им текстури и цветове, биоморфни антропогенни форми,

наподобяващи естественото, чието сетивно, асоциативно и културно-историческо възприемане от страна на хората, допринася за психо-физиологическото им здраве, комфорт, чувство за привързаност към мястото (идентичност) и по-висока мотивация и производителност (на работното място).

Интерпретирането по различни начини на връзката между човека и природата в процеса на създаване на изкуствена среда се нарича биофилен дизайн (БД). Биофилно проектираните структури се възприемат като пространства, които съдържат същността на естествените обекти, без да са точни копия. БД като проектантска практика, целенасочено използва материали, елементи, форми, модели и др. при създаването на антропогенни пространства, които засилват усещането за свързаност на обитателите им с природата и компенсират ежедневната липса на естествена среда за „съвременния градски“ човек. БД има за цел да създаде подходяща среда за хората като биологичен организъм в съвременния, високо-урбанизиран свят, която подобрява здравето, физическата форма и създава усещането за психо-физиологичен комфорт на хората. Успешното прилагане на биофилния дизайн предизвиква появата на физически, психически и поведенчески ползи, които се изразяват в подобрена физическа форма, по-ниско кръвно налягане, повишен комфорт и удовлетвореност, по-малко болестни симптоми и по-добро общо здравословно състояние. Психичните ползи варират от повишена удовлетвореност и мотивация, по-малко стрес и тревожност до по-добро решаване на проблеми и творчество. Положителната поведенческа промяна включва повишено внимание и концентрация, подобрено социално взаимодействие и по-малко враждебност и агресия. Професор Kellert S., социален еколог и влиятелен теоретик в областта на биофилния дизайн, препоръчва използването на елементи от естествената природа като дневна светлина, растения и естествени материали (включително дървесина и камък), като един от ключовите елементи на БД . В книгата The Practice of Biophilic Design [3], обобщавайки богат практически опит Kellert S. и Calabrese E. формулират три категории на биофилно преживяване, които изразяват начините, по които хората възприемат и се свързват с природата:

- Директна връзка с природата – сетивно възприемане на реални обекти от природата, които могат да се видят, докоснат или усетят;
- Индиректна връзка с природата – асоциативно възприемане на природата, която е символично представена чрез материали, цветове, текстури, образи и др. ;
- Възпроизвеждане на природата – целенасочена организация на пространството по начин, който наподобява структурата и протичащите процеси в естествената природна среда.

3.2. Принципи на биофилния дизайн

Систематизирайки възможните начини, чрез които „градският човек“ възприема природата, авторите формулират принципи, чието прилагане предполага създаването на „биофилната“ среда.

Принципите са формулирани в книгата "Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life"[4] от Stephan Kellert и колектив и се основават на трите категории, които изразяват начина на човешкото възприятие на природата. Те са шест и определят целите и дефинират същността на средата като „биофилна“ чрез изискванията към нейното съдържание и човешките възприятия за нея:

- **използване на характерни природни елементи** – в основата на този принцип е сетивната свързаност с природата, посредством нейни елементи – променяща се светлина, движещи се въздух и вода, живи организми, растения и др.[5];
- **прилагане на природни форми и мотиви** – принципът се реализира чрез възприемането на естествени материали (обработени или не), характерни за тях текстури и цветове, органични форми и структури, които подсъзнателно и на символично ниво се свързват с природата;

- **интерпретация на естествени процеси и закономерности** – основава се на процесите на естествено стареене на материалите - стомана (напр. кортенова) и други метали, строителна дървесина, смяната на годишните времена. Съзнателно или не, тези процеси стимулират сетивата и познавателните способности на човека;
- **светлина и пространство** - естествената светлина, освен че е фактор за безопасността на работното място, подобрява производителността и настроението, регулира циркадните ритми. Пространствената организация може да провокира усещане за простор, за сигурност (убежище), за опасност и други преживявания, свързани с пребиваването сред природата;
- **свързаност със съществуващата среда** (локален контекст в широк смисъл) – принципът предполага създаване на конкретна, органично включена в средата си архитектура. На първично (материално) ниво тя се постига чрез прилагането на характерни за района материали, строителни техники, пространствени типове. „Улавянето на духа на мястото“ се осъществява чрез интерпретирането и експонирането на исторически и културни факти и процеси, свързани с региона;
- **отношенията човек-природа, възникнали в процеса на еволюцията**– този принцип е свързан с поведението и усещанията ни в естествена среда за : яснота - сложност, защита - убежище, страхопочитание - вълнение и търсене - откриване. Формулирането на тези усещания ни позволява да ги интерпретираме по творчески начин в пространствената организация на средата (за труд), която създаваме.

3.3.Модели на биофилния дизайн

Категориите на „биофилното“ преживяване и принципите на дизайна очертават теоретико-философските рамки на „биофилната“ концепция, а средствата, чрез които може да бъде създадена съвременната среда за човешка дейност са систематизирани в понятието **проектантски модели** (Design Patterns) от Terrapin Bright Green (TBG)[6]

Моделите са 15 на брой и са групирани от TBG в 3 тематични направления, които отчасти се припокриват с категориите на „биофилно“ възприятие според Kellert [4].

Първото тематично направление е свързано с прякото физическо присъствие на **природата в пространството** и се осъществява чрез прилагането на следващите 7 модела (проектантски похвати): 1 - визуална връзка с природата; 2 - невизуална връзка с природата; 3 - неритмични сетивни дразнения; 4 - променящи се параметри на изкуствения микроклимат; 5 - присъствие на вода; 6 - динамична светлина; 7 - връзка с естествените природни системи.

Второто направление, **природни аналози,** е свързано с косвени препратки към природата. Форми, материали, текстури, цветове, мотиви, срещани в природата се използват като средство за създаването на изкуствената човешка среда. Природните аналози се интерпретират чрез 3 проектантски модела: 8 - биоморфни форми и модели; 9 - материална връзка с природата; 10 - сложност и ред.

Третата група проектантски модели според е **природата на пространството.** Те са 5 и предоставят възможността да бъдат създадени на обитателя условия за „по-екстремно“ преживяване, доколкото в битието си човек често бива привлечен от неизвестното, загадъчното, тайнственото и опасното в природата. При прилагането на тези похвати, безопасността на посетителя на пространството трябва да бъде осигурена. Моделите от тази група са: 11 - перспектива; 12 - убежище (сигурност); 13 - мистерия (тайнственост); 14 - опасност/риск; 15 - възхищение/страхопочитание.

4. Съвременна техническа (строителна) дървесина

В първите десетилетия на 21в. съвременната техническа дървесина разширява полето и обема на своето приложение в разнообразни по типологията си (жилищни, производствени, обществени и др. проекти). Нейното използване в сферата на индустриалните сгради (такава е темата на статията) в последния четвърт век се свързва със създаването, както на открояващи се не само с въздействащия си образ и пространствена структура, обекти, но и с

формирането на среда за труд, която материализира принципите на БД. По-късно, в статията, ще бъдат анализирани и сравнени 2 знакови примера в контекста на биофилната концепция.

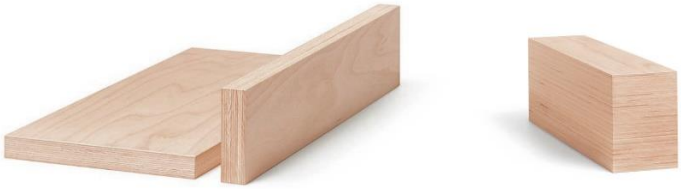
Не са обект на изследване в статията приложенията на изделията от инженерна дървесина, съдържащи различни по размерите си дървесни частици или ивични фрагменти като ПДЧ, МДФ, ОСБ. В тях техническата дървесина губи своята естествена структура, цвят и текстура, а като резултат от това и естетическата си идентичност, която е съществена за изследваните в статията връзки между практиката на биофилния дизайн и съвременната строителна дървесина.

Под съвременната техническа дървесина в това изследване ще разбираме **съставна** (понятието в този текст е тъждествено с масивна дървесина – "Mass Timber") техническа дървесина, слоеста дървесина, за разлика от естествената дървесина). Изделия от съставна дървесина са различните едро-размерни линейни и равнинни конструктивни и ограждащи елементи, произведени от слепени или свързани по друг начин, по-малки части (дървени летви или фурнири от естествена дървесина). Такива са кръстосано-слепената дървесина (КСД), *Фиг.1*; надлъжно-слепената дървесина (НСД), *Фиг.2;* и дървесината от слепени фурнири (ДСФ), *Фиг.3*.

Елементите от масивна дървесина притежават якостни и еластични характеристики, които са съпоставими с аналозите им, от традиционните строителни материали с многократно по-голямо относително тегло – стомана и стоманобетон. В зависимост от дървесния вид, иглолистен или широколистен, обемното тегло варира между 400кг/м^3 и 750кг/м^3.

Фиг.1. Плоча от кръстосано-слепена иглолистна дървесина – КСД-CLT (може да се използва за хоризонтални и вертикални носещи и ограждащи елементи [7]

Фиг.2. Конструктивни елементи от надлъжно-слепена иглолистна дървесина – НСД-GLT (греди, колони и плочи) [8]



Фиг.3. Плочи и греди от дървесина от слепен (буков) фурнир (ДСФ-LVL) с успоредно ориентирани влакна [9]

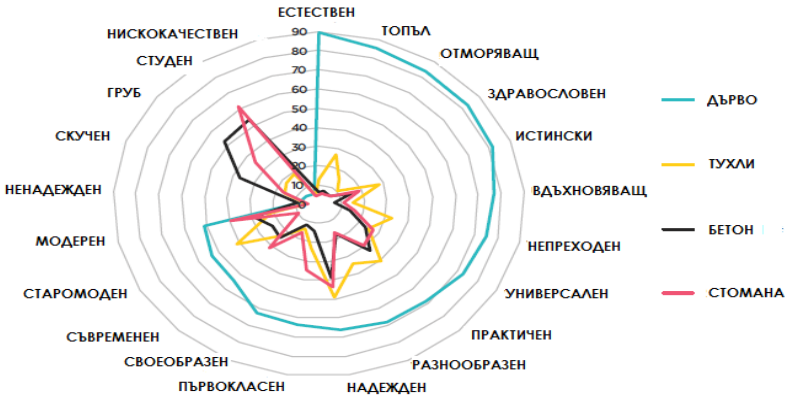
Слепената дървесина е универсален строителен материал. Поради високите си якостните си характеристики, отнесени към обемното тегло, тя се използва, както за носещата конструктивна, така и в ограждащата система на сградите. Техническата дървесина, макар и горима, има предвидимо поведение в условията на пожар. Скоростта на овъгляване в

зависимост от вида и плътността и дървесината е 0,8 – 1,0 мм/мин съгласно EN 1995 –част 2, като тя намалява във времето на огневото въздействие поради нарастването на дебелината на овъгления слой. Съставната дървесина е материал, който до момента на разграждането си съхранява CO2. За нейното производство се използва възобновяем горски ресурс, който консумира CO2 от въздуха и по този начин ограничава въглеродните емисии в атмосферата.

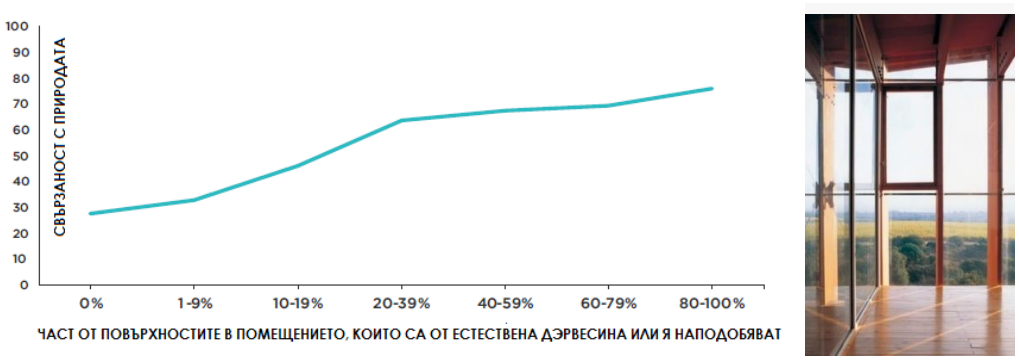
4.1. Психо - физиологически въздействия на техническата (строителна) дървесина върху човека на работното му място.

Дървесината в интериора се възприема като материал с изцяло позитивно въздействие върху човека. За разлика от другите основни строителни материали, възприятията за които са противоречиви, субективната оценка за дървесината е само в положителна светлина. В проучването на мнението на 1000 души в трудоспособна възраст в Австралия от Pollinate от 2017г., изцяло липсват асоциации на дървесината с отрицателни характеристики като „студен“, „груб“ „скучен“, за разлика от стоманата и бетона, *Фиг.4, Фиг.5.*

Доказано е , че физическият допир до дървесината забавя функционирането на симпатиковата нервна система като част от вегетативната нервна система, което е свързано **с понижаване на кръвното налягане, забавяне на сърдечния ритъм и дишането и като цяло снижаване на нивото на стрес в организма** - явление, което не се наблюдава при нито един друг строителен материал.



Фиг.4. Субективно възприятие на основните строителни материали (Австралия)[10]



Фиг.5. Усещане за свързаност с природата в зависимост от количеството на дървесината (или на приличащи на нея материали) в помещението според доклада Workplaces: Wellness + Wood = Productivity на Pollinate[10]

5. Практическо приложение на принципите на БД в два знакови обекта.

По-нататъшният анализ на знакови примери от практиката има за цел да сравни начините по които конструктивната дървесина влияе върху прилагането принципите на биофилния дизайн. Примерите са от различни пространствени и отраслови типологии. Комплексът на JST в Харисбърг в Пенсилвания (SWALES), *табл.1,* е със силно фрагментирана, асоцииращa се с

кореновата система на дървото, планировъчна структура и подслонява развойна и асемблираща дейности (кабелни конектори за автомобилната индустрия), за разлика от дестилерията на Macallan в Спейсайд в Шотландия, *табл.2,* която е с компактен план, формиран от конструктивно-технологични модули, чийто брой може да варира във времето. Различни са материалите, използвани в конструктивните решения на двата обекта.

В SWALES локалната занаятчийска строителна традиция е съчетана с японската идея за градина. По този начин дървесината изпълнява функцията на мост между различните култури. Употребата на местната дървесина като фасаден материал подчертава връзката с традициите на мястото по различен начин през различните сезони, а прилагането и като покритие на подове, стени и тавани в интериора подобрява микроклимата и засилва усещането за свързаност с природата според графиката на *фиг.5*. Използвани са прости геометрични форми при създаването на сложна композиция, което е обосновано от технологичната логика на масивната дървесина, чието най-често приложение е във фигури с праволинейни елементи.

Дървесината от слепени фурнири (ДСФ) се оказва оптимален избор на материал за специфичната касетирана черупкова конструкция с двойна кривина, която е основен формообразуващ фактор за дестилерията и най-важният компонент в инструментариума на биофилния подход на проектанта. Комбинирането на стомана и техническа дървесина в покривната конструкция позволява създаването на свободни от колони конструктивни модули с размери 36/36м. и доминиране на дървесината като материал в пространството и смекчаване на индустриалния му характер. Малките сечения на V-образните тръбни подпори са резултат от и от олекотения покрив и позволяват цялостно остъкляване на производствената сграда, осигурявайки непрекъсната визуална връзка с характерния ландшафт с всички произтичащи от това психо-физиологични ползи. Топлината, естествената текстура и цвят на дървесината, които се излъчват и възприемат от по-голямата част от повърхнините засилват усещането за свързаност с природата и създават усещане за уют и комфорт в средата за труд. Използването на слепена дървесина като конструктивен материал в куполите на Macallan Distillery е и метафорично, доколкото отразява значението на дървесината в процеса на отлежаване на висококачественото уиски.

6. Изводи.

Употребата на слепена строителна дървесина (НСД, КСД, ДСФ) улеснява прилагането на **принципа за свързаност между природа и сграда**, който е основополагащ в концепцията за БД. Използването на естествен материал, като дървото, независимо от това дали е с местен произход или не, създава усещането за подобие, близост, единство и хармония. Дървесината създава **асоциативна свързаност или с протичащите в пространството процеси или с външната природна среда, или и с двете едновременно.**

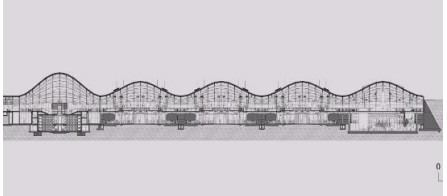
Използването на техническата строителна дървесина, когато е необходимо и в комбинация с другите основни строителни материали (бетон и стомана), с естествените си цветове и текстури, създава **възможност да бъде преодоляна обичайната „студенина“ и „бруталност“ на индустриалното пространство.**

Елементите (носещи и ограждащи), изработени от съставна дървесина в заводски условия могат да бъдат праволинейни, равнинни и криволинейни, което позволява създаването сравнително лесно и в кратки срокове, на разумна цена, както на абстрактно-геометрични, така и на органични форми и пространства**, интегрирането на които в локалния контекст** е една от принципи на биофилния дизайн. Слепената дървесина е по-подходящ материал за целите на БД, защото чрез нея е възможно изпълнението на **сложни органични форми**, както във фазата на проекта и цифровата дървообработка, така и при монтажа на обекта.

Табл. 1. Принципи на биофилния дизайн в научно-производствения комплекс на JST – SWALES в Харисбърг / Пенсилвания на RAA[11]

използване на характерни природни елементи - дървесината, конструктивна, ограждаща и облицовъчна, в интериора и екстериора има местен произход; - колоните и вертикалните шпроси на остъкляването, поради подчертаната неравномерност в редуването, наподобяват стеблата на дървета в гората; - управление на дъждовните води, част от които са елемент на интериора; - силно разчлененатa структура улеснява естествената вентилация и осветление на работните пространства **прилагане на природни форми и мотиви** - планировъчната структура наподобява корените на дърво и е силно фрагментирана, което позволява на сградата да следва естествения релеф на мястото (без сериозни земни работи) - природа и сграда са в симбиоза и се преплитат и проникват една в друга	
интерпретация на естествени процеси и закономерности - управление на водния цикъл (система от канали – swales) и водна каскада в публичното пространство; - естественото стареене на дървесината в интериора и особено във фасадите; - смяната на сезоните променя, както колорита, осветеността така и характера на пространството **светлина и пространство** - осигурена е достатъчна осветеност; - създадена е непосредствена визуална връзка с живата природа	
свързаност със съществуващата среда - фрагментираната пространствена структура, масивната дървесина, устойчивото управление на водния цикъл (дъждовните води се отвеждат до водоносните слоеве) създават симбиоза между сграда и природа **отношенията човек природа, възникнали в процеса на еволюцията** - създадена е универсална работна среда със специфични пространства, осигуряващи усещането за принадлежност към мястото, тайнственост, динамика и хармонична свързаност с природата	

Табл. 2. Принципи на биофилния дизайн в Macallan Distillery в Спейсайд / Шотландия на RSH+P [12]

използване на характерни природни елементи - слепената дървесина (LVL) е използвана само за модулната касетирана покривна конструкция, която е формална перифраза на „brochs“ (древни убежища за хора и домашни животни в Шотландия); - затревен покрив с местни треви и диви цветя; - местен камък **прилагане на природни форми и мотиви** - планът е компактен - издължен правоъгълник, който е покрит със силно нагънат озеленен покрив, който наподобява шотландските хълмове и позволява на сградата да се интегрира в заобикалящата я среда; - слепената дървесина е оптималният технологичен избор за касетираните куполи с размери в план 36/36м - организацията на вътрешното пространство се основава на преходност, а не на статичност, която е характерна за индустриалното пространство	 
интерпретация на естествени процеси и закономерности - дървесината в интериора се свързва с материала за бъчвите за отлежаване, което е част от технологичния процес; - смяната на сезоните променя и сградата, променяйки колорита на озеленения покрив **светлина и пространство** - осигурена е достатъчна осветеност; - създадена е непосредствена визуална връзка с живата природа в зоните, в които това е необходимо (част от технологията е под земята	
свързаност със съществуващата среда - мащабната дестилерия се включва в ландшафта, наподобявайки го изцяло (мимикрия) - плавните, криволинейни контури на покрива, изпълнен от слоеста дървесина, смекчават твърдата геометрия на ортогоналния план **отношенията човек природа, възникнали в процеса на еволюцията** - създадена е характерна технологична среда, в която дървесината хармонира със съоръженията; - характерните пространства засилват усещането за принадлежност към мястото и свързаност с природата	

Физико-механичните характеристики на слепената дървесина са подходящи за използването и в конструкции с големи подпорни разстояния (20-30м и повече за покриви), което е предпоставка за **създаването на светли, обширни, свързани с околната среда, пространства**.

Геометричните и якостните характеристики, относително ниското тегло, възможността за монтаж и демонтаж със сравнително нисък разход на ресурси, ниският въглероден отпечатък и практическата неизчерпаемост на суровината, превръщат слепената дървесина в предпочитано средство в инструментариума на биофилния дизайн.

ЛИТЕРАТУРА

[1] E. Fromm, The anatomy of human destructiveness. New York, NY: Henry Holt & Company, 1976, ISBN 9780030184512

[2] E. O. Wilson, Biophilia. London, England: Harvard University Press, 2009; ISBN 9780674045231

[3] S. Kellert and E. Calabrese, The Practice of Biophilic Design“ (2015) https://www.biophilic-design.com/

[4] S. R. Kellert, J. Heerwagen, and M. Mador, Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2008

[5] S. Skrizhovska-Koleva, “Biophilic Design Principles in Workplace,” in SINARG 2023 Conference, Niš, Serbia, 2023, pp. 837–845; ISBN 978-86-88601-81-8; ISBN 978-86-88601-82-5 (for publishing issue)

[6] W. D. Browning, C. O. Ryan, and J. O. Clancy, 14 Patterns of Biophilic Design. New York: Terrapin Bright Green llc, 2014.

[7] “BauBuche,” Pollmeier, 02-Feb-2023. [Online]. Available: https://www.pollmeier.com/baubuche/. [Accessed: 10-Apr-2025].

[8] Greenspec.co.uk. [Online]. Available: https://www.greenspec.co.uk/building-design/crosslam-timber-history-and-production/. [Accessed: 10-Apr-2025].

[9] “Glu hand volume-1” Scribd. [Online]. Available: https://www.scribd.com/document/443205154/GLU-HAND-VOLUME-1. [Accessed: 10-Apr-2025].

[10] “Workplaces: Wellness + Wood = Productivity by Andrew Knox Howard Parry-Husbands February,” 2018.

[11] W. A. Contents, “RAA designs a branching building that reinvigorates landscape,” World Architecture Community, 26-Dec-2021. [Online]. Available: https://worldarchitecture.org/article-links/emezg/raa-designs-a-branching-building-that-reinvigorates-landscape.html. [Accessed: 10-Apr-2025].

[12] RSHP, “The Macallan Distillery and visitor experience – industrial – projects – RSHP,” Rshp.com. [Online]. Available: https://rshp.com/projects/industrial/the-macallan-distillery-and-visitor-experience/. [Accessed: 10-Apr-2025].

СРЯЗВАНЕ МЕЖДУ ПЛОЧА И СТЕБЛО ПРИ СТОМАНОБЕТОННИ ГРЕДИ

Никола Ангелов[1]

РЕЗЮМЕ:

Изяснени са особеностите и развитието на процедурата за оразмеряване на срязване между плоча и стебло в плочогредово напречно сечение на стоманобетонна греда. За възможни проценти на горна армировка за плочи над греди е определена и по-висока стойност на срязващите напрежения, за която не е необходимо доказване на явлението. Представените разсъждения са демонстрирани нагледно с числен пример.

Ключови думи: стоманобетон, срязване, срязване между плоча и стебло, плочогредово напречно сечение, крайно гранично състояние

SHEAR BETWEEN WEB AND FLANGES OF CONCRETE BEAM

Nikola Angelov[1]

ABSTRACT:

The features and development of the procedure for design of shear between web and flanges in concrete T-beams are clarified. For possible percentages of top reinforcement for slabs over beams, a higher value of shear stresses is determined, for which no proof of the phenomenon is required. The presented reasoning is demonstrated visually with a numerical example.

Keywords: reinforced concrete, shear, T-section, ultimate limit state

[1] Никола Ангелов, гл. ас. д-р инж., катедра „Масивни конструкции”, Строителен факултет, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски” №1, 1164 София, nikangelov_fce@uacg.bg
Nikola Angelov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Department of Reinforced Concrete Structures, Faculty of Structural Engineering, UACEG, Sofia 1164, 1 Hristo Smirnenski Blvd., nikangelov_fce@uacg.bg

1. Теоретична постановка

Явлението е критично при връзката на тънки плочи със стебло на плочогредово или кутиеобразно напречно сечение [1].

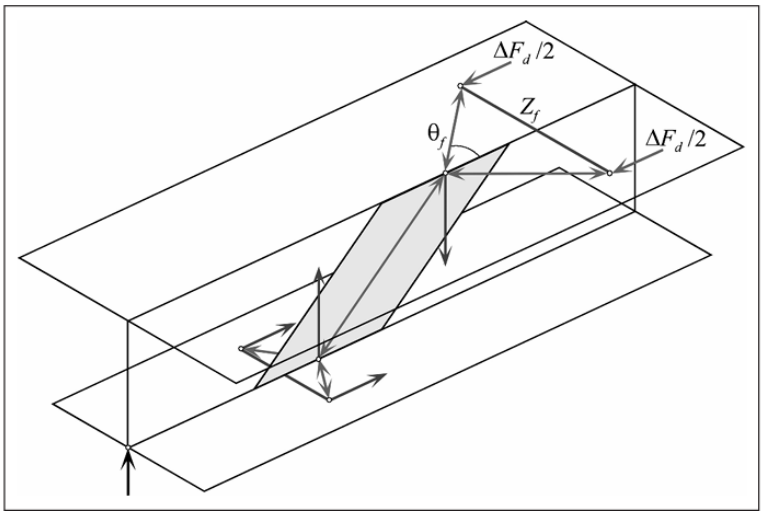
Плочогредовото сечение може да бъде реално (при самостоятелни сглобяеми елементи и др.) или съставено от стебло и съдействаща широчина (например при монолитни гредови плочи).

Плочата може да бъде в условията на надлъжен натиск, когато е в натисковата зона на напречното сечение, или да бъде надлъжно опъната, когато в нея е разположена част от опънната армировка над опората на гредата (*Фиг. 3*).

Изследванията са направени според постановката от действащия Еврокод 2 [2], като са използвани и част от промените в очакваната нова версия на Еврокод 2 [3].

1.1. Според fib Model Code 2010 [4]

Според fib Model Code 2010 [4] въвеждането на силите ΔF_d на опън или натиск в плочата създават сили на срязване между нея и стеблото. Срязването е причината за възникването на напречните опънни сили Z_f и на диагоналния натиск в плочата (*Фиг. 1*).



Фиг. 1. Прътов модел за въвеждане на надлъжната сила в плочата [4]

Според [4] ако не се направи по-подробен анализ, изчислената напречна армировка за силата Z_f трябва да бъде добавена към тази, необходима за напречното огъване.

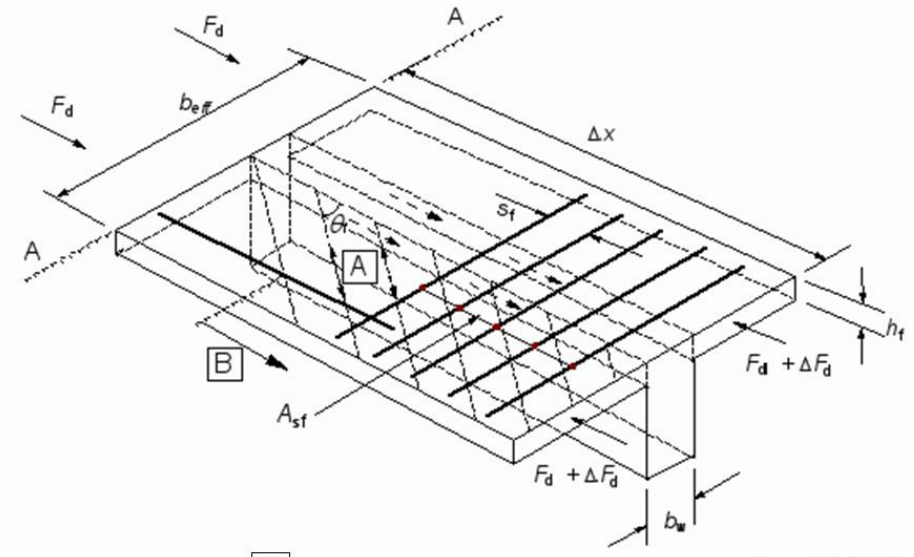
Това е най-строгото приемане, като на всяка от армировките се дава независима работа.

1.2. Според Euro Code 2[2]

Според Еврокод 2 [2] надлъжните напрежения на срязване υ_{Ed} между плоча и стебло (*Фиг. 2*) са с постоянна стойност за разглеждана дължина Δx и могат да бъдат определени от изменението на нормалната сила ΔF_d:

$$\upsilon_{Ed} = \Delta F_d / \left(h_f . \Delta x\right) \quad (1)$$

Максималната позволена стойност за Δx е половината от разстоянието между сеченията с нулев и максимален огъващ момент (*Фиг. 3*). При наличие на концентрирани сили дължината Δx не трябва да превишава разстоянието между тях.

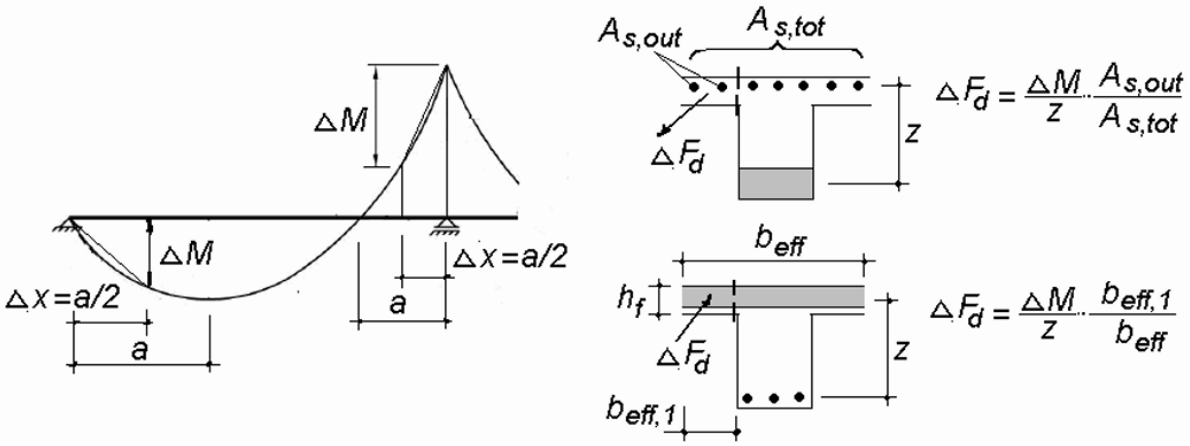


A - натискови прътИ B - надлъжен прът, закотвен зад тази точка (виж 6.2.4(7))

Фиг. 2. Означения за връзка между пояс и стебло [2]

Допълнителни проверки не са необходими, ако срязването е слабо:

$$\upsilon_{Ed} \leq 0{,}4.f_{ctd} \tag{2}$$



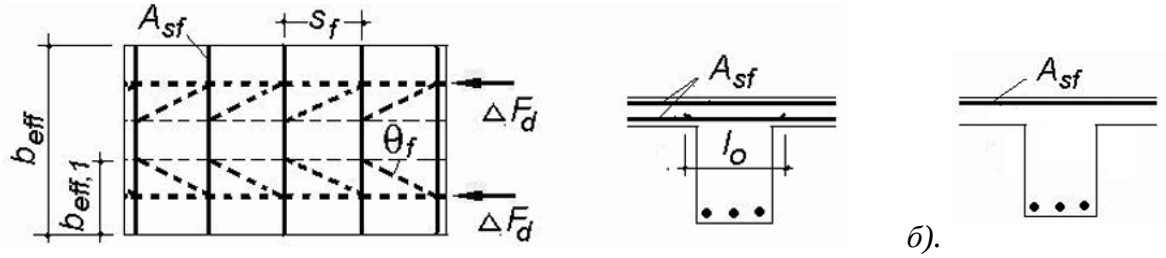
Фиг. 3. Изчисляване на срязване между плоча и стебло [1]

Напречната армировка за единица дължина от плочата (*Фиг. 4.а*), перпендикулярно на гредата, може да се определи от:

$$\frac{A_{sf}}{s_f} = \upsilon_{Ed}.h_f/\left(f_{yd}.cot\theta_f\right) \tag{3}$$

Носимоспособността на натисковите диагонали (*Фиг. 4.а*) от пояса се проверява от:

$$\upsilon_{Ed} \leq 0{,}6.f_{cd}/\left(cot\theta_f + tan\theta_f\right) \tag{4}$$



а). *б).*

Фиг. 4.а). Модел за определяне на армировка в плоча [1] и б). Напречна армировка в един ред в зоната на опън от напречното огъване

За наклони на натисковите диагонали θ_f се препоръчва [1, 2]:

$$1{,}0 \leq cot\theta_f \leq 2{,}0 - \text{ за натискови пояси}$$
$$1{,}0 \leq cot\theta_f \leq 1{,}25 - \text{ за опънни пояси} \quad (5)$$

При комбинирано срязване между пояса и стебло и напречно огъване, площта на армировката се приема по-голямата от получената по формула (3) или половината от получената по формула (3) плюс необходимата за напречното огъване.

За разлика от [4] тук двете явления се комбинират с описаната процедура.

1.3. Според prEuroCode 2[3]

Същото ниво на сигурност при проектиране са забелязва и в следваща работна версия на Еврокод 2 [5], където моделът е изцяло запазен.

Моделът остава непроменен и в последната работна версия на Еврокод 2 [3], като нюансите в развитието му са:

- Вместо $0{,}4.f_{ctd}$ във ф-ла (2) са дефинирани по-високи напрежения, под които не е необходимо допълнително изследване, а именно $\frac{A_{s,min}}{s_f.h_f}.f_{yd}$;
- $1{,}0 \leq cot\theta_f \leq 3{,}0$ при натисков пояс, вместо тези по ф-ла (5);
- Най-съществената промяна е свързана с отчитане на напречното огъване.

В [3] като алтернативен подход за решаване на проблемите със съвместното напречно огъване се позволява армировката в плочата, перпендикулярно на гредата, да бъде проектирана, както следва:

- ако армировката е поставена само в зоната на опън от напречното огъване, площа на армировката трябва да бъде по-голямата от необходимата за напречното огъване и необходимата за срязване;
- ако армировката е симетрично разпределена (стремена с два клона), площа на всеки клон трябва да бъде по-голямата от необходимата за напречно огъването и необходимата за срязване.

Това е най-либералната възможност от всички дотук.

2. Анализи и изследвания

Изследването е направено за традиционно конструиране на монолитни гредови плочи с армировка над гредите само в един ред в зоната на опън от напречното огъване (*Фиг. 4.б*). За този случай може да бъде използвана описаната в края на т.1.3 възможност от [3] за комбиниране на срязването и напречното огъвана на плочата.

Тогава става необходимо само да се определяи меродавното явление – срязването или напречното огъване, и само за него да се предвиди съответното количество армировка.

2.1. Консервативно определяне на надлъжните напрежения на срязване υ_{Ed}

Еврокод 2 [2] позволява известно пластифициране в предложения прътов модел и преразпределение на срязващите напрежения в приетата дължина Δx. Напрактика се позволява да не са поемат максималните срязващи напрежения, а по-малки, но „размазани“ за по-голяма дължина Δx.

При $\Delta x \to 0$ и плоча в натисковата зона (*Фиг. 3*) уравнение (1) може да се запише в по-кратък вида и напреженията υ_{Ed} да бъдат определени от:

$$\upsilon_{Ed} = \frac{b_{eff,i}}{b_{eff}}.\frac{V_{Ed}}{z.h_f} \quad (6)$$

При $\Delta x \to 0$ и надлъжна за гредата армировка, разположена частично в плочата (*Фиг.3*), уравнение (1) може да се запише:

$$\upsilon_{Ed} = \frac{A_{s,out}}{A_{s,tot}}.\frac{V_{Ed}}{z.h_f} \quad (7)$$

Поради това, че $\Delta x \to 0$ е най-консервативното приемане, стойнастите на υ_{Ed} от (6) и (7) са възможно най-големи. Тяхното определяне става по-лесно и бързо, а тяхното поемане

гарантира най-висока сигурност. Именно тези стойности на υ_{Ed} ще бъдат използвани нататък в изследванията.

2.2. Едновременно разрушаване на натисков диагонал и опънни елементи

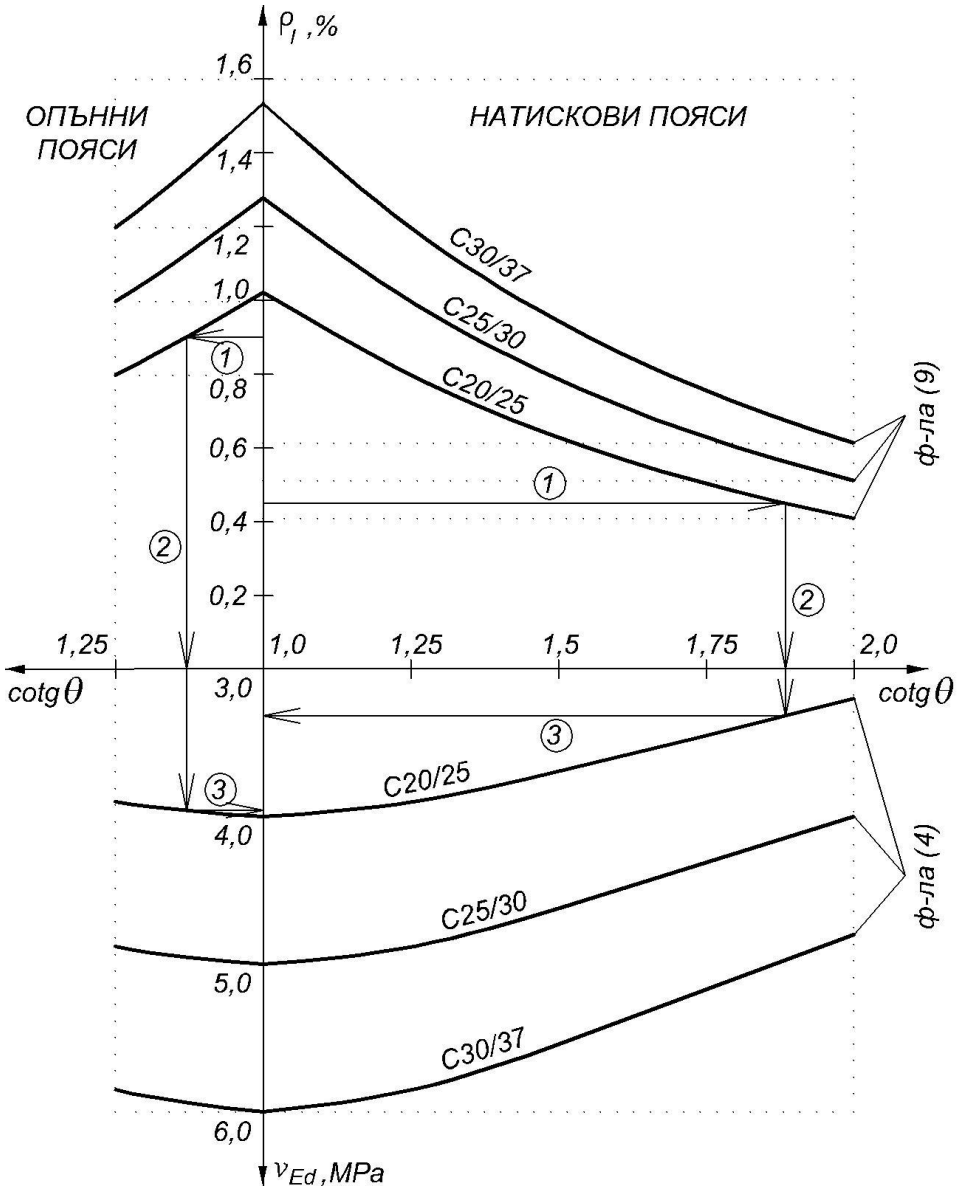
Напречната армировката над гредата от ф-ла (3) може да се представи чрез коефициент на армиране:

$$\frac{A_{sf}}{s_f.h_f.0{,}9} = \rho_l = \upsilon_{Ed}/\left(0{,}9.f_{yd}.cot\theta_f\right) \tag{8}$$

От ф-л (4) и (8) може да се определи коефициент на армиране ρ_l, при който натисковите диагонали се разрушават едновременно с напречната армировка, съответстваща на този коефициент:

$$\rho_l = \frac{0{,}6.f_{cd}}{0{,}9.f_{yd}.cot\theta_f}.\frac{1}{cot\theta_f + tan\theta_f} \tag{9}$$

За различни класове бетон, коефициент на армиране ρ_l и наклон на фермовия модел, т.е. различен $cot\theta_f$, и за армировка от клас $B500$ е построена графиката от *Фиг.5*. Едната крива показва момента на едновременно разрушение на напречна армировка с коефициент на армиране ρ_l и на натисковите диагонали (според ф-ла (9)), а другата – при какви срязващи напрежения се случва това (според ф-ла (4)).



Фиг. 5. Едновременно разрушаване на напречна армировка и натискови диагонали

При конкретна стойност на коефициенти на напречно армиране ρ_l (получен от оразмеряването на напречно огъване), може да се определи чрез линии 1 и 2 и кривата по ф-ла (9) $cot\theta_f$, при който натисковия диагонал и напречната армировка се разрушават едновременно. За този $cot\theta_f$ може да се отчете чрез линии 2 и 3 при какви напрежения υ_{Ed} на срязване между плоча и стебло ще се случи това. Ако действително определените напрежения υ_{Ed} според (6) или (7) са по-малки от отчетените, явлението срязване няма да е меродавно и армировката за напречното огъване остава окончателна. В противен случай напречната армировка се определя по (3) и при изпълнението на (4).

От *Фиг.5* могат да се констатират следните особености и тенденции:

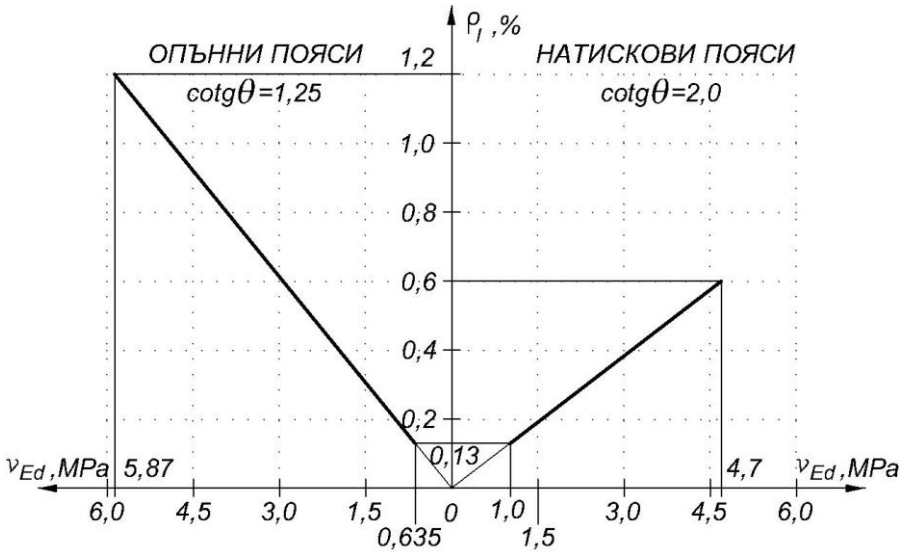
- Най-голяма носимоспособност натисковите диагонали имат при $cot\theta_f = 1{,}0$. Тази стойност е възможна и за двата типа пояси (натисков и опънен) според (5);
- Именно при $cot\theta_f = 1{,}0$ се получават най-големи напрежения υ_{Ed} между пояс и стебло по ф-ла (4);
- За да бъдат достигнати тези носимоспособности е необходимо напречно армиране с големи проценти ρ_l;
- При увеличаване на стойността на $cot\theta_f$ логично намалява носимоспособността на натисковите диагонали и те се разрушават при по-ниски коефициенти на напречно армиране, т.е. при по-ниска степен на срязване.

2.3. Случаи, в които натисковите диагонали не са критични

Когато ρ_l на вложената напречна армировка над стеблото (гредата) е малко и линия 1 не пресича кривата по ф-ла (9) от *Фиг.5* натисковите диагонали няма да са критични при какъвто и да е $cot\theta_f$.

Тогава при конкретна стойност на коефициенти на напречно армиране ρ_l (получен от оразмеряването на напречно огъване) граничните напреженията υ_{Ed} между пояса и стеблото може да се отчатат от графиката на *Фиг.6* или да се определят за най-големия възможен $cot\theta_f$ според случая (натиснат или опънат пояс) от ф-ла (8):

$$\begin{aligned} &\upsilon_{Ed} = 783.\rho_l - \text{ за натискови пояси} \\ &\upsilon_{Ed} = 489{,}375.\rho_l - \text{ за опънни пояси} \end{aligned} \qquad (10)$$



Фиг. 6. Частен случай – малко напречна армировка и некритични натискови диагонали

Уравнения (10) са представени в графичен вид на *Фиг.6* за двета вида пояси – натискови и опънни.

2.4. Случаи на минимално напречно армиране

При всички случай на конструиране в опънната зона от напречното огъване ще бъде поставена армировка с коефициент на армиране по-голям от $\rho_{l,min}$ (вж. *Табл.1*). От *Фиг.5* се вижда, че за тези стойности на $\rho_{l,min}$ натисковите диагонали въобще не са критични.

Тогава от ф-ла (10) или от *Фиг.6* могат да бъдат определени стойности на напреженията, под който явлението няма нужда от допълнителни изследвания, защото вложената армировка ще бъде със сигурност повечи от $\rho_{l,min}$.

От *Фиг.6* може да бъде обобщено, че при използван бетон от клас $C20/25$ ако определените по (6) напреженията $\upsilon_{Ed} \leq 1{,}0MPa$ при натискови пояси или определените по (7) напрежения $\upsilon_{Ed} \leq 0{,}635MPa$ при опънни пояси няма нужда от повече изследвания. Резултатите са систематизирани в *Табл.1* и за други класове бетон.

Табл. 1. Носимосопособност на срязване при коефициент на напречно армиране $\rho_{l,min}$

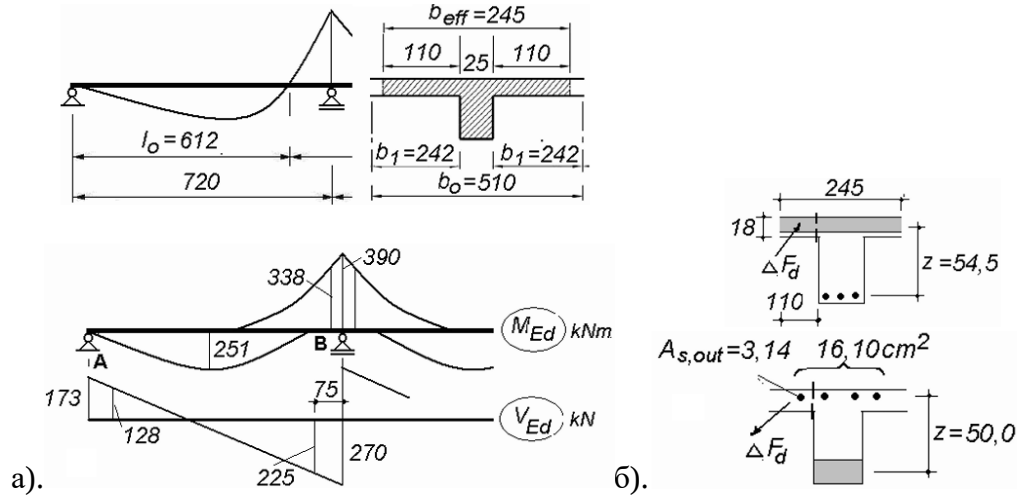
	Формула	Клас бетон		
		C20/25	C25/30	C30/37
$\rho_{l,min}$ [1, 2]		0,0013	0,0014	0,0015
Натискови пояс $\upsilon_{Ed} = 783.\rho_{l,min}$, MPa	(10) при $cot\theta_f = 2{,}0$	1,0	1,1	1,175
Опънни пояс $\upsilon_{Ed} = 489{,}375.\rho_{l,min}$, MPa	(10) при $cot\theta_f = 1{,}25$	0,635	0,685	0,734

3. Числен пример

Използвани са данни от пример в [1]. Показаната на *Фиг.7* греда е типична за практиката с традиционни размери, натоварване и проценти на надлъжно армиране.

Използваните материали са бетон клас $C20/25$ с $f_{cd} = 13{,}3MPa$ и стомана клас $B500$ с $f_{yd} = 435MPa$.

За показаните на *Фиг.7* данни в [1] е изчислена необходима напречна армировка от срязването в количество $A_{sf}/s_f = 0{,}17mm^2/mm$, съответстваща на $\phi 8/300mm$. Половината е разположена като долна и снадена, а за горна е избрана другата половина, ако е повече от армировката за напречното огъване.



а). б).

Фиг. 7. Числен пример [1]

Максималното срязващо напрежение при плоча в натиск може да бъде определено при опора А с помощта на (6):

$$\upsilon_{Ed} = \frac{b_{eff,i}}{b_{eff}} \cdot \frac{V_{Ed}}{z.h_f} = \frac{1100}{2450} \cdot \frac{173.10^3}{545.180} = 0{,}79MPa \quad (11)$$

Максималното срязващо напрежение при плоча в опън може да бъде определено при опора B с помощта на (7).

$$\upsilon_{Ed} = \frac{A_{s,out}}{A_{s,tot}} . \frac{V_{Ed}}{z.h_f} = \frac{314}{1610} . \frac{270.10^3}{500.180} = 0{,}59MPa \quad (12)$$

От графиката на *Фиг.6* може да се констатира, че и за двете напрежения дори $\rho_{l,min}$ ще бъде достатъчно като напречна армировка над гредата.

Тогава единствено изчислената и конструирана армировка за напречното огъване ще бъде достатъчна.

4. Изводи и заключения

Проф. Левчо Маноилов в [6] изказва следното твърдение: „При по-тежки натоварвания в контактните плоскости между плоча и ребро тангенциалните напрежения могат да надвишат допустимите за бетона и да е необходимо поемането им с армировка“.

Както вече беше отбелязано в [1] е казано, че явлението е критично при връзката на тънки плочи със стебло на плочогредово или кутиеобразно напречно сечение.

Горните твърдения се потвърждават от структурата на (6) и (7), като може да се обобщят всички фактори, които влияят неблагоприятно на срязването между плоча и стебло:

- Използването на тънки плочи;
- Големи стойности на съдействащите широчини;
- Голямо количество надлъжна армировка над опорите на гредите, конструирана в плочата;
- Малка височина на самите греди;
- Наличие на големи по стойност концентрирани товари.

Имайки предвид представения числен пример в т.3 с голяма степен на сигурност може да се обобщи, че в почти всички **практични** случай напречното огъване е меродавно.

Това е мнението и на авторите на [7]: „В много случаи напречната армировка в плочата ще бъде достатъчна, за да устои на силите на срязване. Тази проверка е включена, за да се гарантира, че там, където се използва особено тънък фланец, има подходяща армировка“.

В т.2 оразмерителната процедура за срязване е опростена, като явленията срязване и напречно огъване се разглеждат независимо, както позволява [3]. За конкретни стойности на напреженията υ_{Ed}, определени по (6) или (7) и за конкретен коефициенат ρ_l на горната армировка от напречното огъване може да се установи (от *Фиг.5*, *Фиг.6* и *Табл.1*) дали са необходими други оразмерявания и проверки или определената от напречното огъване армировката е достатъчна и окончателна.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Велинов, К., Ангелов, Н., Георгиев, Ат., БДС EN 1992-1-1: Указания, София, 2021г.:https://kiip.bg/documents/messages/82341d4-3c94-c51c-d8e6-033188cea2ee.pdf

[2] БДС EN 1992-1-1:2005. Еврокод 2: Проектиране на стоманобетонни конструкции. Част 1-1: Общи правила и правила за сгради.

[3] Draft prEN 1992-1-1, Eurocode 2: Desigh of Concrete Structures. Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, September 2021.

[4] fib Model Code for Concrete Structures 2010, International Federation for Structural Concrete (FIB). (2013).

[5] Draft prEN 1992-1-1, Eurocode 2: Desigh of Concrete Structures. Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, 2017.

[6] Маноилов Л., Стоманобетон. С., Техника, 2002.

[7] Bond A. J., Brooker O., Harris A. J., Harrison T., Moss R. M., Narayanan R. S., Webster R., How to design Structures using Eurocode 2, 2006.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ПРЕДЗАВОДСКАТА ПЛОЩАДКА НА ИНДУСТРИАЛНИТЕ СГРАДИ КАТО ВЪНШНО МЕЖДИННО ПРОСТРАНСТВО. АРХИТЕКТУРНИ ТРАНСФОРМАЦИИ.

Радина Писарска[1]

РЕЗЮМЕ:

Докладът разглежда предзаводската площадка на индустриалната сграда в качествата ѝ на „междинно пространство“. Индустрия 4.0 е пътят към безвредни производства, които предначертават завръщането на индустриалната сграда в градската тъкан или сливането ѝ с природната среда. Новата локация изисква от архитектурата нови методи за адаптиране на доскоро изолираните производствени сгради. Тази функция се поема от междинните пространства като комплексни зони, характеризиращи се с флексибилност и мултифункционалност, където лесно архитектурната трансформация открива своето начало. Докладът се фокусира върху предзаводската площадка като едно от най-характерните междинни пространства в индустриалния комплекс.

Ключови думи: индустриална сграда, предзаводска площадка, междинни пространства, устойчива архитектура, архитектурни трансформации

PRE-FACTORY SQUARE OF INDUSTRIAL BUILDINGS AS AN EXTERIEUR TRANSITION SPACE. ARCHITECTURAL TRANSFORMATIONS

Radina Pisarska[1]

ABSTRACT:

The report examines the pre-factory site of the industrial building in its qualities as an “intermediate space”. Industry 4.0 is the path to harmless production, which predetermines the return of the industrial building to the urban fabric or its merging with the natural environment. The new location requires architecture to find new methods for adapting the previously isolated production buildings. This function is taken over by the intermediate spaces as complex zones characterized by flexibility and multifunctionality, where architectural transformation easily finds its beginning. The report focuses on the pre-factory site as one of the most characteristic intermediate spaces in the industrial complex.

Keywords: industrial building, pre-factory square, intermediate spaces, sustainable architecture, architectural transformations

[1] Радина Писарска, асистент, кат. „Индустриални сгради, Архитектурен факултет, УАСГ, София, бул. „Христо смирненски №1,), e-mail radiana.pissarska@gmail.com, GSM: +359 88 710 4993
Radina Pisarska, assistant professor, Department of Industrial Buildings, Faculty of Architecture UASG, Sofia, 1 Hristo Smirnenski Blvd., e-mail: radiana.pissarska@gmail.com, GSM: +359 88 710 4993

1. Увод.

Индустрия 4.0 и стремежът към безвредни производства дават тласък на нова посока в развитието на индустриалната сграда: от изолирани провинциални мегаструктури – до сгради, ситуирани в близост до или в града, придобиващи все по-социален характер. Нова тема в изграждането на съвременната индустриална архитектура е свободният публичен достъп и превръщането ѝ в част от социума.

В "умната фабрика" катализиращи процеса на преосмисляне, са "междинните пространства". Те са сложни звена на пространствена и смислова артикулация, където срещащите се граници се пресичат в нови нива на общуване. Въз основа на авторовите проучвания по темата, които не са обект на това изследване, можем да приемем определението: **„междинни пространства" са преходните пространства от околните територии към индустриалната сграда (външни) и пространствената артикулация при преход от една основна функция в сградата към друга (вътрешни).**

Предмет на изследване в доклада е **предзаводската площадка** като едно от най-характерните външни "междинни пространства" в индустриалната територия. Неговата еволюция от зона, забраняваща външния достъп, до площад, артикулиращ комуникацията сграда-град/природна среда, е отправна точка в „отварянето" на съвременната фабрика към обществения живот.

Методологията на изследването се основава на използване на общоприети и утвърдени в научната практика подходи – метод на индукция и дедукция, методи на анализ и синтез, обобщение, системен подход. На базата на анализа на промените в социалната среда, актуалните глобални проблеми, технологичната революция и съвременни примери на индустриални сгради от световната архитектура са изведени заключения за основни трансформации в структурата и характера на средата за труд с изявена роля на предзаводската площадка - пространство на преход между града/природата и производственото предприятие.

2. Глобални фактори на влияние върху промените в индустриалната архитектура.

2.1. Глобализацията.

Икономическата глобализация води до нарастваща икономическа взаимозависимост на националните икономики в целия свят, преструктуриране и приспособяване на промишлените отрасли в световен мащаб. Промишлените структури на всички страни са в процес на преустройство и модернизиране. В резултат на международното преразпределение на труда, се интегрира нова производствена архитектурна среда, често с изявени **интернационални характеристики.** С изнасяне на бизнеси и производства в други региони на света, новопроектираните сгради и комплекси често са дело на водещи архитектурни фирми, работещи с инвеститори от цял свят, което води до общо повишаване на „архитектурната стойност" на индустриалната сграда.

Вследствие се наблюдава **комерсиализиране на индустриалната архитектура** (стандартно характерно за обществената), най-често с рекламни намерения, което е предпоставка за промяна в главните ѝ цели – от скрити за обществото халета, се превръщат в динамични структури, търсещи комуникация със света. Ролята на основен посредник в този нов за промишленото предприятие диалог поема архитектурата, която трябва да смени посоката, търсейки нови похвати за „социализиране" на индустрията.

Пример за подобен проект е заводът „Silos 13" в Париж, дело на V.IB Architecture, чиято необичайна архитектура го превръща в „градска скулптура" (*Фиг.1.*) [1]. Заводът е изцяло изпълнен с различни бетони, а цветните многоъгълни прозорци на хоризонталните обеми са препратка към процеса на фрагментиране, използван при производството на самия бетон, което подчертава комерсиалната и рекламна стойност на проекта. От една страна неговото ситуиране в покрайнините на града е ключово за оптимизацията на товаропотоците от и към завода, а от друга страна съхраняването на местоположението му в града го прави по-популярен. Със своите високи силози в комбинация с хоризонтални обеми (следващи технологичния процес) той участва във формирането на силуета на Париж от изток.

Фиг. 1. Завод за бетон „Silos 13“в Париж, Франция, автор: V.IB Architecture, 2014г.

Друго следствие от глобализацията е тенденцията за “**премахване на границите**”. Свободното движение на човекопотоци в условията на Индустрия 4.0 става все по-възможно от града или природната среда към производствената територия. В комбинация с комерсиализацията това допринася за реинтеграцията на индустриалните сгради в социума.

2.2. Индустрия 4.0

Забързаните темпове на технологично обновление налагат повишаването на изискването за по-голяма универсалност на производственото пространство, но това е само едно от преките следствия на този процес. Неговият анализ налага недвусмислено търсенето на нови изразни средства, творчески идеи и архитектурни интерпретации на „духа“ на съвременната „технологична“ епоха.

Фиг.2. илюстрира забързаните темпове на технологичния прогрес, причиняващ последователните Индустриални революции със забележима тенденция към голямо ускорение/редуциране на времевия интервал на разгръщане и доминация до следващата революционна промяна (авторова графична илюстрация - *Фиг.2.).*

Фиг.2 . Периоди на последователните Индустриални революции (ИР) върху линията на времето

Докато в по-ранните периоди, доминирането на технологичните достижения, провокиращи революция в индустрията са протичали за векове, сега се случват за десетилетия. Така, в рамките на живота на съвременния човек, сме свидетели на няколко последователни периода на ИР, с отражение върху цялостния социален и културен живот на обществото, включително и върху архитектурата. Тя не е и не може да бъде без промяна, „застинала“ във времето и непрекъснато търси и намира своя нов образ, отговарящ на материалните и духовни изисквания на съвремието.

Възможността за бързото внедряване на новите технологии в индустрията усъвършенства производствените процеси в стремеж към безвредност, универсалност и намаляване на тежкия човешки труд. Индустрия 4.0 носи развитие в три основни направления:

“умно производство”, “зелено производство” и “производство в града” (отразени в Стратегията за високи технологии 2020г. в Германия [2] и подробно изследвани в „Архитектура на производствените сгради и Четвъртата индустриална революция“ на доц. д-р Йордан Христов) [1]. Оттук произтичат и съвременните цели пред индустриалната архитектура – **технологична, устойчива и социална.**

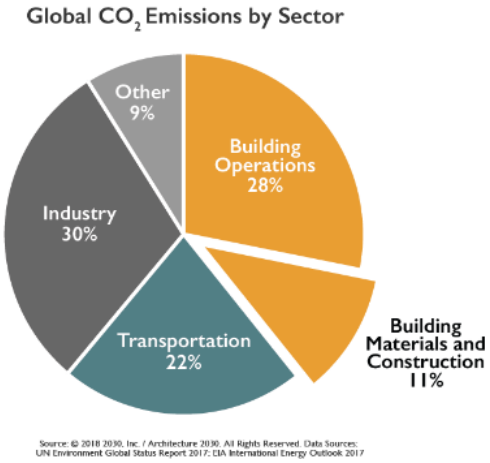
Появяват се реализации на сгради за индустрията, които демонстрират търсене на нов архитектурен образ, вдъхновен от духа на времето. Такъв пример е The media TIC-building в Барселона с автор испанският архитект Enric Ruiz Geli. Замислена като индустриален склад на цифровата ера, MediaTIC се стреми да съчетае индустриалното минало на квартал 22@ на Барселона и визията за технологичното бъдеще (*Фиг.3.*) [5].

Фиг.3. The media TIC-building в Барселона, Enric Ruiz Geli

С архитектура, вдъхновена от дигиталните технологии, проектирана и изградена с помощта на иновативни CAD/CAM процеси, “сградата се опитва не само да се превърне в референтно пространство на европейско ниво в областта на информационните и комуникационните технологии (TIC), но и в нова емблема на града” [5], [4].

2.3. Екологичните проблеми

Голям дял в отделянето на въглеродни емисии, които са в основата на глобалното затопляне, има индустрията.



Фиг.4. Дялово разпределение на емисиите на CO2 по източници [6].

Диаграмата (*Фиг.4.*) [5] показва и големи стойности при строителството и поддръжката на сградите. Ясно се отчита същественото значение на индустриалната архитектура в екологичните проблеми, като тенденцията е към активно противодействие с помощта на

технологиите и архитектурата. Оттук основна тема в индустриалната архитектура е възстановяването на изгубения баланс с природата. Затова и течението **„зелена архитектура“** намира сериозен отзвук в отрасъла.

Концепцията за Зелената архитектура е философия, която се застъпва за изграждане с мисъл за околната среда чрез използване на устойчиви източници на енергия, ефективно проектиране за намаляване на потреблението на енергия и актуализиране на съществуващите индустриални сгради с нови безотпадни технологии. Характерна посока в зелената архитектура, която води до повишаването качеството на живот в градовете – не само в екологичен, но и в хуманитарен аспект, е **възстановяването на изконната връзка човек-природа.**

2.4. Основни изводи

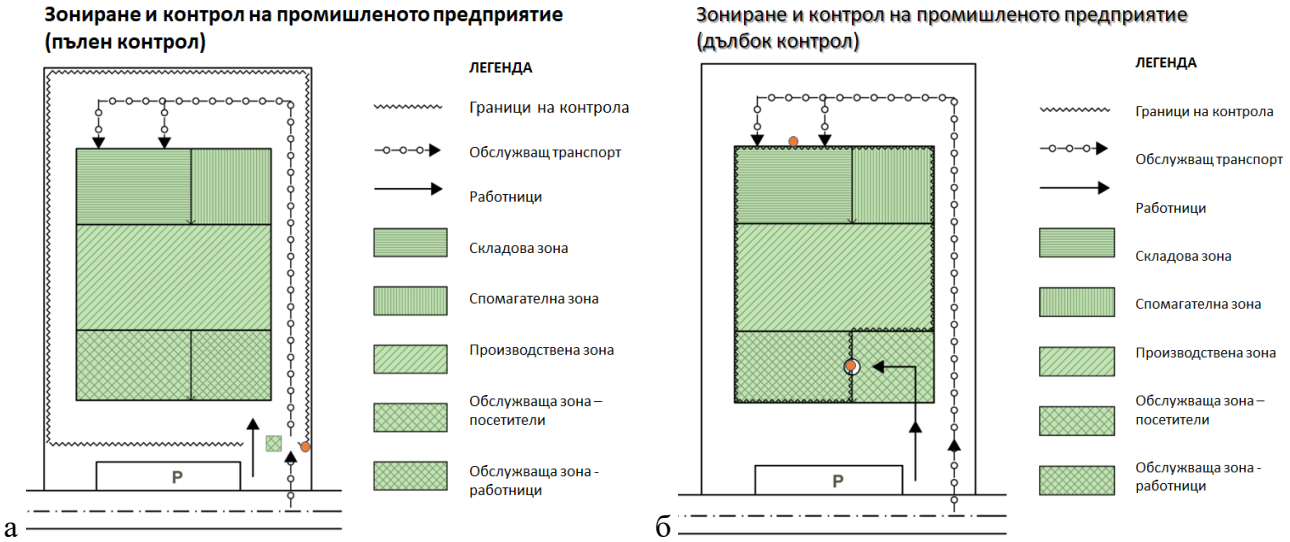
Изследваните горе по-основни глобални фактори чертаят **няколко главни посоки на развитие** пред индустриалната архитектура, а именно:

- **Комерсиализиране на индустриалната архитектура**
- **Елиминиране на границите**
- **Придобива социални характеристики**
- **Пример за „зелена архитектура“**

3. Предзаводската площадка като “междинно пространство”.

3.1. Предзаводска площадка – характерни особености

Предзаводската площадка е пространството пред индустриалното предприятие, пред главния вход към завода. Начинът на реализиране на специфичния контрол на достъп в индустриалното предприятие оказва влияние върху интерпретацията на предзаводската площадка като “междинно пространство”. “Пълният контрол” подчертава принадлежността ѝ към заводската територия (външна ограда, ограничен достъп на външни посетители) (*Фиг. 5,а*). “Дълбокият контрол” вътре в производствената зона (свободен достъп до производствената сграда) дава възможност за пълноценно реализиране на “междинността” чрез плавен преход от градската среда към индустриалната сграда (*Фиг. 5, б*) [4].



Фиг. 5. Схеми на организация на контрола на достъп в индустриалното предприятие: а - “пълен контрол”; б - “дълбок контрол” [7].

Затова и във втория случай предзаводската площадка играе по-осезаема роля като пространство на преход между града/природата и производственото предприятие. Като едно своеобразно „въведение“ в архитектурната композиция на индустриалния комплекс, предзаводската площадка поема функцията на предвестник на съвременните цели в

индустриалната архитектура (от т. 2.4), а именно: **придобиване на интернационални характеристики, елиминиране на границите, придобиване на социални характеристики, пример за „зелена архитектура“.**

3.2. Анализ на примери от световната практика

Анализът на примери от световната практика показва, че трансформацията в индустриалната архитектура започва от **предзаводската площадка** в качеството ѝ на междинно пространство.

3.2.1. Преустройство на Beijing Fashion-Factory [8].

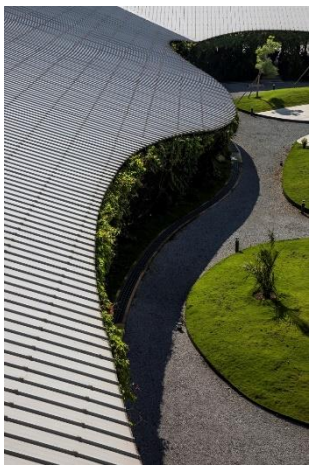
Примерът впечатлява със своя нов прочит на старата фабрика, интегриращ я в средата и в съвременната архитектурна представа, търсещ устойчива във времето актуалност чрез обвързаност, логика и метафора на отделните елементи.

Фиг.6. Beijing Fashion-Factory, AntiStatics Architecture, China

Приложени са композиционни похвати за **хармоничното интегриране** в околната среда и е реализиран плавен преход от свободния природен ландшафт към сградата чрез геометрични обли форми, преливащи по фасадата. Налице е **единство** на фабриката с предзаводската площадка, която както функционално, **така и композиционно е в центъра на пространствената организация.** Използването на форми-мотиви от традиционния дизайн на китайски платове отваря нов културно-исторически диалог, а експонирането на скулптури в индустриален стил придава на предзаводската площадка характеристики на нова обществена функция. Преплитането на тези диалози на различни нива, добавяйки и публичните зони за отдих, разкрива за предзаводската площадка ново **полисемантично значение** с изразена социална насоченост, нехарактерно за класическата производствена сграда.

3.2.2. Jacob factory, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2020 G8Architecture&Urbain Planning фабрика за стоманени мрежи и въжета [9].

Jacob Factory е пример как чрез предзаводската площадка се реализира плавен преход между сградата и природния ландшафт. Кръговите зелени площи навлизат във фасадния контур като го превръщат в вълнообразен на места. Постига се единство и цялост в архитектурното планиране на производствения комплекс. Осезаемо е и преминаването на зеления елемент от партерите по фасадата, което допълнително подчертава идеята за „зелена архитектура“. Сградата е значим пример за устойчива архитектура поради цялостния си замисъл: от една страна вертикалната планировка, която пести място, контрастира на силно замърсяващите широкоплощни индустриални комплекси в района.



Фиг.7. Jacob factory, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2020 G8Architecture&Urbain Planning фабрика за стоманени мрежи и въжета [9].

Спестеното място, е планирано с преобладаващи природни елементи, което показва как класическата асфалтирана предзаводска площадка се преобразява в мисионер на „зелената архитектура“. Същевременно архитектът използва традиционната тропическа растителност за региона, за реализирането на пореста фасада от растителност, която осигурява необходимата защита на сградата от атмосферните условия. „Дишащата” фасада спестява разходите за вентилация и климатизация, което допринася за общата идея за устойчивост на проекта. От друга страна, огражда пространство, което е нито вътре, нито вън, т.е. може да бъде тълкувано като „междинно“ само по себе си. Примерът показва, **че строгите граници в промишлената територия са елиминирани –** не само между предзаводската площадка и околната среда, но и между площадката и сградата.

Вторичната идея е чрез дизайна да се създаде впечатление за достъпност, която да участва в комерсиализирането на проекта. За това допринася и замисълът на фасадата – растителността е поддържана от система от стоманени въжета, които са основната продукция на фабриката. **Световна тенденция на активна (дори агресивна) рекламна политика все повече засяга и индустриалните сгради, като първоизточник на продукцията, затова се отдава все повече внимание на цялостния им замисъл и архитектура, както и на тяхното социализиране.** В случая, допълнителното обвързване на сградата в актуалните климатични проблеми, може да бъде отчетено и като допълнителен рекламен похват.

3.2.3. Nice Smart Factory, проектант Mario Cucinella Architects , Лимейра, Бразилия, 2023

Фиг. 8. Nice Smart Factory, проектант Mario Cucinella Architects , Лимейра, Бразилия, 2023

“Дизайнът на сградата има за цел да трансформира концепцията за производствено пространство, като замени традиционната затворена структура с по-отворена и пропусклива, насърчаваща взаимодействието с местната общност и околната среда, със стремеж да установи хармонична връзка между изграденото пространство и природата”. [10]

„Умната фабрика“ разработва варианти за електронно управление на дома (“smart home”) е базирана изцяло на принципите на Индустрия 4.0, с цел подобряване условията и ефективността на труда, енергоефективни методи за производство и поддръжка и създаването на устойчив бизнес модел.

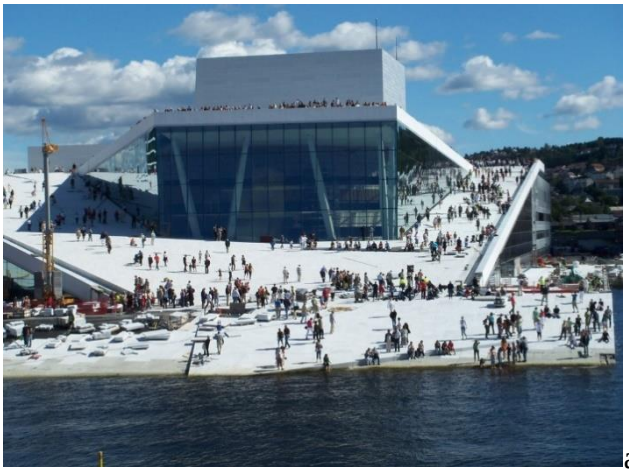
Основната архитектурна идея е за единна структура, в която сградата е „отворена“ към заобикалящата я среда и функционира с нея като едно цяло. Този „жест“ на приобщаване на околното пространство е постигнат чрез изразените конкавни и конвексни форми на сградата, подчертани в покрива, вдъхновен от контура на тропически лист. В допълнение, почти изцяло стъклената фасада **премахва границите между обществото и производствения процес.** Това проличава най-вече в остъклената откъм атриума производствена зона, която посетителите на сградата свободно могат да наблюдават. За привличане на посетители, са добавени различни обществени функции, като музейна зона например. [10].

Фабриката стъпва на принципите на „Зелената архитектура“ с безвредното си, пасивно и технологично производство, но и самата сграда е така замислена, че да спомага за регулирането на местния микроклимат с пряка грижа за местния ландшафт (насочване на светлината чрез покрива, регулиране на дъждовната вода и др.). Разположена в градската периферия, тя се превръща в своеобразен **„мост“ между града и природните богатства на местността.**

Ефектната архитектура, с мисъл за околната среда и най-вече осезаемата социализация на производствената сграда, свидетелстват също и за **комерсиализация на архитектурния подход** с рекламни цели.

3.3. Паралел на „междинните пространства“ от индустриалната с тези от обществената архитектура.

От анализираните в доклада примери и бърз общ преглед на световната практика, можем да заключим, че новата индустриална архитектура придобива някои характеристики/практики, реализирани по-напред в обществената, като **комерсиализиране, социализиране, мултифункционалност, внедряване на принципите на „зелената архитектура“** и др. Затова съпоставката на „междинните“ им пространства изглежда логична. Можем да сравним предзаводската площадка с площада пред обществената сграда, като аналогични външни зони на преход между околната среда и сградата.


а)

б)

Фиг.9. Примери за площади пред обществени сгради: а)площад пред Националната опера в Осло, проект на Snohetta,2007г. [11].; б) Technology, Entertainment and Knowledge (TEK) Center, проект BIG, Тайпей, Тайван [12].

Площадът в обществената архитектура се разгръща като изявено „междинно пространство“ с ясно изразени характеристики: социално, комуникативно, многопластово, многофункционално и т.н. В много случаи, поради своите качества, то се превръща в основно

вдъхновение на архитектурната мисъл и в **характероопределящо за архитектурата на сградата,** както се вижда в горните два примера (*Фиг.9, a, b*). **Подобен подход крие комерсиален потенциал, който може да бъде реализиран и в индустриалната архитектура, която все по-осезаемо излиза от анонимната си позиция.**

Към момента в производствения сектор, толкова осезаема трансформация на площадното пространство в посока **„характероопределящо“** за общата архитектурна визия, се забелязва по-скоро в хибридните сгради, като изследователски центрове например. Причините за това могат да бъдат търсени, както в локацията (лесно могат да бъдат внедрени дори в централната градската структура), така и в комбинирането с множество обществени функции, привличащи публиката.

Фиг.10. Изследователски център в Севиля, Испания, BIG, реализацията стартира 2024г.

Проектът *Solar Cupola* за изследователския център в Севиля на BIG [13] е пример за площадно пространство, което дефинира архитектурната композиция. Оформянето на външно **„междинно пространство“,** покрито със система от соларни навеси заема централна роля в пространственото формиране. Препратката към старите сенчести площади на Андалусия, добавя културно-исторически характер на комплекса, а енергоефективния характер на *Solar Cupola* се допълва от производството на електричество от фотоволтаиците. Тази полисемантичност е предпоставка за социалния характер на площада и на комплекса като цяло, в който се реализират множество публично достъпни обществени функции. [13].

4. Основни изводи

С оглед на разгледаните световни примери, можем да заключим, че предзаводската площадка е „междинно пространство“, което крие много потенциал за развитието на индустриалната архитектура. От **„буфер“** между производствената сграда и заобикалящата я среда, тя се трансформира в **социално многофункционално пространство**, осъществяващо **интеграцията** на индустриалната сграда не само на ниво терен, но и в обществения живот. Все още архитектурната стойност на производствената площадка не е толкова силно разгърната, колкото в обществената архитектура. Реализирането ѝ в **характероопределящ елемент** за архитектурната композиция би допринесло за допълнителното социализиране и комерсиализиране на производствената дейност. В допълнение, композиционното акцентиране на преходното пространство между „умната фабрика“ и града е ясен израз на посланието за **„отвореност и достъпност“**, към което съвременната индустрия се стреми.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Silos 13 / VIB Architecture" 04 Aug 2014. ArchDaily. Accessed 26 Mar 2025. https://www.archdaily.com/532946/silos-13-vib-architecture ISSN 0719-8884

[2] https://www.hannovermesse.de/en/, посетен 08.08.2024г.

[3] Й. Христов. Архитектурата на производствените сгради и четвъртата индустриална революция УАСГ, София, 2019 г., 120с., ISBN 978-619-91051-3-9.

[4] "Media-TIC / Enric Ruiz Geli" 09 Feb 2010. ArchDaily. Accessed 27 Mar 2025. https://www.archdaily.com/49150/media-tic-enric-ruiz-geli ISSN 0719-8884
[5] https://arquitecturaviva.com/works/media-tic-building , посетен 06.03.2025
[6] https://www.knaufinsulation.com/sites/ki_com/files/styles/paragraph_image_crop/public/media/images/Global%20Emissions%20Chart-resized.jpg?itok=6Ep3xdPR , Accessed 27 Mar 2025
[7] Писарски М., Аврамова А. Промишлени сгради, изд. Техника, СОФИЯ, 1987 г. 334 стр.
[8] Beijing Fashion Factory B Courtyard / AntiStatics Architecture" 13 Oct 2020. ArchDaily. Accessed 2 Dec 2023, https://www.archdaily.com /949265/beijing-fashion-factory-b-courtyard-antistatics-architecture, ISSN 0719-8884
[9] Jakob Factory / G8A Architecture & Urban Planning + rollimarchini architekten, 08 Sep 2020. ArchDaily. Accessed 29 Mar 2025. https://www.archdaily.com/947300/jakob-factory-g8a-architecture-and-urban-planning-plus-rollimarchini-architekten, ISSN 0719-8884
[10] Nice Smart Factory, Architects: Mario Cucinella Architects, Limeira Country: Brasile, 2023 Area: 20,000 sqm, https://www.arch2o.com/nice-smart-factory/, посетен 06.03.2025
[11] Oslo Opera House / Snøhetta" 07 May 2008. ArchDaily. Accessed 29 Mar 2025. https://www.archdaily.com/440/oslo-opera-house-snohetta , ISSN 0719-8884
[12] https://www10.aeccafe.com/blogs/arch-showcase/2011/06/28/tek-cube-building-in-taipei-taiwan-by-big-architects/, Image Courtesy BIG Architects, Accessed 27 Mar 2025
[13] Bjarke Ingels Group Translates Andalusia's Urban Identity with New Joint Research Center in Sevilla" 14 Apr 2022. ArchDaily. Accessed 29 Mar 2025. https://www.archdaily.com/980236/bjarke-ingels-group-translates-andalusias-urban-identity-with-new-joint-research-center-in-sevilla , ISSN 0719-8884

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

КОНОПЕНИЯТ БЕТОН И ПРИЛОЖЕНИЕТО МУ В СЪВРЕМЕННИ ЕДНОФАМИЛНИ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ

Тереза Жекова[1]

РЕЗЮМЕ:

Конопеният бетон е екологичен материал, който се използва като топлоизолация и за изграждане на неносещи стени с нисък коефициент на топлопреминаване. По състав той представлява нетоксичен биокомпозит от конопени влакна, вар и вода. Основните му характеристики са екосъобразност, енергоефективност, паропропускливост, термично съпротивление и относително висока термична маса. В строителството на съвременни еднофамилни жилищни сгради той може да бъде използван за изграждане на дишащи външни и вътрешни неносещи стени, подове, покриви и мазилки. Благодарение на високата си паропропускливост конопеният бетон регулира нивата на влажност в затворените помещения, като допринася за качеството на въздуха в тях. Топлоизолационните му свойства поддържат добър топлинен комфорт в интериора. Интегрирането на конопен бетон в строителството способства изграждането на устойчива жилищна архитектура, която намалява въглеродния отпечатък върху околната среда и благоприятства създаването на здравословна жизнена среда.

Ключови думи: конопен бетон, екологичен материал, устойчива жилищна архитектура, топлоизолация, дишащи стени, паропропускливост, здравословна жизнена среда

HEMPCRETE AND ITS APPLICATION IN CONTEMPORARY SINGLE-FAMILY RESIDENTIAL BUILDINGS

Tereza Zhekova[1]

ABSTRACT:

Hempcrete is an ecological material that is used as thermal insulation, as well as in the construction of non-load bearing walls with a low coefficient of thermal conductivity. It is a non-toxic biocomposite which consists of hemp fibers, lime and water. Its main characteristics are eco-compatibility, energy efficiency, vapor permeability, thermal resistance and relatively high thermal mass. In terms of contemporary single-family residential buildings, it can be used for breathable external and internal non-bearing walls, floors, roofs, and plasters. Thanks to its high vapor permeability, hempcrete regulates humidity levels in rooms, thus contributing to indoor air quality. Its thermal insulation properties maintain good thermal comfort in the interior. The integration of hemcrete in construction contributes to the creation of sustainable residential architecture that reduces the carbon footprint on the environment, and favors the creation of a healthy built living environment.

Keywords: hempcrete, eco-friendly material, sustainable residential architecture, thermal insulation, breathable wall, vapor permeability, healthy living environment

[1] Тереза Димитрова Жекова, архитект, докторант, УАСГ
Tereza Dimitrova Zhekova, architect, PhD candidate, UACEG, tereza.zhekova_far@uacg.bg

1. Увод.

Съвременното проектиране е комплексна дейност, целяща създаването на пространства, които са естетически, функционални, енергоефективни и икономически целесъобразни. Освен това изискванията към сградите от гледна точка на различни нормативи и стандарти се разширяват и отдават все по-голямо значение на тяхната екосъбразност, както и на създаването на качествена среда на живот за обитателите.

Използването на устойчиви строителни материали е ключов аспект за създаването на енергоефективна архитектура, тъй като намаляват значително въздействието от застрояването върху околната среда. Тези материали се добиват от възобновяеми или рециклирани ресурси, с малък въглероден отпечатък заради минималното потребление на енергия през целия им жизнен цикъл – добив, строителство и експлоатация, рециклиране, с което цялостно намаляват количеството вълтъена енергия. Употребата на устойчиви материали редуцира ресурсите и разходите за отопление и климатизация, осигурявайки комфортна жизнена среда, като се намалява потреблението на оперативна енергия.

Създаването на устойчива архитектура е двупосочно понятие, което обхваща както взаимовръзката сграда – среда, така и сграда – обитатели. По тази причина устойчивостта на материалите идва не само от тяхната дълготрайност и енергоефективност, но и заради поддържането на здравословен микроклимат в сградите, който е от съществено значение за здравето на техните обитатели.

Конопеният бетон или конопобетон е нетоксичен биокомпозит, съставен от конопен шив, вар и вода, който възниква във Франция през 80-те години на XX-ти век [1] и който намира все по-голямо поле на приложение в съвременното строителство, особено при проектирането на екосъобразни сгради. Конопеният бетон съчетава добри топлоизолационни свойства, относително висока термична маса и паропропускливост. Той може да бъде използван както под формата на фабрични елементи - строителни блокове или панели с дървена рамка, така и като традиционна бетонова смес, която се приготвя на място на строителната площадка. Тъй като е неносещ материал, сместа от конопен бетон се нанася върху предварително изградена дървена носеща конструкция, като се пръска машинно или се полага на ръка. Възможностите за изпълнение на сградни елементи от конопен бетон дават свобода и гъвкавост на целия процес, както и на самите елементи – форма, контур и т.н. Благодарение на високата си паропропускливост конопеният бетон регулира нивата на влажност в помещенията, предотвратява развитието на мухъл и допринася за качеството на въздуха в интериора и комфорта на обитателите. Конопеният бетон е устойчив материал с въглеродно-отрицателен отпечатък, тъй като суровината – конопеното растение, е с бързи темпове на растеж и развитие и абсорбира значително количество въглероден диоксид по време на растежа си.

Тази статия има за цел да проучи възможностите за използване на конопен бетон като материал за външни стени в строителството на еднофамилни жилищни сгради, като се оценяват неговите технически свойства за осигуряването на качествена и устойчива среда.

2. Състав на конопобетона.

Конопеният бетон е съставен от три основни компонента: конопен шив, свързващо вещество на варова основа и вода.

Конопеният шив е влакнестата сърцевина на стъблото на конопеното растение. Той служи за структурен пълнител и бива лек, порест, богат на целулоза и осигуряващ изолационните и паропропускливите качества на конопения бетон. Обработката на конопения шив минава през няколко етапа на накълцване на по-дребни парчета с фракция между 10-25 мм, тъй като опитно е установено, че осигуряват оптимално представяне на материала от гледна точка на топлоустойчивост и паропроускливост, а по-дребните частици и прах се премахват. Големината на частиците и особено отстраняването на прахообразните е от съществено значение за получаването на добра консистеция на конопобетона, понеже голям

процент прах попива повече вода, а от там се забавя процесът на съхнене и стягане, както и се компрометира здравината на стената.

Свързващото вещество е на базата на вар, като благодарение на нейната хигроскопичност се поддържа нивото на влажност в сградата, а свойството й да дезинфекцира предотвратява развитието на микроорганизми. Свързващото вещество може да бъде гасена вар, хидравлична вар, естествен цимент или смес, специфична за производителя на базата на изброените. В зависимост от състава си се втвърдява чрез карбонизация или минерализация.

Гасената вар е свързващо вещество, което смесено с вода се втвърдява при реакция с въглероден диоксид от въздуха. Методът на произвеждане на гасена вар е следният: калциев карбонат, който се среща в голямо количество в състава на различни скали, варовик, черупки и т.н., се нагрява на високи температури от 900 до 1000 градуса по Целзий. Като резултат се получава калциев оксид, т.нар. негасена вар. При процеса на гасене на варта, негасената вар се насища с вода, при което се получава калциев дихидроксид или хидратна вар. При полагане на гасената вар, тя се втвърдява чрез карбонизация - под въздействието на въглеродния диоксид във въздуха. Приложението на хидратната вар е като разтвор за зидарии или мазилки.

Хидравличната вар представлява вар, която има в състава си примеси като силициев диоксид (SiO_2), диалуминиев триоксид (Al_2O_3) или железен оксид (Fe_2O_3). Тези примеси при термичната обработка на калциевия карбонат се свързват с него и образуват активни съставки, които при добавяне на вода, задействат процес на хидравлично втвърдяване. Хидравличната вар набира якост при намокряне с вода, при това по-бързо, отколкото обикновената гасена вар. В състава на хидравличната вар остава и „свободна‘‘ вар, която не се е свързала с някое от изброените вещества и която се втвърдява в процеса на карбонизация при взаимодействие с въглероден диоксид. В зависимост от съотношението между тези примеси - SiO_2, Al_2O_3 и т.н., и „свободна“ вар, втвърдяването на сместа е преобладаващо хидравлично или карбонизационно, а хидравличната вар е със слабо, средно или високо хидравлично свързване *Табл. 1.*

Във варовици, при които съдържанието на примеси е голямо, няма „свободна“ вар и свързването е изключително хидравлично. Те са наричат естествени цименти. Освен че запазват възможността за паропропускливост дори и в по-малка степен, те отблъскат вода в течно състояние, т.е. са подходящи за структури, които са изложени на постоянно обливане с вода.

Табл. 1. Видове *свързващи вещества и свойствата им*

Вид	Тип реакция	Скорост на втвърдяване	Паропро-пускливост	Конструктивна якост
Гасена вар	Карбонация	ПО-БАВНО ↕ ПО-БЪРЗО	ПО-ВИСОКА ↕ ПО-НИСКА	ПО-НИСКА ↕ ПО-ВИСОКА
Хидравлична вар – слабо хидравлична	Предимно карбонация			
Хидравлична вар – средно хидравлична	Карбонация + хидравлично свързване			
Хидравлична вар – високо хидравлична	Предимно хидравлично свързване			
Естествен цимент	Изцяло хидравлично свързване			

Изборът на вида вар при стени наприер зависи от фактори като състав на стената и начин на полагане. Относно състава се взема предвид следният принцип: твърдостта на материала се увеличава от повърхността към вътрешността на стената, а паропропускливостта намалява. Това означава, че финиши като мазилки следва да имат по-висока паропропускливост от материала в сърцевината на стената. За начина на полагане скоростта на свързване е от голямо

значение. При ръчно полагане на конопен бетон и при ограничени срокове, е необходимо по-бързо свързване, за да може материалът да набере якост за по-кратък срок. От друга страна, при добри атмосферни условия и планиране, е възможно използването на гасена вар, която ще набере якост по-бавно, но би имала по-добри показатели за паропропускливост. При елементи, които са изложени постоянно на вода и влага, се използват хидравлична вар или естествени цименти – мостове, отводнителни системи, финиши на бани, външни мазилки на стени в изключително влажен климат и др.

3. Приложение.

3.1. Сградни елементи, изградени от конопобетон.

Конопеният бетон може да бъде използван за изграждането на различни елементи на сградата – стени, плоча, топлоизолация на покриви и стени, мазилки, акустични панели. При отливане на плоча се използва смес с по-голям пропорционален дял свързващо вещество, заради необходимостта от повишена носеща способност. Това рефлектира върху топлоизолационните й качества, които биват компенсирани с основата, върху която се полага конопобетонът. Тя може да бъде легло от керамзит (експандирана глина) или пеностъклен чакъл, които осигуяват стабилна основа, с добри дренажни и топлоизолационни свойства и с екосъобразен характер. Въпреки че конопобетонът е дишащ материал и регулира влажността, състояние, в което се облива с вода перманентно, не се препоръчва. Поради това като основен принцип при проектирането на жилищни сгради с плоча от конопобетон се налага да се избегне постоянното й излагане на вода, като се вдигне на кота с около 20-30 см над ниво прилежащ терен. Така се предотвратяват въздействия от течаща вода на ниво терен от поливане, валежи, отскачане на капки при проливен дъжд и др.

Относно външните стени от конопобетон важи същият принцип да се предпазят от периодично излагане на вода. Затова се измазват с паропропусклива мазилка или се слага обшивка, която да предпази външната повърхност на стената. Едно от най-големите предимства на стените от конопобетон е тяхната паропропускливост, благодарение на която се поддържа здравословен микролимат в помещенията. Самоносещата конструктивна якост на стените от конопобетон налага използването на носеща скелетна конструкция, която се изпълнява най-често от дърво. Техническите свойства на външните стени от конопобетон като топлопроводимост, термична маса и паропропускливост ще бъдат разгледани в следващата точка.

Вътрешни стени също се изграждат от конопобетон, като за тях отново се изисква носеща рамка. Финишите, които се полагат, трябва да бъдат със същата или по-голяма паропропускливост от самия конопобетон, за да се запази „дишащата“ способност на стената. Заради порьозната си структура той е добър акустичен изолатор и осигурява добър акустичен комфорт в интериора.

За покриви конопобетонът може да бъде използван като пълнеж на носеща покривна конструкция, като осигурява топло- и шумоизолация. Използва се смес с ниска плътност, за да се намали собственото тегло на конструкцията.

Мазилките от конопобетон имат топлоизолационни и паропропускливи свойства. Полагат се с дебелина между 20 и 50 мм, а конопеният шив действа като армираща мрежа и ги прави здрави и устойчиви на механични въздействия.

Плоскости от конопобетон с висока плътност – ок. 1025-1280 kg/m^3, могат да бъдат използвани като потенциални заместители на плоскости от дървесни частици. Значително предимство би била липсата на синтетични лепила и формалдехид, които са токсични и влошават качеството на въздуха в помещенията. [2]

3.2. Начини на изграждане на стени от конопобетон.

Конопобетонът може да бъде използван като традиционна бетонова смес в кофражи или под формата на фабрични елементи – панели и блокове. Бетоновата смес може да бъде полагана на ръка с лопати и други ръчни пособия или като бъде пръскана в кофража, който е

изграден около предварително сглобена носеща конструкция. Предимството на този метод е, че могат да се изградят стени с различни контури в план, както и че стената е хомогенна. При този метод трябва да се има предвид годишният период, в който се строи и да се планира в пролетно-лятното полугодие, за да може стената да набере пълна якост и да изсъхне в цялост преди да се премине към полагането на финиши. Свързващото вещество на сместа също трябва да бъде съобразено, за да се осигури по-бързо свързване, което в много влажни климати, налага да се направи компромис с паропропускливостта, тъй като двете величини са обратнопропорционани *Табл.1*. Нашите географски ширини позволяват при правилно планиран график на строителните дейности да бъдат отляти стени със смес от конопобетон с добра паропропускливост, които да наберат якост сравнително бързо. Този метод се препоръчва за обекти от по-малък мащаб, каквито са и еднофамилните жилищни сгради, понеже времето за съхнене на конопобетона може да варира, а това при големи обекти би се отразило много сериозно на планирането на строителните дейности. Освен това, механизацията, необходима за смесването на материала, е минимална и не се изискват сложни техники и машини.

При метода, използващ готови фабрични блокове, се използва конопобетон с по-голяма плътност и съответно по-висок коефициент на топлопроводимост, за да могат изделията да запазят своята цялост през целия производствен и логистичен процес. Въпреки по-голямата им якост и при тях е необходима носеща конструкция, покрай която блоковете се режат, за да паснат на носещите елементи. Блоковете от конопобетон се полагат със слой от разтвор, т.е стената не е хомогенна, а разтворът представлява термомост. Предимствата на този метод са, че строителството е по-бързо и унифицирано, с по-малко дейности на строителната площадка и по-независимо от атмосферните условия, което прави целия процес по-лесно планируем.

И двата начина имат предиства и недостатъци, като за избора трябва да се имат предвид следните фактори – график на строежа, атмосферни условия, мащаб на обекта и логистика. За еднофамилни жилищни сгради от по-малък мащаб, конопобетон под формата на смес може да бъде добро решение, с което да се постигне качествено строителство, с добри топлотехнически параметри и с ниски оперативни разходи.

4. Топлоизолационни свойства, термична маса и паропропускливост.

Конопеният бетон е дишащ материал с голяма топлинна ефективност, заради своите ниска топлопроводимост и относително висока термична маса. Благодарение на това той създава благоприятен микроклимат в помещенията, със сравнително постоянна температура и относителна влажност. Конопеният бетон е неносещ материал, заради своите висока порьозност и ниска якост на натиск (0,5–3 MPa), поради което се комбинира с носеща конструкция от дърво. Възможно е да се използва и конструкция с елементи от стоманобетон или стомана.

4.1. Топлопроводимост.

Конопеният шив, от който е изграден конопобетонът, е лек и порьозен, заради което създава множество малки кухини, пълни с въздух. Той от своя страна е съставен от целулозни влакна, които имат топлоизолационни качества. Свързващото варово вещество осигурява твърдост и здравина, но не запълва изцяло въздушните джобове от шива, което засилва топлоизолационните му свойства.

Топлопроводимостта на конопобетона зависи от неговата плътност, а тя се определя от съотношението коноп – свързващо вещество. Връзката между коефициента на топлопреминаване на елементи от конопобетон и тяхната плътност е обратнопропорционална *Табл. 2*. При лабораторно тестване на проби от конопобетон се установяват стойности за λ между 0.078 и 0.18 съответно за ниска и висока плътност. [3]

Табл. 2. Коефициент на топлпреминаване

Плътност (kg/m^3)	275	300	600	800
Топлопроводимост λ (W/m*K)	0.06	0.078	0.138	0.18

Видът на свързващото вещество също има значение за топлопроводимостта на конопобетона, като освен изброените основни типове свързващо вещество – гасена вар, хидравлична вар и естествени цименти, съществуват и фирмени продукти *Табл. 3*. При тях съотношението между тези основни типове варира, като може да има и добавки за по-бързо свързване и по-голяма устойчивост.

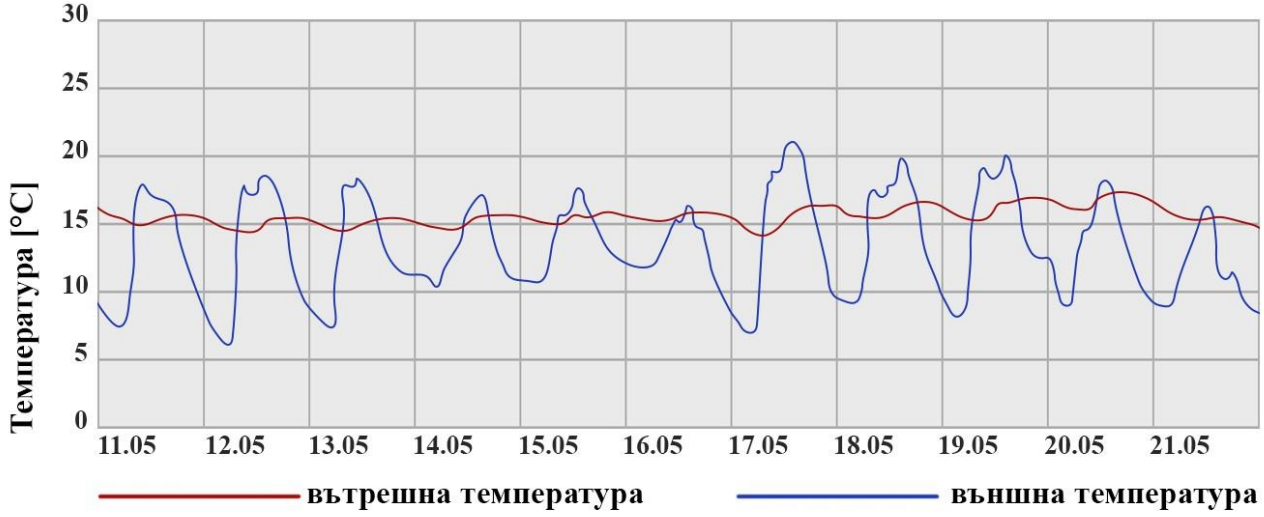
Табл. 3. Свързващи вещества - фирмени продукти

Наименования на продукт	Batichanvre	IsoHemp ProKalk	Lime Green	Hanfstein
Тип – смес или фабрични блокове	смес	смес	смес	смес
Плътност в сухо състояние (kg/m3) за стени	300	300	350-450	450-550
Топлопроводимост λ (W/m*K)	0.09	0.071	0.07-0.12	0.07
Страна на произход	Великобритания	Великобритания	Великобритания	Германия

Външна стена от 30 см конопобетон с коефициент на топлопроводимост $\lambda=0.071$ W/m*K, измазана двустранно с варова мазилка, има коефициент на топлопреминаване 0.225 W/m²K, което удовлетворява изискванията за външни стени според Наредба №7 за енергийна ефективност.

4.2. Термична маса.

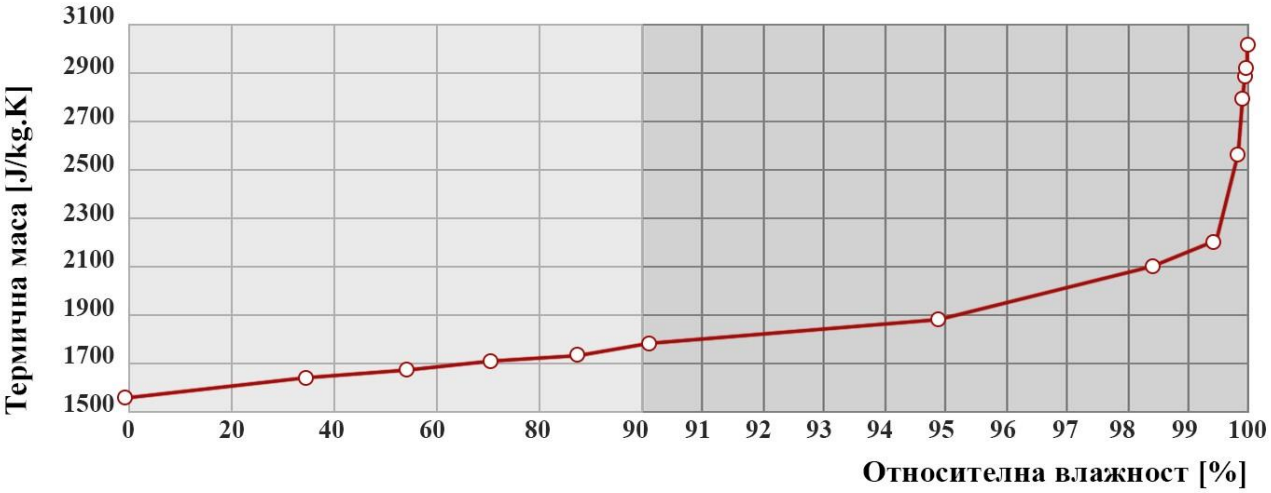
Термичната маса на конопобетона е сравнително висока. Заради това свойство той съхранява топлина, която постепенно освобождава, като по този начин намалява консумацията на енергия и ограничава флуктуацията на температурата в помещенията през денонощието *Фиг. 1*. Високата термична маса означава бавно пренасяне на топлина през структурата на материала и се определя от термодинамични фактори като ниска топлинна дифузност [4] и висок специфичен топлинен капацитет [5]. В резултат температурата в помещенията е сравнително постоянна.



Фиг. 1. Сравнение между външна и вътрешна температура при външна стена, изградена от дървена рамка и конопобетон

При покачване на относителната влажност на въздуха, заради хигроскопичния характер на конопобетона, той улавя молекули вода и пари от въздуха и ги задържа в порьозната си

структура. Взаимовръзката между термичната маса на материала и относителната влажност на въздуха е правопропорционална *Фиг. 2*, като при относителна влажност от 60% термичният капацитет е 1700 J/kg.K, а при 100 % - 3000 J/kg.K [6].



Фиг. 2. Взаимовръзка между термичната маса и относителната влажност на елементи от онопобетон

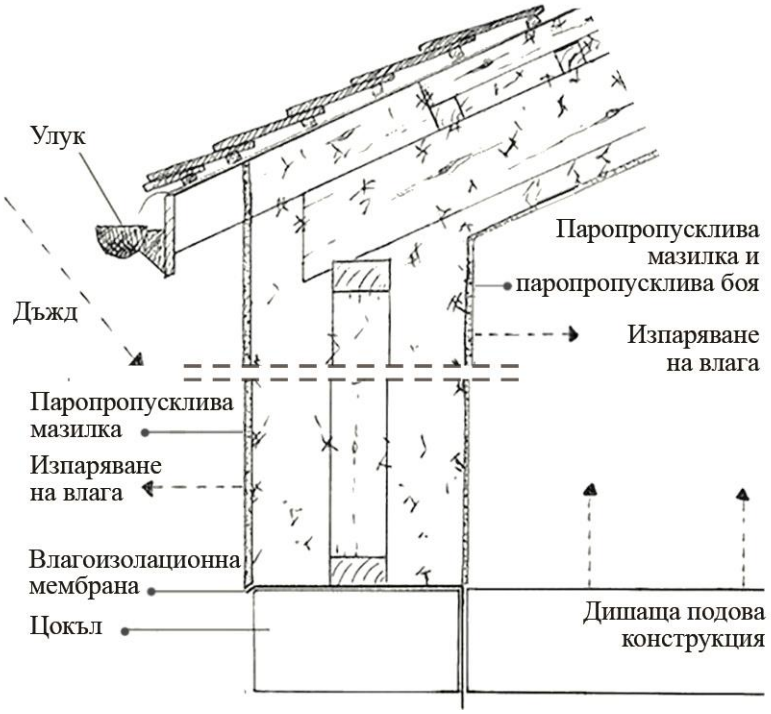
4.3. Латентно охлаждане и затопляне и хигроскопичност.

Хигроскопичността на конопобетона му позволява да улавя и съхранява в структурата си молекули вода от въздуха при по-висока относитена влажност, а при намаляването й да ги връща обратно във въздуха, като предотвратява изсушаването му. В резултат на това взаимодействие с влажността на въздуха конопобетонът съхранява или отдава латентна топлина заради процесите на промяна на състоянието на водните молекули - изпарение и кондензация [7]. Например при повишени температура и относителна влажност на въздуха – пари от готвене, при валежи, при струпване на хора и т.н., стена от конопобетон абсорбира водната пара в себе си, като част от нея кондензира в порите й. От промяната на състоянието на водните молекули от газообразно в течно състояние, се натрупва латентна топлина, която се съхранява в конопобетона. В обратна ситуация, когато температурата и влажността в дадено помещение паднат, конопобетонът отдава обратно натрупаните кондензирали водни пари. При изпарението им отново се променя агрегатното им състояние от течно в газообразно, в резултат на което се абсорбира натрупаната топлина в конопобетона и се отдава на въздуха в помещението. Тази влагоакумулираща способност на конопобетона помага за запазването на термодинамичния баланс на средата и за поддържането на здравословен и приятен микроклимат. Стойностите на влагоакумулация (moisture buffer value) за конопобетона са около 2g/(m2%RH), което го класифицира като отличен буфер на нивата на влажност в помещенията [8]. Използването на материали с голяма хигротермична маса – хигроскопични материали с голяма термична маса, значително би намалило оперативните разходи за климатизация и отопление, благодарение на латентото охлаждане и отопление [9].

4.4. Паропропускливост.

Конопеният бетон е силно дишащ и фасади, изградени от него, позволяват на влагата да преминава през тях, без да я задържат. Заради порьозността на конопобетона, както и паропропукливостта на варовото свързващо вещество, той абсорбира и отделя във въздуха влага, като така регулира нивата на влажност в помещенията. По този начин се подобрява качеството на въздуха в помещенията. При нормални нива на влажност в интериора се предотвратява растежът на мухъл, като за това допринася и алкалният характер на варовика, който има естествен антибактериален ефект.

За стени от конопобетон е важно да се съобразят финишите им и да се изберат такива, които имат сходна или по-висока паропропускливост. От една страна се осигурява безпроблемно съхнене след полагането на конопобетона, който ако бъде покрит с недишащ финиш преди да е изсъхнал напълно, задържа постоянна влага. От друга страна финишът на стената не трябва да противодейства на благоприятния ефет, който основният материал оказва върху вътрешния микроклимат. В противен случай стената губи своята „дишаща“ способност и може да бъде компрометирана заради образуване на конденз зад мазилката и развиване на мухъл. Вместо да ограничава парите, конопобетонът позволява свободното им движение между вън и вътре и създава сгради с активно взаимодействие с околната среда, използвайки естествени процеси *Фиг. 3*.



Фиг. 3. Схема на външна стена от конопобетон [1]

4.5. Качество на въздуха в жизнената среда.

Всички изброени свойства на конопобетона допринасят за поддържането на здравословна жизнена среда, с качествен въздух в помещенията. Освен че поддържа оптимални температура и влажност, конопобетонът предпазва от развитието на мухъл, понеже варта в свързващото вещество е антибактериална. Друг фактор, оказващ положителен ефект върху въздуха, е липсата на токсини в състава конопобетона. Бивайки изграден изцяло от естествени материали, той не изпуска химикали и други вредни вещества. Интегрирането на конопобетон в сградата подобрява качеството на средата на обитаване, като има положителен ефект върху топлинния и акустичния комфорт на обитателите и върху качеството на въздуха.

5. Природоефективност.

Въглеродният отпечатък, който конопеният бетон оказва върху околната среда, се счита за нулев или отрицателен. Конопените растения израстват за кратък период от 3-4 месеца, а по време на растежа си участват активно в процеса на въглеродно секвестиране, който представлява улавяне и складиране на въглероден диоксид от атмосферата. Интегрирането на подобен тип суровина в строителните материали и строителството като цяло намалява вредното влияние на застрояването върху околната среда. Освен това конопеният бетон е биоразградим и може в края на жизнения си цикъл да се разгради естествено, без да оставя вредни отпадъци или изпарения. Конопеният бетон е екосъобразен материал, заради това, че енергията, вложена в целия цикъл на производство, вкл. и растежа на растението, т.нар.

първоначална вложена енергия, е малко количество. Терминът вложена енергия обозначава цялостното въздействие на всички емисии на въглероден диоксид, които даден материал отделя през неговия жизнен цикъл. Този цикъл обхваща извличане, производство, изграждане, поддръжка и изхвърляне [10]. Това означава, че за въглеродния отпечатък, който дадена сграда оставя, трябва да се вземат предвид, не само потреблението на оперативна енергия, но и тази, вложена в изработката на самите материали. Докато изискванията за топлоизолация са с растящ количествен характер и се налага все по-голяма употреба от нея по сградната обвивка, за да се намалят разходите по отопление и климатизация например, се изразходват пропорционално повече ресурси за производството й, а от там респективно се увеличава и вложената енергия в сградата и количеството въглерод [11]. В някои случаи при анализи на сгради, разположени в мек, умерен климат, се установява, че вложената енергия е по-голямо количество, отколкото тази за отопление и климатизация при експлоатация на сградата [12]. От тук следва, че фокусът за енергоефективност, насочен основно към топлоизолирането на сградите, и то с количествен характер, оставя настрана също толкова съществени фактори като първоначална вложена енергия (initial embodied energy - IEE) и повторна вложена енергия – енергията, необходима за поддръжка, поправка и подмяна на материали, инсталации и други сградни елементи по време на жизнения цикъл на сградата (recurrent embodied energy - REE).

Обработката на конопения шив е минимална и се изразява в събиране и сушене, което означава по-малко произвоствени емисии. Заради това, че въглеродният диоксид, уловен по време на растежа на конопа, е по-голямо количество, отколкото въглеродният диоксид, отделен през целия процес на производство на конопобетон, той се счита за въглероден поглътител (carbon sink) [13]. Свързващото вещество от гасена вар е с по-ниски стойности на отделен CO_2, отколкото производството на цимент за традиционния бетон например, и участва в процеса на карбонизация, при който се абсорбира CO_2 от въздуха.

6. Заключение.

Конопеният бетон е материал, който има голям потенциал в бъдещото развитие на жилищното строителство, особено на еднофамилни жилищни сгради, като се прилага в разнообразни сградни елементи – плоча, стени, покрив, мазилки, плоскости. Активното участие на елементите от конопобетон в поддържането на сравнително постоянна температура и оптимална влажност в помещенията подпомага енергийния баланс на сградата. Използването на екосъобразни строителни материали и естествени процеси за осигуряване на комфортно обитаване в средата на живот намалява оперативните разходи и ресурси, както и количествата вложен въглероден диоксид. Строителството от конопобетон има благоприятен ефект върху околната среда и върху здравето на обитателите, като им осигурява добър топлинен и акустичен комфорт и качествен въздух в помещенията.

ЛИТЕРАТУРА

[1] W. Stanwix and A. Sparrow, The Hempcrete Book: Designing and building with hemp-lime. Cambridge, England: Green Books, 2014.

[2] E. Sassoni, S. Manzi, A. Motori, M. Montecchi, and M. Canti, “Novel sustainable hemp-based composites for application in the building industry: Physical, thermal and mechanical characterization,” Energy Build., vol. 77, pp. 219–226, 2014.

[3] T. Jami, S. R. Karade, and L. P. Singh, “A review of the properties of hemp concrete for green building applications,” J. Clean. Prod., vol. 239, no. 117852, p. 117852, 2019. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619327222?via%3Dihub.

[4] Wikipedia contributors, “Thermal diffusivity,” Wikipedia, The Free Encyclopedia, 29-Mar-2025. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thermal_diffusivity&oldid=1282970852.

[5] J. Ahlberg, E. Georges, M. Norlén, “The potential of hemp buildings in different climates,” B.S. thesis, Faculty of Science and Technology, Uppsala Universitet, Uppsala, Switzerland, 2014.
[6] A.Evrard, “Transient hygrothermal behaviour of Lime-Hemp Materials”, Ph.D. thesis, Architecture Dept., Ecole Polytechnique de Louvain, Belgium, 2008.
[7] M. Hadjiski, N. Deliiski, and N. Tumbarkova, “Latent Heat of Fluids during their Phase Changes in Capillary Porous Materials,” 2019. [Online]. Available: https://sai-bg.com/wp-content/uploads/2021/08/1-Paper-1-M.Hadjiski-N.Deliiski-N.Tumbarkova-pages-3-8-AI-2-2019.pdf.
[8] C. Rode, R. Peuhkuri, B. Time, K. Svennberg, T. Ojanen, "Moisture Buffer Value of Building Materials," in ASTM Symposium on Heat-Air-Moisture Transport: Measurements on Building Materials, Toronto, 2006, pp.33-45.
[9] D. Kraniotis and K. Nore, “Latent heat phenomena in buildings and potential integration into energy balance,” Procedia Environ. Sci., vol. 38, pp. 364–371, 2017.
[10] Строители БГ, “Вложена енергия в строителните материали: какво представлява и как да я изчислим?,” Строители БГ, 17-Sep-2021. [Online]. Available: https://stroiteli.bg/vlozhena-energiya-v-stroitelnite-materiali-kakvo-predstavlyava-i-kak-da-ya-izchislim/.
[11] S. D. Kore, J. S. Sudarsan, S. Krishna, A. Parashar, “Hempcrete as a Sustainable Building Material: A Viable Alternative to Conventional Concrete”, presented at the 2nd International Conference On Mathematical Techniques and Applications, Chennai, India, March 24-26, 2021.
[12] R. H. Crawford, E. L. Bartak, A. Stephan, and C. A. Jensen, “Evaluating the life cycle energy benefits of energy efficiency regulations for buildings,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 63, pp. 435–451, 2016.
[13] A.Arrigoni, R. Pelosato, P. Melia, G. Ruggieri, S. Sabbadini, G. Dotelli “Life cycle assessment of natural building materials: the role of carbonation, mixture components and transport in the environmental impacts of hempcrete blocks,” J. Clean. Prod., vol. 149, pp. 1051–1061, 2017. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617303876.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЯТ КОМФОРТ КАТО ОСНОВЕН ЕЛЕМЕНТ НА АРХИТЕКТУРАТА НА ЖИЗНЕНАТА СРЕДА

Тереза Жекова[1]

РЕЗЮМЕ:

Качеството на средата на живот в сградите може да се определи като съвкупност от пет основни категории комфорт – топлинен, светлинен, акустичен и психологически комфорт и добро качество на въздуха в затворените помещения. Психологическият комфорт е ключов аспект на устойчивата жизнена среда, който обозначава благоприятното въздействие на пространствата върху хората и тяхното дългосрочно здраве и благосъстояние, и който се дефинира чрез изследванията в областта на невроестетиката и невроархитектурата. Настоящият доклад има за цел да посочи важността на архитектурата за когнитивното и емоционално здраве на обитателите на сградите и да посочи основни принципи на салутогенното проектиране за постигане на психологически комфорт.

Ключови думи: комфорт на жизнената среда, психологически комфорт, невроестетика, невроархитектура, благосъстояние

PSYCHOLOGICAL COMFORT AS A KEY ASPECT FOR THE ARCHITECTURE OF LIVING ENVIRONMENT

Tereza Zhekova[1]

ABSTRACT:

The quality of living environment in buildings encompasses five main categories of comfort – thermal, lighting, acoustic and psychological comfort, and good indoor air quality. Psychological comfort is a key aspect of sustainable living environment, indicating the beneficial impact which inhabited spaces have on people and their long-term health and well-being, and is determined by research in the fields of neuroaesthetics and neuroarchitecture. This report aims to highlight the importance of architecture for the cognitive and emotional health of building occupants and to outline basic principles of salutogenic design for achieving psychological comfort.

Keywords: comfort of living environment, psychological comfort, neuroaesthetics, neuroarchiteture, well-being

[1] Тереза Димитрова Жекова, архитект, докторант, УАСГ
Tereza Dimitrova Zhekova, architect, PhD candidate, UACEG, tereza.zhekova_far@uacg.bg

1. Увод.

Архитектурата и интериорът на сградите са от съществена важност за качеството на живота на обитателите им. Установено е, че прекарваме 90% от времето си в сгради, в затворена жизнена среда. Това са жилищни и обществени сгради - училища, офиси, спортни сгради, търговски обекти и др. [1]. Качеството на средата на живот в сградите може да се определи като съвкупност от пет основни категории комфорт – топлинен, светлинен, акустичен и психологически комфорт и добро качество на въздуха в затворените помещения. Тези категории са в процес на постоянно взаимодействие, който не приключва със завършването на строителството на сградата, а е динамично адаптиране на множество фактори като дизайн, поведение на ползвателите, начин на експлоатация и управление.

Комфортът на обитаване е определящ в създаването на устойчива жизнена среда. Това е тази среда – материална, естествена или изградена, която предоставя условия за живот, работа или почивка на хората в нея, и зависи от различни условия с различен мащаб – градоустройствен, архитектурен и интериорен. Широко разпространено е схващането, че обхватът на понятието „устойчивост на сградите“ се простира основно върху удовлетворяване на условията за енергоефективност, намаляване на потреблението на енергийни ресурси и използване на възобновяеми източници на енергия. Устойчивото развитие от архитектурна гледна точка се отнася както за въздействието върху околната среда и отговорността, с която се оставя отпечатък върху нея в резултат на човешки дейности, така и за благоприятното въздействие на сградите върху техните обитатели. Архитектурният и интериорният дизайн на сградите имат пряка връзка с физическото и ментално здраве на хората в тях.

Качествената жизнена среда в жилищата например включва редица измерими фактори като конструктивна цялост и ненарушеност, нормативно - архитектурна дефинираност, обособеност на всяка жилищна единица като самостоятелен и независим обект. Комфортът също е неразривно условие за гарантиране на добрия стандарт на жизнената среда. Той е съвкупност от фактори, които осигуряват на хората добро здраве, продуктивност, удовлетвореност и щастие.

В този текст ще се представят основните категории комфорт, значението на психологическия комфорт и ролята на архитектурната неврология в дефинирането на основни връзки между човешкото възприятие и определени характеристики на архитектурните пространства. Ще бъдат посочени принципи, които на базата на опита и времето имат доказано положителен ефект за постигането психологически комфорт у обитателите на сградите.

2. Значение на комфорта на жизнената среда.

Все повече нараства вниманието към създаване на качествена среда на живот, която да благоприятства за комфорта, здравето и благосъстоянието на хората. Това са три понятия, които в известна степен се припокриват – и за трите се изискват условия на средата, които да подобрят добрия стандарт на живот в нея; да е осигурено безопасното пребиваване в средата, т.е. да няма използвани вредни и токсични строителни и интериорни материали; да има необходимото количество светлина – дневна и изкуствена; да има наличие на чист въздух и т.н. За разграничаване на тези понятия ще бъдат използвани следните дефиниции [2]:

- здраве - „условия на вътрешната среда, които насърчават физическата устойчивост на обитателите и ограничават физическите стресови фактори, причиняващи неразположение и болести и намаляващи продължителността на живот“
- комфорт - „цялостната удовлетвореност на обитателите от средата, която се характеризира с топлинен, светлинен и акустичен комфорт и добро качество на въздуха в нея“
- благосъстояние - „условия на вътрешната среда, които осигуряват ментална устойчивост и възстановяване; които предлагат вариативност и контрол и създават положителни стимули, за да подобрят нивата на щастие на обитателите“

Трябва да се има предвид, че постигането на качествена жизнена среда е комбинация от

тези три понятия. За обяснението на зависимостите между тях, може да се използва нагледно пирамида, разделена на три, подобно на пирамидата на потребностите на Маслоу. При този модел условията за поддържане на добро здраве и ниски рискове за развиване на заболявания са базата на пирамидата. Комфортът е второто ниво и обозначава липса на дразнители от средата. Връзката между комфорта и здравето е условна, понеже при продължителни и повтарящи се случаи на нарушен комфорт, като например влошени показателите на въздуха, временни първоначални симптоми като раздразнения на носна лигавица, на очи, кашлица и др. могат да преминат в хронични състояния и заболявания. За да бъде налице благосъстоянието на обитателите на една среда – върха на пирамидата, тя трябва да подпомага тяхната продуктивност, да създава положителни стимули за дейностите, които упражняват, да създава усещания за спокойствие, сигурност и щастие, поради което е абстрактна величина. Благосъстоянието може да се дефинира и като психологически комфорт.

Все повече се налага създаването на здравословна и комфортна среда за живот в сградите и регулирането й по дадени параметри. Доказателство за това са редица стандарти и системи за сертифициране на устойчиви сгради, които въвеждат критерии за качество на строителните работи, за енергоефективност, за цялостното поведение на сградите през целия им експлоатационен период, в т.ч. и осигуряването на адекватни условия за ползване и пребиваване. Пример за такъв стандарт е WELL v.2. [3], разработен от Международен строителен институт WELL. Главният му фокус са „начините, по които сградите и всичко в тях могат да подобрят комфорта, да подтикнат към по-добри решения и генерално да промотират, а не да компрометират здравето и благосъстоянието“ на обитателите си. Основна цел е създаването на здравословна среда, която благоприятства и стимулира комфорта и здравословното състояние на обитателите - физическото, психическото, психосоциално здраве.

Съществуват редица изследвания, които свързват здравето на нервната система с останалите жизнени системи [4], с което се подкрепя твърдението за единство между физиологично и психологическо здраве. Още през миналия век е застъпена хипотезата, че дадени болестни състояния имат социален, психологически и поведенчески характер [5]. Световната здравна организация дефинира здравето като „състояние на пълно физическо, психологическо и социално благосъстояние, а не само отсъствието на заболявания“ [6]. Тоест качествената архитектурна среда не просто трябва да предотвратява и защитава от вредни въздействия, а да помага за поддържането и процъфтяването на цялостното здраве на обитателите.

3. Категории комфорт.

3.1. Топлинен комфорт.

Топлинният комфорт се изразява в индивидуалното удовлетворение от топлинния режим в дадена затворена среда и се оценява чрез субективни фактори - според всеки индивид, пребиваващ в средата като скорост на метаболизма и облекло, и обективни фактори - такива от заобикалящата среда като скорост на въздушния поток, температура по сухия термометър, температура на излъчване, влажност на въздуха, скорост на въздушни потоци и др.

3.2. Акустичен комфорт.

Той се изразява в удовлетвореност от акустичните условия в определена затворена среда. Шумът в сградите бива два основни типа - ударен и въздушен. Акустичен комфорт се постига чрез изолиране на шума от външни дразнители – шумове от градска среда, от съседи, от сградни инсталации и т.н., и чрез постигане на шумово уединение за обитателите на същата тази среда спрямо заобикалящите ги съседни обекти, когато те самите са източник на шум – свирене на музикален инструмент, слушане на музика, провеждане на разговор и т.н.

3.3. Комфортът от качеството на въздуха в помещенията.

Той зависи основно от фактори, намиращи се в самите помещения. Въпреки характерните замърсявания на урбанизираните територии - трафик, индустриални и

антропогенни замърсители, е доказано, че вътрешният въздух е в пъти по-мръсен от външния заради липса на достатъчна вентилация, емисии на вредни вещества от некачествени материали, използвани в строителството и интериора, биологични замърсители като мухъл и плесен, човешки дейности и използване на различни препарати – почистващи, ароматизатори и др.

3.4. Светлинен комфорт.

Той се дефинира чрез удовлетвореност от количеството и типа светлина - естествена или изкуствена, за извършване на различни активности в определена среда. Основните фактори, от които зависи светлинният комфорт в жизнената среда, са достатъчно навлизане на естествена светлина в помещенията, достатъчна осветеност на работните повърхности, намаляне на отблясъците от различните източници на светлина, правилно подбиране на изкуствени светлоизточници – тип (насочено или амбиентно), позиции, спектър светлина, съобразен с различните функции.

Психологическият комфорт стъпва върху всички други категории комфорт, но връзката му със светлинния е изключително тясна. Например, важен аспект на светлинния комфорт и по-конкретно наличието на източници на естествена светлина е поддържането на правилен циркаден ритъм на организма. Нарушаването му води до разтройства на настроенията, депресия, тревожност и др. От гледна точка на изкуствените източници на осветление фактор, който нарушава психологическия комфорт, е неправилният подбор на спектър и сила на светлината, като например силна светлина в студен спектър в зона за релакс и почивка, което създава усещане за напрегнатост и тревожност.

3.5. Психологически комфорт.

В контекста на интериорните пространства психологическият комфорт се изразява в изграждането на такава среда, която насърчава и оптимизира когнитивното и емоционално здраве на обитателите й и допринася за тяхното благосъстояние. В сравнение с останалите категории за комфорт на жизнената среда тази за психологически комфорт няма ясно определени рамки, нормативи и параметри, по които да се проследи и дефинира. До голяма степен за постигането й е необходимо на лице да бъдат останалите категории комфорт, като те са в постоянна взаимовръзка помежду си. Успешните практики за постигането на психологически комфорт са установени на базата на емпиричния опит и на различни изследвания в областта на неврологията и невроестетиката.

4. Психологическият комфорт като основен фактор за формиране на жизнената среда.

4.1. Сетивното възприятие на средата.

Поведението и възприятието на заобикалящата ни среда, в т.ч. и жизнената, се определят от функционирането на мозъка [7]. Регистрирането на стимули и дразнители от околната среда, обработването им от мозъка и произведената от него реакция определят до голяма степен и психологическия комфорт. Спрямо дадена среда той зависи от взаимовръзките между факторите на средата и реакциите, които те предизвикват у обитателя. Възприемането на средата от всеки човек индивидуално става на база на различни сигнали, които тя предизвиква върху сетивната му система. Сетивната система е система от органи, част от нервната система, която обработва информация, получена от сетивата. За възприемане на материалната среда и конкретно на интериорната, основните сетива са зрение, слух и обоняние, с които съответно се постига визуална ориентация в средата и адаптиране към светлинния режим в нея, регистриране на шумовете или липсата им и отчитане на наличието на миризми, което от своя страна е индикатор за качеството на въздуха в дадено помещение. Основните системи за пространствено възприемане на средата са вестибуларна и сомато-сетивна, с които се постига цялостния баланс и позициониране на тялото в дадено помещение, равновесие и пространствена ориентация. Възприетите стимули от заобикалящата среда се трансформират

в нервни сигнали, които чрез невронната мрежа достигат до съответния център на мозъка, където се обработват и интерпретират. Функциите на различните мозъчни центрове и системи са свързани с мотивацията, пространствената памет, емоциите, способността за адаптация, концентрацията, поведението и възприятието.

4.2. Невроестетика.

Невроестетиката е област на изследване, развита в началото на XXI-и век от специалиста по невронауки Семир Зеки, и изучаваща ролята на мозъка при възприемането на красотата и изкуството. Невроестетиката стъпва на принципите на когнитивната невронаука и неврофизиологията, използвайки технологии като електроенцефалограма (ЕЕГ), функционален ядрено-магнитен резонас (фЯМР) и др . Тя изследва мозъчните механизми, отговорни за възприятие, емоция и креативност, за да обясни процесите, свързани с естетични преживявания. Като утилитарно изкуство, архитектурата със своите естетическите качества оказва въздействие върху настроението, поведението, възприятието и менталното здраве на хората [8]. Още повече, че изживяването на „красотата“ под каквато и да е форма – музика, изкуство, архитектура, в действителност активира освобождаването на хормони като допамин, серотнин и окситоцин, които отнемат от нивата на кортизол, депресия и стрес [9]. Целта на интердисциплинарния подход, при който се търси взаимовръзка между неврология, невроестетика и архитектура, е да се мотивира целенасоченото търсене на пространства, стимулиращи благосъстоянието на хората.

4.3. Невроархитектура.

Невроархитектурата цели да направи паралел между биологичните процеси в мозъка и човешкото поведение и преживявания в архитектурната среда. Тя свързва дейностите и възприятията на няколко основни системи и центрове на мозъка и техните въздействия върху психологическия комфорт.

- Лимбичната система обуславя емоционалните реакции към заобикалящата среда и се свързва с усещанията за безопасност, спокойствие, памет, чувство за познатост, комфорт, релаксация.
- Префронталният кортекс се свързва с когнитивните възприятия и усещане за подреденост и цялостност в дадено пространство. Визуално подредени пространства спомагат за по-бързото и лесното им опознаване, ориентиране и оценка от хората.
- Допаминергичната система се свързва с неврохимични реакции, при които се отделя допамин, а в резултат се стимулират положителни емоции и чувство за комфорт, както и когнитивни процеси като памет и концентрация.

4.4. Модел на естетическата триада.

Определянето на рамка, според която да се оцени психологическият ефект на дадена архитектурна среда върху нейните обитатели, е обект на множество изследвания през последното десетилетие. Пребиваването на човек в дадена среда и взаимодействието му с нея, е сложен процес между три основни нервни функции, т.нар. Модел на триадата на естетиката, разработен за областта на невроестетиката [8]. Тези функции са сензорно-двигателна, емоционално-оценъчна и смислово-познавателна.

4.4.1. Сензорно-двигателна система.

Тя е свързана с възприемането на дадена среда – нейните стимули, дразнители и дадености като цяло (сензорни дразнители), и възпроизвеждането на адекватни физически реакции от страна на намиращия се в нея (моторни реакции – ориентиране, преместване, движение). Механизмите, по които се набавя информация за средата, са визуални и невизуални. Визуалните освен базова представа за цвят и светлина включват и усещане за организацията на даден обект, пространствено усещане, визуална комплексност и връзка с природата, които ще бъдат разгледани в следващата точка на този труд.

4.4.2. Емоционално-оценъчна система.

Тя е зависима от проектирането на индивида и индивидуалните му характеристики върху средата. Тези харакеристики са социална и културна принадлежност, личностни и емоционални особености и др. Тази система е личната ни емоционална оценка и значимост, които отдаваме на средата. Усещанията, които се определят от тази система, са уют и принадлежност, спокойствие, балансирана стимулация, радост, жизненост и емоционална валентност – опрелянето на дадена среда като предимно положителна или отрицателна.

Интериорните характеристики на средата, които стимулират емоционално-оценъчната система и придават цялостна положителна валентност, са зависими както от ползвателите на средата, така и от нейното предназначение. Например, за постигане на усещане за радост и жизненост се използват ярки цветове за акцент, засилено осветление и динамика в композицията на средата и нейните елементи (детски градини, игрални площадки, фитнес зали). За усещане за спокойствие и уют се използват естествени материали, омекотяващи елементи като текстили и килими, амбиентно осветление с топъл спектър на светлината (жилищни помещения).

4.4.3. Смислово-познавателна система.

Тази система е свързана с когнитивната способност, която се отнася за формирането на различни причино-следствени и асоциативни връзки, памет, осъзнаването на значения на понятия и концепции, очаквания, поставяне на оценки на предмети и явления спрямо контекст. Контекстът например оказва влияние при поставяне на оценка на творби на изкуството, когато на участниците в изследането се дава информация за произхода на всяка творба – галериен експонат или компютърно генерирано изображение [10].

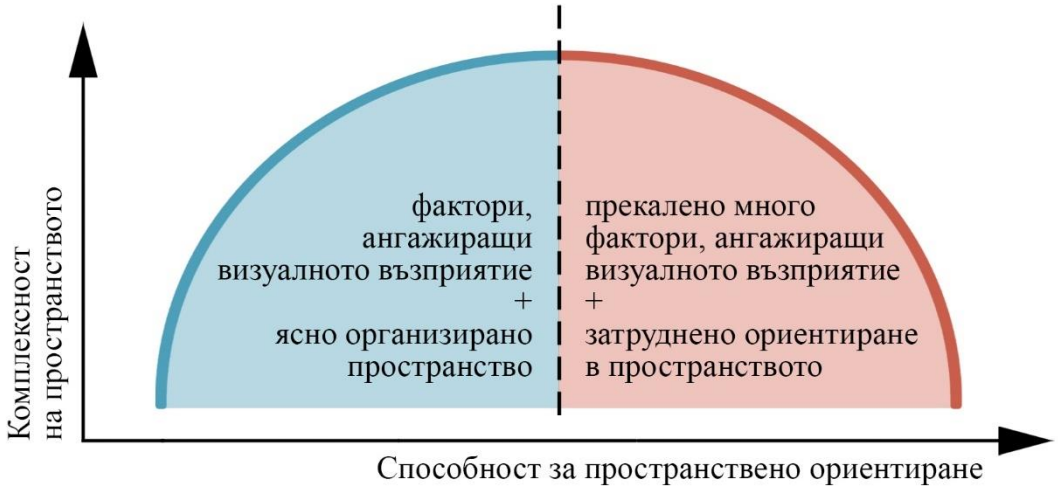
5. Основни концепции за среда, благоприятстваща психологическия комфорт.

5.1. Организация и структура на пространството.

Преминаването и пребиваването в дадено помещение е пряко свързано с неговото функционално планиране, разпределение и ходови линии. Ориентирането в пространстовто е правопропорционално на логиката в структурирането между отделните му подзони, особено когато става въпрос за сграда от по-голям мащаб. Това се отнася за логическата свързаност на зоните, тяхната последователност и видимост помежду им. Пространства с ясен план, с добри функционални схеми, с логично и интуитивно зониране, при които сетивната информация се набавя лесно и бързо, са предпоставка за добро сензорно-двигателно взаимодействие със средата. Тук се включва и терминът wayfinding (намиране на пътя), дефиниращ улесненото ориентиране, с което значително се намалява стресът от попадане в нова или малко позната среда. При проучване на лечебни заведения е установено, че при отделения с болнично лечение, в които стаите на медицинските сестри са разпределени така, че повече стаи за пациенти имат визуална връзка с тях, пациентите са по-спокойни и изпитват по-малко стрес. Още повече, стратегическото разположение на медицински стаи спрямо вертикалната комуникация на сградата улеснява посещението от външни лица [11]. Освен логическото функционално зониране и обозрими връзки между взаимно свързаните функционални единици, други принципи, които улесняват wayfinding-а, са поставяне на знаци, табели и други елементи на обзавеждането, които имат указателна функция; вариране в дизайна, без нарушаване на целостта му; утилизиране на цветовете за обозначаване на дадена функция; осигуряване на достъпност.

Комплексността на средата се отнася за обема информация в дадено пространство, в което има визуален ред и в същото време достатъчно на брой стимули, организирани така, че да не доведат до затруденото им възприемане *Фиг.1*. Среда, която е пренаситена със стимули, може да доведе до объркване и усещане за хаос, а обратното – среда, в която няма стимули, може да се възприеме като неангажираща и скучна. В пространство, което има за цел да ангажира и заинтригува посетителя, се цели да се създаде усещане на очакване, за да насърчи

изследоватлските му черти [12]. Залагат се принципи за задържане на вниманието и провокиране на любопитство, без да се дискредитират организацията и структурираността на пространството. Такива принципи могат да бъдат извити коридори, които постепенно и последователно откриват последващи пространства. Друг похват е използането на различни нива на осветеност, при което по-светлите пространства привличат вниманието и акцентират на дадено смислово съдържание.



Фиг. 1. Зависимостта между степента на комплексност и способността за постранствено ориентиране

5.2. Визуално преживяване.

Визуалното преживяване зависи от визуални стимули и характеристики като геометрия в план и височина на помещенията, осветеност, цвят, материали, наличие на прозорци, групираност на елементи, композиции и геометрии. При него също важат принципите за визуална комплексност и пространствено оринтиране. Способи, които подпомагат визуалното преживяване, са зониране и йерархиране на помещеията, мащабиране, акцентиране на важни за потребителското преживяване елементи като входове, изходи и подходи, наличие на оптимално количество визуални стимули. Съществуват редица изследвания за класифициране на пространствата според формата и разреза им в план, като е установено, че тези с по - голяма височина, криволинеен контур в план и отвореност към околната среда, предразполагат към по-голям психологическо комфорт [13], [14] [15].

Разнообразието и балансът на материалната среда се определят от подбора на цветовата гама и материалите, наличието на различни текстури, спектъра на светлината, степен на осветеност и контраст. За дървото като материал, използван в интериора, е установено емпирично, че има благоприятен ефект върху възприемането на средата, като й придава усещане за „топлина“ и ..спокоствие“ [16]. Освен това интегрирането му в обзавеждането – в мебели или други интериорни елементи, създава препратки за свързаност с природата.

Друг аспект на визуалното преживяване е създаването на патерни в различни мащаби на сградата, като това допринася за известна очакваност и структуриране на обема информация. [8]. Такъв пример е фракталната геометрия, при която повтарящи се елементи образуват цялост, която прилича на всеки съставен елемент. Този принцип се среща в геометрията на дървета, светкавици, облаци и др. [17]. Визуална информация, съдържаща такъв тип принцип, се смята, че има естетическа стойност, и че намалява стреса и възстановява вниманеито и концентрацията между решаване на логически и креативни задачи [18].

5.3. Свързаност с природата.

Връзката с природата се корени още на еволюционно ниво, преди възникването на архитектурна материална среда. В течение на хиляди години природата е предоставяла убежища, подслон и храна. До известна степен нашата сигурност и благосъстояние все още

зависят от нея и влиянието, което оказва върху човешката цивилизация и материалната среда. От гледна точка на психологическия комфорт природната среда има положително влияние върху хората. Пребиваването и наблюдението или наличието на елементи в интериора, изобразяващи природни обекти, подобряват концентрацията и намаляват стреса. Теорията на Каплан за възстановяване на вниманието твърди, че при изпълнение на задачи, които продължително ангажират мозъка, капацитетът за насочено внимание и фокусът на мозъчната функция падат. Според тази теория взаимодействието с природна среда – пряко чрез присъствие или непряко чрез наблюдение, помага за възстановяването на този капацитет [19]. Друга теория доказва, че наблюдението на природна среда намалява и възстановява от стрес, като се отразява благоприятно не само на положителното емоционално състояние на хората, но и на физиологически показатели като сърдечна дейност и мускулно напрежение [20].

В този контекст е препоръчително обвързването на сградите с природната среда, както и осигуряване на визуален достъп към природни елементи – дървета, небе. Когато проектирането позволява, пряката връзка сграда – природа може да бъде установена с наличие на озеленени пространства около или в самите сгради; с наличие на елементи в интериора, взети буквално от природата – растителност, вода – фонтани, водни огледала и др.; с остъкляване, осигуряващо визуални коридори към планини, дървета, зелени площи. Непряката връзка с природната среда може да бъде постигната чрез имитиране и абстрактно преосмисляне на природни елементи и чрез принципи на формообразуване, вдъхновени от нея. Интерпретации на природни форми са познати от творчеството на А. Гауди и най-вече при неговата Саграда Фамилия, която е инспирирана от морфологията на природата в целия си мащаб - от общото си формообразуване до детайлите на обзавеждането. Универсални подходи за осъществяване на свързаност с природата могат да бъдат поставяне на изображения на дървета и природни гледки, имплементиране на геометрии, вдъхновени от природни обекти, меко осветление и извити форми в интериора, залагане на финиши и обзавеждане от естествени материали.

5.4. Осъзнато въздействие върху средата.

Повечето механизми, с които се определя въздействието на средата върху психологическия ни комфорт, са имплицитни. Още повече, че от гледната точка на ползвателя на сградите, техните параметри са предварително заложени и непромеими – пространствено и функционално решение, големина и форма на помещения, височина, остъкляване и т.н. Ползвателят няма роля в първоначално заложените характеристики на сградата, но може да участва активно в решенията при нейното експлоатиране от гледна точка на създаване на индивидуален комфорт спрямо индивидуални предпочитания. Това например може да бъде постигнато чрез локален контрол върху инсталациите, осигуряващи топлинен комфорт – отваряеми прозорци, локално контролиране на температурата. Установено е, че осъзнатият контрол, който човек оказва върху средата, увеличава толеранса му към параметрите на същата тази среда [21]. Принципът за контрол и индивидуални предпочитания важи и за елементите на обзавеждането, свързани с ергономия – бюра и столове с регулируема височина, мултифункционални мебели, които се променят според настоящите необходимостите на ползвателя.

6. Заключение.

Психологическият комфорт на архитектурните пространства е от изключителна важност за постигането на здравословна среда на живот. Множеството изследвания и проучвания, направени в областта на невроархитектурата, доказват връзката между сградите и когнитивното и емоционалното здраве на хората в тях. Освен това извеждат принципи на проектиране, с които да се създададе среда, която да благоприятства за концентрацията и спокойствието, да намали стресовите фактори и да повиши благосъстоянието на обитателите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M. Mannan and S. G. Al-Ghamdi, “Indoor air quality in buildings: A comprehensive review on the factors influencing air pollution in residential and commercial structure,” Int. J. Environ. Res. Public Health, vol. 18, no. 6, p. 3276, 2021.

[2] L. Rohde, T. S. Larsen, R. L. Jensen, and O. K. Larsen, “Framing holistic indoor environment: Definitions of comfort, health and well-being,” Indoor Built Environ., vol. 29, no. 8, pp. 1118–1136, 2020.

[3] International WELL Building Institute, “WELL Building Standard v2”, New York, NY, USA: IWBI, 2020. [Online]. Available: https://www.wellcertified.com/.

[4] S. K. Mohanta et al., "The Impact of the Nervous System on Arteries and the Heart: The Neuroimmune Cardiovascular Circuit Hypothesis," Cells, vol. 12, no. 20, p. 2485, Oct. 2023, doi: 10.3390/cells12202485

[5] G. L. Engel, “The need for a new medical model: a challenge for biomedicine,” Science, vol. 196, no. 4286, pp. 129–136, 1977.

[6] World Health Organization, "Constitution of the World Health Organization," 2006. [Online]. Available: https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf.

[7] I. G. Dimitrov, "Prilozhna nevrofiziologia na choveka – biofeedback i EEG-feedback," Nov. 2022. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/365375121_Prilozna_nevrofiziologia_na_coveka_-_biofijdbek_i_EEG-fijdbek.

[8] A. Coburn, O. Vartanian, and A. Chatterjee, “Buildings, beauty, and the brain: A neuroscience of architectural experience,” J. Cogn. Neurosci., vol. 29, no. 9, pp. 1521–1531, 2017.

[9] E. Grossi, “Beauty and health: an intriguing liaison?,” Clin. Exp. Rheumatol., vol. 42, no. 5, pp. 1091–1096, 2024.

[10] U. Kirk, M. Skov, O. Hulme, M. S. Christensen, and S. Zeki, “Modulation of aesthetic value by semantic context: an fMRI study,” Neuroimage, vol. 44, no. 3, pp. 1125–1132, 2009.

[11] A. Assem and M. Safwat, “Computational design approach for applying neuro-architecture principles in healthcare facilities,” Architecture and Planning Journal (APJ), vol. 28, no. 3, 2023.

[12] J. Joye, "Architectural Lessons From Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture," Review of General Psychology, vol. 11, no. 4, pp. 305–328, Dec. 2007. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228670992_Architectural_Lessons_From_Environmental_Psychology_The_Case_of_Biophilic_Architecture.

[13] A. Shemesh, R. Talmon, O. Karp, I. Amir, M. Bar, and Y. J. Grobman, "Affective response to architecture – investigating human reaction to spaces with different geometry," Architectural Science Review, vol. 60, no. 2, pp. 118–130, Nov. 2016. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/311806979_Affective_response_to_architecture_-_investigating_human_reaction_to_spaces_with_different_geometry.

[14] A. A. Elghor, Z. Shafik, A. A.-M. Ali, and M.-A. Elhusseiny, “Building for the mind a neuro-architectural approach of spatial experience for sustainable mental health and wellbeing,” Renew. Energy Sustain. Dev., vol. 10, no. 2, p. 161, 2024.

[15] O. Vartanian et al., “Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions,” J. Environ. Psychol., vol. 41, pp. 10–18, 2015.

[16] J. Rice, R. A. Kozak, M. J. Meitner, and D. H. Cohen, "Appearance wood products and psychological well-being," Wood and Fiber Science, vol. 38, no. 4, pp. 644–659, Jan. 2007. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/241779924_Appearance_wood_products_and_psychological_well-being.

[17] Y. Joye, "Architectural lessons from environmental psychology: The case of biophilic architecture," Review of General Psychology, vol. 11, no. 4, pp. 305–328, Dec. 2007. [Online]. Available: https://journals.sagepub.com/doi/10.1037/1089-2680.11.4.305.

[18] R. P. Taylor, B. Spehar, J. A. Wise, C. W. G. Clifford, B. R. Newell, and T. P. Martin, "Perceptual and physiological responses to the visual complexity of fractal patterns," Nonlinear Dynamics, Psychology and Life Sciences, vol. 9, no. 1, pp. 89–114, Feb. 2005. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/8102049_Perceptual_and_physiological_responses_to_the_visual_complexity_of_fractal_patterns.

[19] S. Kaplan, "The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework," Journal of Environmental Psychology, vol. 15, no. 3, pp. 169–182, Sep. 1995. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0272494495900012.

[20] R. S. Ulrich, R. F. Simons, B. D. Losito, E. Fiorito, M. A. Miles, and M. Zelson, "Stress recovery during exposure to natural and urban environments," Journal of Environmental Psychology, vol. 11, no. 3, pp. 201–230, Sep. 1991. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494405801847.

[21] J. F. Nicol and M. A. Humphreys, "Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings," *Energy and Buildings*, vol. 34, no. 6, pp. 563–572, Jun. 2002. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778802000063.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

БИОФИЛЕН ДИЗАЙН В СЪВРЕМЕННИТЕ ИНТЕРИОРНИ ПРОСТРАНСТВА НА ЛЕТИЩНИТЕ ТЕРМИНАЛИ

Лора Панайотова[1]

РЕЗЮМЕ:

Летищните терминали отразяват прогреса на технологиите, отличителната идентичност на всяка държава и съвременните тенденции при изграждане на интериорни пространства. Разработката има за цел да изследва влиянието на биофилния дизайн върху възприятията на пътниците. Разглеждат се основните похвати за третиране на интериорната среда, характерни за биофилния дизайн, а именно: естествена светлина, озеленяване, водни елементи и природни материали. Изследва се не само естетичната стойност на природата като част от съвременния интериорен облик, но и като инструмент за създаване на специфична атмосфера. Посредством анализ на глобални течения, проучването утвърждава положителното влияние на тези иновативни решения върху пътническото преживяване и комфорт в интериорната среда. В резултат са оформени стратегически предложения за имплементиране на тези подходи с цел повишаване удовлетвореността на пътниците.

Ключови думи: съвременни тенденции, летищни терминали, биофилен дизайн, пътническо преживяване, естествени материали, комфорт

BIOPHILIC DESIGN AS PART OF THE CONTEMPORARY INTERIOR OF AIRPORT TERMINALS

Lora Panayotova[1]

ABSTRACT:

Airport terminal buildings are a reflection of modern technology, as well as representation of the distinctive identity of each country and contemporary interior design trends. This paper aims to examine the impact biophilic design has on passenger perception. The research is focused on the implementation of main design principles related to biophilia, namely: natural light and materials, green vegetation, water features. Biophilic design is proven to be not only an aesthetic part of contemporary interiors, but a useful tool for creating fascinating atmospheres. A research on global tendencies is conducted to support the affirmation that biophilic design has a positive impact on passenger experience and comfort. The paper suggests strategic ways to implement these design principles in airport terminals, in order to reduce stress levels in passengers and improve their overall well-being.

Keywords: contemporary interiors, airport terminals, biophilic design, passenger experience, natural materials, comfort

[1] Лора Панайотова, докторант, УАСГ, lora.g.panayotova@gmail.com
Lora Panayotova, PhD student, UASG, lora.g.panayotova@gmail.com

1. Увод.

Възходът на въздушното движение през XX и XXIв. превръща пътническия терминал в най-важната сграда в летищния комплекс от стратегическа гледна точка. Летищните терминали притежават емблематична стойност, създават първото и последното впечатление за дадено населено място и се характеризират със сложна многофункционална структура. Съчетават в себе си големи преливащи се пространства за социална интеракция, множество търговски представителства (магазини, офиси на авиолинии, хотелски вериги и др.) и технологични пространства. Към сложната им структура се прибавят изисквания за функционалност, оперативна ефикасност, комфорт на средата, благоприятно пътническо преживяване и устойчивост.

Съвременните летищни терминали отразяват прогреса на технологиите, отличителната идентичност на всяка държава и тенденциите при изграждане на интериорни пространства. В последните години се наблюдава фокусиране на авиационната индустрия върху важни въпроси като: устойчивост, приобщаване на сградите и благосъстояние на пътниците. Тази ясна посока поставя още по-високи изисквания за проектирането, от достатъчните до този момент – функционалност и естетика. Пътническото преживяване се превръща в ключов фактор за атрактивност и успешно развитие на летищния терминал.

В следствие на актуалните екологични въпроси, тенденциите в интериорното проектиране насочват към устойчивост и възстановяване връзката между човек и природа. Биофилният дизайн се основава на тази идеология и се стреми към успешно имплементиране на естествени материали, слънчева светлина, растителност и водни елементи в интериорното пространство.

Разработката има за цел да изследва влиянието на биофилния дизайн върху възприятията на пътниците и способността му да създава специфична атмосфера. Посредством анализ на съществуваща научна литература и изведени добри практики, проучването утвърждава положителното влияние на тези иновативни решения върху пътническото преживяване и комфорт в интериорната среда. В резултат са оформени стратегически предложения за имплементиране на тези подходи с цел повишаване удовлетвореността на пътниците.

2. Биофилен дизайн. Интегриране на природата в интериорната среда.

Стивън Келърт определя биофилния дизайн като „липсващото звено в устойчивото проектиране“. Терминът произлиза от двата корена на думата, преведени от гръцки, а именно „био“ – живот и „филия“ – привързаност. Съвременното тълкуване на биофилията се свежда до концепцията за вродената човешка потребност от контакт с природата, дори и в интериорните пространства. Интуитивното убеждение, че интегрирането на природни елементи в интериорната среда влияе положително върху човешкото здраве и комфорт е доказано многократно. Изведени са резултати от актуални изследвания върху възстановяването на пациенти в медицински центрове, развитие дейноста на мозъка при деца в детски градини, както и върху способността за концентрация при офисни служители.

2.1. Основни подходи за третиране на интериорната среда.

Приложението на биофилен дизайн в интериорните пространства се класифицира в три основни подхода:

- **Пряк контакт с природната среда:** отнася се до третиране на пространството чрез натурални елементи, като естествена дневна светлина, живи растения, водни елементи и други.
- **Косвен контакт с природната среда:** характеризира се с имплементиране на естествени материали, органични форми и мотиви, вдъхновени от природата цветови палитри и текстури.
- **Влияние чрез пространствено оформление:** представя естествения свят чрез изображения, картини, структури, интерактивни стени и видеа.

3. Създаване на специфична атмосфера чрез биофилен дизайн.

Разработката се фокусира върху основните похвати за имплементиране на биофилен дизайн в съвременните летищни терминали, а именно чрез характеристиките на околната среда. Разглежда се не само естетичната стойност на природата като част от съвременния интериорен облик, но и като инструмент за създаване на специфична атмосфера.

3.1. Естествена светлина:

Основен фактор за благоприятно възприятие на интериорната среда е естествената светлина. Приложението й в архитектурното проектиране подобрява енергийната ефективност и вътрешната атмосфера. Дневната светлина благоприятства циркадния ритъм, подобрява цялостното настроение и намалява симптомите на безпокойство. Съвременни подходи за приложение са: остъклени покриви, smart системи и стъклопакети, както и огледални системи, които отвеждат светлината във вътрешните пространства.

3.2. Растения и озеленяване:

Използването на растения в интериорното пространство има не само естетическа функция, но и доказано подобрява усещането за комфорт и удовлетворение в изградената среда. Естествената зеленина подобрява качеството на въздуха, насочва вниманието и създава успокояваща атмосфера, която е ефективно решение за намаляване стреса на пътниците и подобряване тяхното преживяване.

Приложение в интериора: вертикални градини, вътрешни паркове, декоративни или преградни елементи с растения в зоните за изчакване.

3.3. Водни елементи:

Водните елементи могат да бъдат основен притегателен елемент в концепцията за интериорно проектиране на съвременните летищните терминали. Ефективното използване на водата като елемент в дизайна е технически сложно за изпълнение, но представлява сигурен подход за създаване силно впечатление в хората. Възприятието на водните елементи създава хармонична и успокояваща среда за пътниците. В интериорното пространство могат да се използват изкуствени водопади, декоративни водни стени и елементи, статични водни площи и отражения.

3.4. Естествени материали:

Човешкото предпочитане на естествените материали пред изкуствените (дори близки на външен вид копия) се случва на подсъзнателно ниво. Използването на естествени материали като дърво, камък и естествени влакна съвпада с направление на устойчивото проектиране и намалява екологичния отпечатък. В интериорното пространство употребата им създава сетивна връзка с природата, успокояваща атмосфера, както и усещане за топлина и уют.

4. Влияние на биофилния дизайн върху възприятията на пътниците.

Доходността и успеха на инвестицията в авиационния сектор се измерва с показателя ROI (Returt of investment), отговарящ на времето необходимо за възвръщане първоначалната инвестиция. Съвременното развитие на летищните терминали изисква включването на нов показател за оценка преживяването на пътниците – PEI (Passenger Experience Index). Индексът поставя пътниците и тяхното цялостно преживяване в центъра и определя успешното развитие на летищните терминали.

Концепцията за биофилен дизайн в интериорните пространства създава цялостна атмосфера и подпомага значително тяхното по-благоприятно възприемане. Това твърдение я прави актуална за приложение в летищните терминали, които се характеризират със стерилност, високи нива на шум, стрес и липсваща връзка с природата. В последното десетилетие са проведени редица изследвания за въздействието на биофилния дизайн върху психологичното и физиологичното състояние на обитателите.

Годишния доклад на летище Мюнхен през 2019г. се фокусира върху успешно и устойчиво развитие и доказва положителното влияние на биофилията. Проучването установява намалена с 30% тревожност на пътниците в зоните за изчакване с внесени природни елементи – вертикални градини и естествена светлина. Подобни резултати са изведени и в годишния доклад на летище Чанги в Сингапур.

През 2018г. е проведено изследване на Passenger Experience Association върху лесната ориентация на пътниците в летищните терминали. Изведена е статистика за подобряване ориентацията с 40% при използване на похвати като: зелени стени и водни елементи за ключови елементи в пространството, естествени материали за зониране и разграничаване на пространствата.

5. Глобални течения и добри практики.

Посредством анализ на глобални течения, проучването утвърждава положителното влияние при имплементиране на биофилен дизайн в интериорната среда върху пътническото преживяване и комфорт. Разработката разглежда три водещи летища, реализирани през последните двадесет години с фокус върху устойчивост, оперативна ефикасност и пътническо преживяване. Подбраните добри примери са отличителни, притежават силно изявени черти на културна идентичност и са проектирани от водещи архитектурни студия.

5.1. Летище Мадрид-Барахас, Испания, Терминали 4 и 4С (2005).

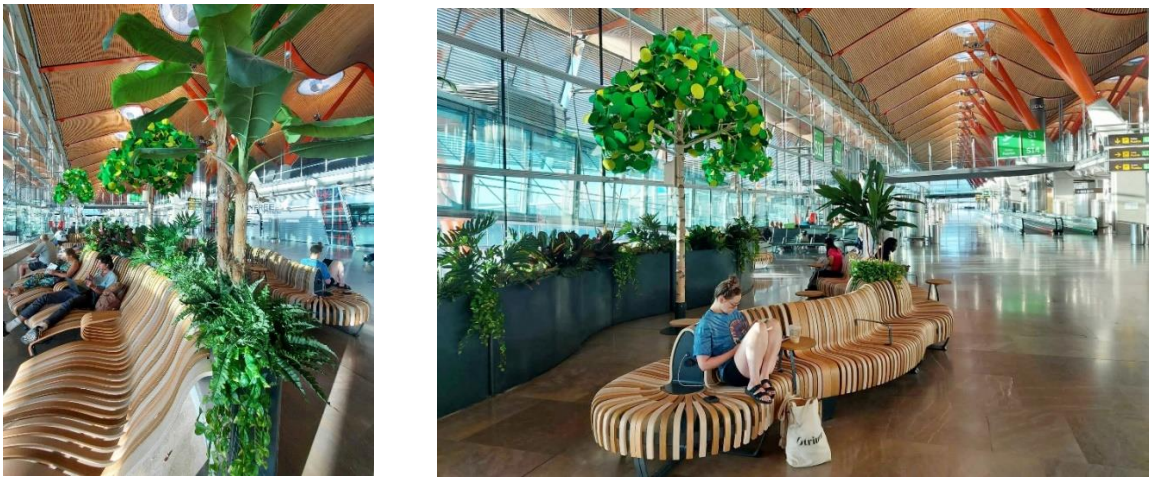
Четвъртият терминал на летище Мадрид-Барахас е проектиран от студията Estudio Lamela и Rogers Stirk Harbor+Partners. Разположен в близост до останалите терминали на летището, проектът е завършен през 2005г. с обща площ от 1 100 000 кв.м. Сградата на Терминал 4 е основна за многофункционалната композиция, състояща се също от голям паркинг и сателитен терминал за полети извън Шенген. Летището е едно от най-големите на територията на Европа и печели редица награди, сред които RIBA Stirling Prize за най-значима сграда на 2006г. Според световната класацията за най-добрите летища в света Skytrax, Мадрид-Барахас е на 15-то място за 2024г.

Фиг. 1. Madrid-Barajas Airport Terminal 4 /Archdaily [1]

Архитектурният проект е изготвен с фокус върху въпроса за хуманизиране на интериорните пространства в летищните терминали. Използвани са похвати, които са ориентирани към човешкия мащаб, а именно: намаляване чувството за анонимност и липса на принадлежност у пътниците. Силуета на сградата напомня разперени криле на птица в полет. *(фиг.1)* Покривната конструкция, отличителен белег за архитектурата на летищния терминал, е реализирана с бамбукова обшивка и създава усещане за лекота и изящество. Внасянето на естествени материали в проекта, както и употребата на плавни линии в конструкцията,

допринасят за по-високата устойчивост и атрактивност на сградата. Ярките цветове на носещата конструкция представляват маркери за разделение между функциите и служат за по-лесно ориентиране на пътниците в летищния терминал. Друг характерен елемент за архитектурната обвивка на терминала представляват големите отвори в покривната конструкция, които увеличават притока на естествена светлина в интериорното пространство на всички етажни нива. *(фиг.1.)* Така наречените от архитектите „каньони“ повишават естетична стойност и внасят пейзажа във вътрешното пространство. Разгледани отвъд естетическата им стойност, те представляват система за естествена вентилация, която подобрява енергоефективността на сградата и подпомага намаляване разходите за поддръжка.

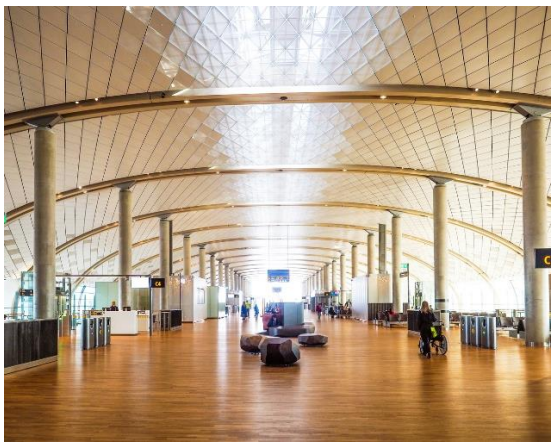
През 2022г. с цел повишаване оценката на пътническото преживяване (PEI), се създава нова зона за отдих, проектирана по устойчив метод и успешно интегрирана във вече съществуващата интериорна среда. Цялостната атмосфера е създадена от проектантите на Green Furniture Concept и включва засаждането на 99 броя дръвчета от характерни за района средиземноморски видове. В зоната са включени ергономични мебели за сядане от слоеста дървесина, кашпи с растения, декоративни осветителни тела и вградени в мебелите технологични решения. *(фиг.2)* Положителното влияние на тази намеса в интериора се изразява в повишена удовлетвореност на пътниците с 20% и е изведено в годишния доклад на Aena Sustainability Report за 2023г.



Фиг. 2. Adolfo Suárez Madrid-Barajas Airport / Green Furniture Concept [2]

5.2. Летище Осло-Гардермоен, Норвегия, Разширение (2017).

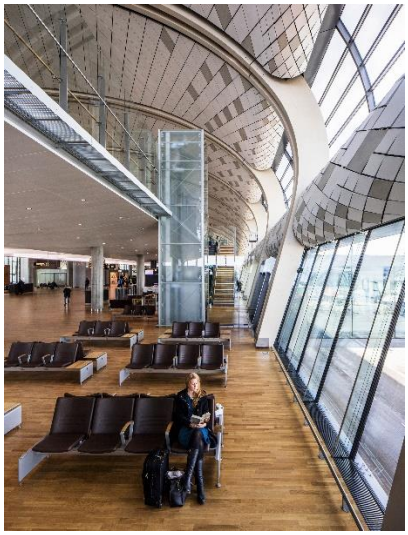
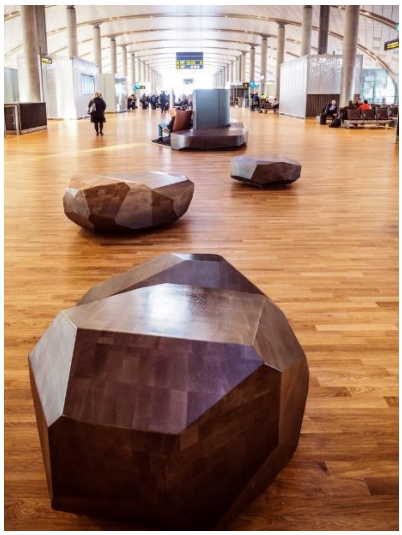
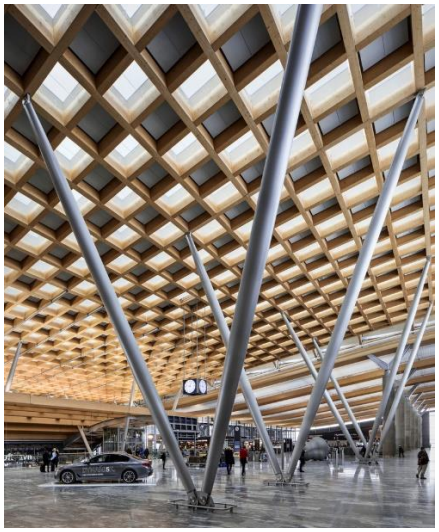
Проектът за разширение на летището в Осло е изпълнен през 2017г. с цел увеличаване на годишния капацитет от пътници до 35 милиона. Архитекти на мащабния проект, са Nordic Office of Architecture, които имат поставена основна цел - постигане на изключително висок стандарт за устойчивост и намаляване въглеродния отпечатък. С разгъната площ от 115 000кв.м., разширението на летищния терминал е широко разпространено като най-екологичния терминал в света и е оценено с отличие по системата BREEAM (Sustainable Building Certification).



Фиг. 3. Oslo Airport Expansion / Nordic Office of Architecture / Archdaily [3]

За постигане максимално ниво на устойчивост е приложен иновативен подход за събиране снега от пистите през зимата с цел съхранение на водата и използването й за охлаждане през летните месеци. Разширението е замислено като естествено продължение на вече съществуващата сграда на терминала. Заоблената архитектурна обвивка е проектирана по този начин, за да предоставя максимално количество дневна светлина. Остъкляването служи за естествена връзка с околната среда и се справя успешно с недостатъчното количество дневна светлина през зимните месеци и обилното слънцегреене през летните, характерно за скандинавските държави. *(фиг.3)*

Интериорната среда е богата на елементи характерни за биофилния дизайн и внася усещане за спокойствие в пътниците. Връзката човек-природа е силно подчертана посредством употребата на жива растителност (дървета в зоната за хранене, зелени стени) и водни елементи (водни стени, малки водопади). Интериорното пространство е оформено с естествени материали, остъкляване и видима дървена конструкция, които допринасят за културната идентичност и хармоничното усещане на летището като „портал“ за Норвегия. *(фиг.4)* Зоната с безмитни магазини е вдъхновена от норвежките пейзажи и напомня големи речни камъни, които в този случай направляват потоците от пътници и служат за функционално зониране. С цел подобряване ориентацията е приложен подходът „less is more” с ясни и отчетливи форми, отсъствие на излишни табели, знаци и декорация. Създадена е специфична, привлекателна атмосфера, която редуцира нивата на шум и стрес и подобрява цялостното психологическо състояние на пътниците.

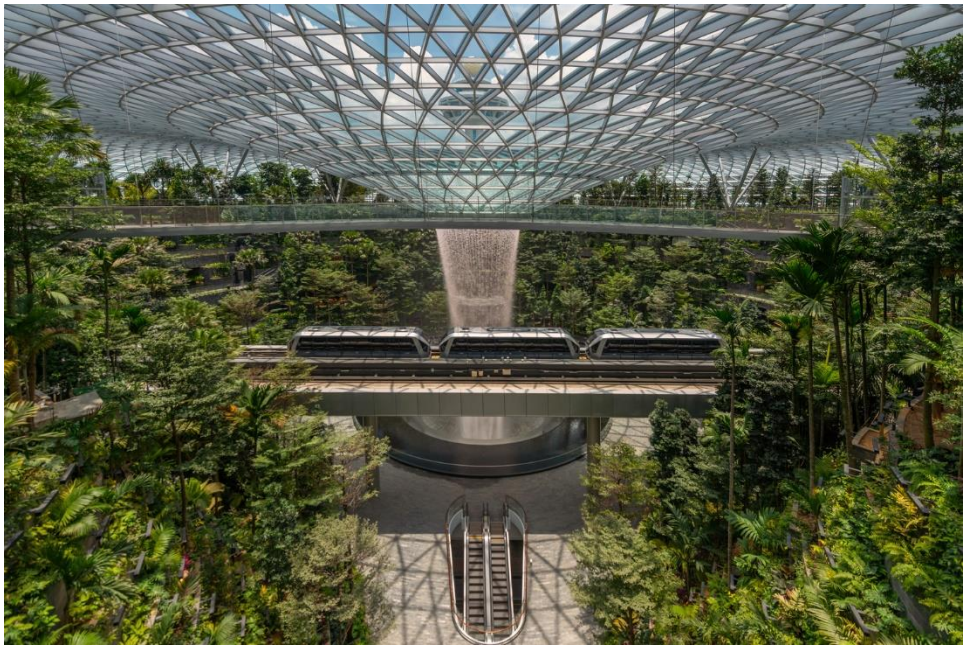
Фиг. 4. Oslo Airport Expansion / Nordic Office of Architecture / Interiors / Archdaily [3]

5.3. Летище Чанги, Сингапур (2019).

Летище Чанги в Сингапур е установено като най-разпознаваемото и отличаващото се летище, с награда за най-добро летище по класацията на Skytrax за 12 поредни години. Терминалната сграда "Jewel" е проектирана от Safdie Architects и представлява мащабен проект реализиран на площ от 135 700кв.м., завършен през 2019г. Характеризира се с цялостно преживяване в природна среда и изобилие от развлекателни съоръжения, зони за рекреация и впечатляващи архитектурни елементи.

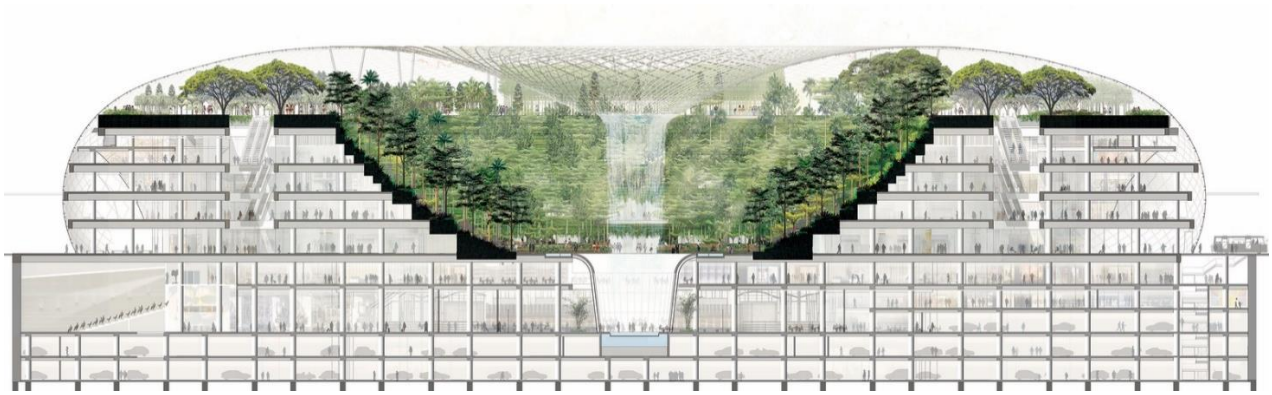
Сградата изпълнява роля на свързващо звено между съществуващите терминали и съчетава в себе си мащабен търговски център, технологични пространства, зони за социална интеракция, ресторанти, хотел и райска градина. Проектът е изцяло ориентиран към човешкото преживяване и служи за пример, когато се говори за имплементиране на биофилен дизайн в съвременните летищни терминали. Връзката между отделните терминали и централната сграда Jewel се осъществява посредством пешеходни мостове и вътрешен влак, минаващ през градините на терминала. *(фиг.5)*

Архитектурната обвивка представлява стъклен купол, който дава възможност за насищане на интериора с естествена светлина и участва по екосъобразен начин в генерирането на енергия за комплекса чрез фотоволтаични панели. В средата на тази куполна структура е проектиран основният притегателен елемент на летищния терминал – най-високият закрит водопад в света – Rain Vortex. *(фиг.6)* Водното съоръжение е с впечатляващи размери и мащаб, минава през всички нива на централно разположената градина и създава светлинно-звуково шоу. Водопадът служи също за охлаждане, естествен въздушен поток и циркулация на събраната дъждовна вода през месеците, наситени с гръмотевични бури.



Фиг. 5. Jewel Changi Airport / Safdie Architects / Interiors / Archdaily [4]

Терминалът е проектиран с мащабна централно разположена терасирана градина, простираща се на четири нива с повече от 200 различни вида растения, горски пътеки за разходка, водопади и уединени пространства за почивка. *(фиг.7)* Всяка от четирите посоки на света е подчертана с портали от растителност, за да се благоприятства ориентирането на пътниците. На последното, пето ниво на градината е изграден парк с площ от 14 000кв.м., който включва множество инсталации, атракции, мрежи за катерене и лабиринти. Централната композиция от всички горепосочени елементи представлява атрактивна интериорна среда с променлив дневен цикъл на осветление – съобразен със съответния час от деня и настроение. Във вечерните часове стъклената обвивка на сградата „изчезва" и фокусира вниманието върху богатата на озеленяване градина, разположена на основното ниво.



Фиг. 6. Jewel Changi Airport / Safdie Architects / Cross-section / Archdaily [4]

Фиг. 7. Jewel Changi Airport / Safdie Architects / Interiors / Archdaily [4]

6. Заключение

Съвременните летищни терминали представляват иновативни многофункционални сгради, които следва да отговарят на най-високите изисквания за технологичност, функционалност, естетика и комфорт на средата. Динамичното развитие на въздушното движение и пряката му зависимост от удовлетвореността на пътниците налага проектиране на интериорните пространства в летищните терминали с ясен фокус върху пътническото преживяване. Биофилният дизайн е утвърден метод за подобряване връзката между човек и природа. Имплементирането на подходи характерни за биофилията води до намаляване нивата на стрес и тревожност при пътниците/служителите, успешно създаване артистична атмосфера, подчертано функционално зониране и създаване на чувство за принадлежност и спокойствие.

Изготвеното проучване върху три характерни за приложението на биофилен дизайн в интериора летищни терминала, утвърждава положителното влияние върху пътническото преживяване и комфорт. Изследваните примери са водещи в класациите за най-добри летищни терминали и при тях се наблюдава **характерен прочит** за всяко местоположение върху **имплементирането на биофилен дизайн в интериора.** Основните похвати се различават в мащаб, но притежават сходен смисъл и **оформят стратегически предложения** за имплементиране.

- Употреба на естествени материали: бамбукова покривна конструкция, дървени обшивки, естествен камък и други местни материали.
- Внасяне на максимално количество естествена светлина чрез отвори в покривната конструкция, увеличено количество на остъкляване в архитектурната обвивка.
- Унисон на цветовата палитра и форми с такива, характерни за природния свят.
- Насищане на интериорната среда с разнообразни, местни и характерни за локацията растителни видове и озеленяване.

- Създаване на притегателни елементи в интериорното пространство и степенуване на зоните чрез употреба на водни елементи, водопади, декоративни стени.

Разнообразните подходи за въздействие върху удовлетвореността на пътниците чрез биофилен дизайн доказват зададеното твърдение и дават възможност за използване на креативен авторски подход. Актуалността на проблема и липсата на достатъчен брой изследвания по темата оформят поле за развитие в перспектива и обогатяване на настоящата разработка.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ArchDaily. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/871206/oslo-airport-expansion-nordic-nil-office-of-architecture . [Accessed: 15-Apr-2025].

[2] Archello. [Online]. Available: https://archello.com/de/project/barajas-international-airport-madrid . [Accessed: 15-Apr-2025].

[3] B. Edwards, The modern airport terminal: New approaches to airport architecture, 2nd ed. London, England: Taylor & Francis, 2005.

[4] Green furniture concept. [Online]. Available: https://greenfc.com/projects/airport-projects/adolfo-suarez-madrid-barajas-airport/ . [Accessed: 15-Apr-2025].

[5] H. Pearman, Airports: A century of architecture. London, England: Laurence King Publishing, 2004.

[6] IATA, “Airport Passenger Terminal Design.” 2020.

[7] J. Astbury, Dezeen. [Online]. Available: https://www.dezeen.com/2025/01/12/rshp-estudio-lamela-madrid-barajas-airport-21st-century-architecture/ . [Accessed: 15-Apr-2025].

[8] Lufthansa Group, “Passenger Wellbeing Study: Munich Airport Terminal 2,” 2019.

[9] Nordic Office of Architecture. [Online]. Available: https://nordicarch.com/project/oslo-airport-expansion . [Accessed: 15-Apr-2025].

[10] Safdie Architects. [Online]. Available: https://www.safdiearchitects.com/projects/jewel-changi-airport . [Accessed: 15-Apr-2025].

[11] S. C. Airport, “Annual Passenger Experience Report,” 2020.

[12] Skytrax. “The World’s Best Airports 2025,” [Online]. Available: https://www.worldairportawards.com/ . [Accessed: 15-Apr-2025].

[13] S. R. Kellert, Nature by design: The practice of biophilic design. Yale University Press, 2019.

[14] S. R. Kellert, J. Heerwagen, and M. Mador, Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life, 1st ed. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2011.

[15] P. Pintos, ArchDaily. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/915688/jewel-changi-airport-safdie-architects . [Accessed: 15-Apr-2025].

[16] R. S. Ulrich, Biophilia, Biophobia, & Natural Landscapes. 1993.

[17] ArchDaily [Online]. Available: https://www.archdaily.com/805964/madrid-barajas-airport-terminal-4-estudio-lamela-plus-richard-rogers-partnership . [Accessed: 15-Apr-2025].

[18] Green furniture concept. [Online]. Available: https://greenfc.com/projects/airport-projects/adolfo-suarez-madrid-barajas-airport/ . [Accessed: 15-Apr-2025].

[19] ArchDaily. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/871206/oslo-airport-expansion-nordic-nil-office-of-architecture . [Accessed: 15-Apr-2025].

[20] P. Pintos, ArchDaily. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/915688/jewel-changi-airport-safdie-architects . [Accessed: 15-Apr-2025].

ПУБЛИЧНО ИЗКУСТВО, ГРАДСКО ПРОСТРАНСТВО, АРХИТЕКТУРНА ИДЕНТИЧНОСТ В НАШИ ДНИ.

Ирена Спиридонова[1]

РЕЗЮМЕ:

Взаимодействието между публично изкуство, градско пространство и архитектурна идентичност се разглежда в различни изследвания като динамична и влиятелна връзка. Градските пространства преминават през различни етапи, повлияни от глобализацията, технологиите и демографските промени, което води до преосмисляне на културните и пространствени измерения на града. Публичното изкуство играе ключова роля в този процес, като огледало на обществото и катализатор за формиране идентичността на града.

Настоящата статия разглежда тази връзка и анализира примери, които подчертават как публичното изкуство взаимодейства с архитектурата и как тази интеграция формира идентичността на съвременния град.

Ключови думи: публично изкуство, градско пространство, архитектурна идентичност.

PUBLIC ART, URBAN SPACE, ARCHITECTURAL IDENTITY IN OUR DAYS.

Irena Spiridonova[1]

ABSTRACT:

In various studies the interaction between public art, urban space and architectural identity has been considered as a dynamic and influential relationship. Urban spaces are going through different stages, influenced by globalization, technology and demographic changes, which leads to rethinking the cultural and spatial dimensions of the city. Public art plays a key role in this process, being a mirror of society and a catalyst for the formation of the identity of the city.

This article examines this relationship and analyzes examples that highlight how public art interacts with architecture and how this integration shapes the identity of the contemporary city.

Keywords: public art, urban space, architectural identity.

[1] Ирена Спиридонова, Доц. д-р арх. ВСУ „Черноризец Храбър“
Irena Spiridonova, Assoc. Prof., Ph.D., M. Arch., Varna Free Universiry, arch.spiridonova@gmail.com

1. Увод.

Взаимодействието между публично изкуство, градско пространство и архитектурна идентичност се разглежда в различни изследвания като динамична и влиятелна връзка. Градските пространства преминават през различни етапи, повлияни от глобализацията, технологиите и демографските промени, което води до преосмисляне на културните и пространствени измерения на града. Публичното изкуство играе ключова роля в този процес, като огледало на обществото и катализатор за формиране на идентичността на града.

Настоящата статия разглежда тази връзка и анализира примери, които подчертават как публичното изкуство взаимодейства с архитектурата и как тази интеграция формира идентичността на съвременния град.

2. Публичното изкуство като културно изражение.

В днешно време публичното изкуство се проявява в различни форми – от графити и скулптури до светлинни инсталации и интерактивни произведения на изкуството. За разлика от традиционното изкуство, което е ограничено до галерии и музеи, публичното изкуство е достъпно за всеки. То е свързано с обществеността пространство, тъй като се намира в откритите части на града, които са достъпни за всички и са част от ежедневието на хората. Тази негова всеобхватност, както и спонтанното му и непосредствено възприемане, провокира своеобразен диалог, поставя под въпрос социалните норми в обществото, както и често отразява наболели теми, вълнуващи голяма част от хората.

Примерите за публични произведения на изкуство, поставени в откритите публични пространства, в повечето случаи служат като инструмент за регенерация и създаване на определени смислови послания. Графитите често привличат вниманието на обществеността към социалните въпроси, които поставят. В този контекст публичното изкуство не само декорира пространствата, но служи като носител на „колективната памет“ и „политическо послание“, подчертавайки значението му за формирането на градската идентичност. [1], [2].

Графитите заемат противоречиво място в публичната визуална култура. Те възникват като нелегитимна проява на изразяване на мнение или бунт, много пъти възприемана като вандализъм, но с времето се превръщат в призната форма на съвременно изкуство. В градската среда те функционират като кодирани съобщения — понякога политически, друг път субкултурни или лирични — „но винаги в диалог с мястото“. [2]

Публичното изкуство играе ключова роля в изграждането на връзката между хората и градската среда, като трансформира архитектурата от утилитарна структура в културен и емоционален носител на идентичност. То функционира като социален коректив, отразявайки обществени и политически нагласи и културни течения. В този смисъл, публичното изкуство не просто „украсява“ града, а го формира като материализира идентичности, активира пространства и създава устойчиви визуални и социални връзки.

От графитите като форма на съпротива, през съвременните инсталации, до трайните архитектурно-художествени обекти, ситуирани в градската среда, всички тези практики потвърждават, че „градът не е статично място. Той е преживян, осмислен и непрекъснато пренаписван от изкуството.“ [3]

Пример за подобна проява е показаният графит на (Фиг.1), който се намира в Боливия, в град Санта Круз де ла Сиера и по-точно в квартала Barrio Nuevo Mundo. Този квартал е сравнително нов, създаден през 2002г. Той се намира в близост до затвора “Palmasola”. Това място е част от културния проект „Barrios Pintudos“, който преобразява фасади и публични пространства с ярки, живописни графити. През 2012г. и 2014г. кварталът печели първо място в тази инициатива. Там могат да се срещнат множество графити на различна тематика. Използването на графитите като послания е начин на изразяване. Представеният пример е посветен на темата за образованието и ученето.

Името на автора е Paulo Lara, който е боливийски художник, работещ с илюстрация, дигитални медии и улично изкуство. Подписът му в долния десен ъгъл потвърждава

ангажимента му към социалните процеси в обществото, които Paulo Lara претворява в градско изкуство с обществено и културно значение.

Фиг. 1. Графити от Санта Круз де ла Сиера, Боливия, снимка: личен архив

Графитите също така участват в процесите на обновление, при които изоставени или маргинализирани квартали се трансформират във впечатляващи артистични зони. В този контекст, графитът е не само художествена изява, но и инструмент за промяна на облика на градовете. Графитите са „катализатор за социална критика и културна идентичност.“ [1] [4].

3. Градското пространство като средство за социално взаимодействие.

Градското пространство, което в миналото е било възприемано основно във функционален или икономически контекст, днес се разглежда и като културна и социална арена. Улиците, парковете, площадите и транспортните възли вече не са просто инфраструктурни обекти, а сцени, на които се развива общественият живот, социалните взаимодействия и формирането на идентичности. Тези пространства имат силата да променят начина, по който хората се свързват помежду си и как възприемат своето място в града.

Публичното изкуство може да промени големите и индустриализирани градски пространства, като предлага символи, които подчертават културната многозначност и разнообразие на съвременния град. Публичните произведения на изкуството не само, че навлизат в съществуващите пространства, но също така могат да придадат нов смисъл и да предложат ново разбиране на местата, които обитаваме.

„Съвременното изкуство в градската среда често се реализира под формата на временни намеси“ — проекти, които активират пространства, предизвикват публичен дебат или променят начина, по който възприемаме дадено място. [1] [4]

Добър пример за подобна намеса са изложбите на открито, които се организират в много градове в България. Емблематично такова място е „Мостът на влюбените“, в София, зад НДК. (Фиг. 2)

Фиг. 2. Мостът на влюбените, София, снимка:личен архив

Този мост, предназначен за пешеходно преминаване, символично осъществява връзката между хората и изкуството. Превърнат в изложбено пространство, по него пешеходците се спират да разгледат различни временни изложби, отразяващи социални теми и превръщайки го не просто в "път", а в място за среща, размисъл и идентификация. Мостът, от съоръжение за преминаване, се е превърнал в културна, събирателна част на града.

Друго значимо градско пространство, привличащо общественото внимание в София и често даващо повод за публични дебати и коментари е площадката на бившия мавзолей на Георги Димитров. Чрез програма „Навън“, в последните години тази бетонна площадка се превърна в място за реализиране на значими български проекти, свързани с публичното пространство. Всяка година чрез конкурс се избира инсталация, която да придаде нов смисъл на центъра на столицата и да провокира минувачите с въздействащо послание.

Такъв впечатляващ проект е „Между миналото, което е напът да се случи, и бъдещето, което вече е било“ (Фиг. 3), създаден от Красимир Терзиев, който интерпретира времето като философски и визуален ресурс. Инсталацията акцентира върху взаимодействието между историческото наследство и визията за бъдещето в контекста на градската среда, като напомня, че архитектурата въплъщава не само материална форма, но и времеви отражения.

Фиг. 3. „Между миналото, което е напът да се случи, и бъдещето, което вече е било“ автор Красимир Терзиев, снимка: личен архив

Архитектурната идентичност на градовете се определя не само от физическите характеристики на сградите, но и от начина, по който те взаимодействат със заобикалящото пространство и с хората. Съчетаването на архитектурата с изкуството — било то графити, инсталации или скулптури — позволява на градското пространство да запълни онази толкова липсваща в днешно време духовност. „Изкуството...трябва да прави нещо повече от това да доставя удоволствие: то трябва да се отнася до собствения ни живот, така че да повишава енергията на духа ни.“ [5]

Изкуството припомня на хората истинската им стойност като живи, човешки същества и е свързано с естествената потребност към духовно развитие, а връзката му с архитектурата е отражение на именно тази потребност. Превръщането на градските пространства в конкретни места, носители на архитектурна идентичност, най-често се случва, когато хората преминат по онзи мост, свързващ ежедневието с потребността от непосредствената комуникация с изкуството. Именно по тази причина публичното изкуство трябва да намира своето безспорно място не само в музеите и галериите, а и в градските пространства, в които чрез въздействието му хората да откриват своите житейски и философски отговори и да се превръщат в социално ангажирани същества.

Когато градът открива себе си чрез изкуството, той започва да живее в свой собствен ритъм, придобива идентичност, дълбочина и стойност, превръща се в онзи образ който свързва минало, настояще и бъдеще и оставя траен отпечатък в съзнанието и живота ни.

4. Архитектурна идентичност.

Архитектурата е олицетворение на материалната памет на градовете. Тя е отражение на тяхната история, култура и развитие. Много е важно в днешно време, когато хората могат да се придвижват безпроблемно, градовете, в които живеем, да запазят своята уникалност и архитектурна идентичност, защото именно тя служи като ориентир за осмисляне на собствената ни човешка ситуация. Това, разбира се може да се случи само, ако публичното изкуство е намерило своето истинско място в градската тъкан.

Фиг. 4. Публично изкуство в Лисабон, Португалия, снимка: личен архив

Пример за изкуство, намерило своето място в архитектурната идентичност на града е приложената илюстрация на красива, керамична, стенна композиция с флорални мотиви (Фиг.3). Създадена от художничката Eileen McDonough от студиото Lisbon Mosaic Studio, което е специализирано в триизмерни мозайки, съчетаващи керамика и счупени плочки, с проекти, които се вписват в градски интериори и фасади. Тази мозайка е апликирана на фасадата на обществена сграда на улица Calçada Conde Penafiel 9B, в централната част на Лисабон.

Това произведение надгражда традицията на „азулежу“ – ръчно рисувани керамични плочки, характерни за архитектурата на Португалия. Тази композиция използва техниката „тромпльо“, включваща декоративност, стенна интеграция и съчетаване на изкуство с архитектура. Паното е изработено от релефни плочки с гланцирано покритие, в топли и студени тонове. Детайлите и техниката подсказват, че творбата може да бъде причислена към публичното изкуство, представляващо част от архитектурата на сградата и в същото време отражение на архитектурната идентичност на Лисабон.

Това е типичен похват за португалската архитектура, в която детайлът е част от композицията, а изкуството – част от градската тъкан.

5. Заключение.

Едва ли интегрирането на публичното изкуство в градското пространство може да бъде постигнато без стабилна обществена политика. Градовете трябва да защитават пространствата за публично изкуство, не само физически, но и институционално. Това означава в държавната политика да присъстват изисквания за включване на публичното изкуство в разработки свързани с финансиране на постоянни или временни обществени проекти. Добър вариант би бил част от бюджетите за инфраструктура да бъдат отделяни за реализирането на платформи и конкурси за художници и архитекти, които да участват в създаването на градския дизайн. Биха могли да бъдат ангажирани отдели към Министерство на културата и към Министерство на регионалното развитие и благоустройството, както и неправителствени организации, които да работят в синхрон и да разглеждат публичното изкуство като въпрос от обществено значение, а не само като градски декор. Добре би било да има и по-голяма приемственост между често сменящите се управници, по отношение начинанията, касаещи публичното изкуство и запазване на архитектурната идентичност на градовете в България.

Необходимо е да завишим критериите си към заобикалящата ни среда, а не да я приемаме като даденост, подложена на непрекъсната амортизация. Публичното изкуство в градовете трябва да е част от общия градоустройствен план. То е отражение на развитието ни като общество и като хора и е огледалото, в което утрешният ден ще огледа своя образ.

В днешната бързо променяща се градска среда, връзката между публичното изкуство, градското пространство и архитектурната идентичност не е просто естетически проблем – това е културен и граждански императив. Тъй като градовете стават все по-населени, по-разнообразни и технологично зависими, необходимостта от вписване на публичното изкуство в архитектурната и пространствена тъкан на града става определяща.

ЛИТЕРАТУРА

[1] M. Miles, Art, Space and the City: Public Art and Urban Futures, Routledge, 1997.
[2] M. Deutsche, Evictions: Art and Spatial Politics, MIT Press, 1996.
[3] H. Lefebvre, The Production of Space, Blackwell, 1991.
[4] C. Bishop, Artificial Hells: Participatory Art and the Politics of Spectatorship, Verso Books, 2012.
[5] К. Кларк, Цивилизацията. София: Издателство „Наука и изкуство“, 1970

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ЗОНИ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И СОЦИАЛНИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ОБЩЕСТВЕНИТЕ СГРАДИ В ТРИ ЖИЛИЩНИ ЗОНИ НА ВАРНА

Боряна Ножарова[1], Петър Николов[2]

РЕЗЮМЕ:

Архитектурата на обществените сгради не само отразява социалните взаимодействия, но и формира социалната идентичност и културната памет. Териториалните измерения на публичните пространства влияят върху поведението, взаимодействието и комуникацията на хората, създавайки различни социални зони. Настоящото изследване проследява и анализира как архитектурата на обществените сгради и пространства може да създаде „териториални зони“ и социални измерения, които стимулират или ограничават социалната интеграция и взаимодействие. Емпиричната част се фокусира върху три специфични жилищни зони във Варна: централна градска част, жилищен квартал „Чайка“ и селищно образование „Траката“, и разглежда пространствената динамика и архитектурните промени настъпили през последните петдесет години. Статията търси нови подходи и поглед върху съотношението между физическата среда и социалната динамика, като разглежда предизвикателствата в съвременното планиране на обществените сгради и пространства.

Ключови думи: обществени сгради, идентичност, териториалност, проксемика, Варна, социални измерения

SPACES OF INTERACTION AND SOCIAL DIMENSIONS OF PUBLIC BUILDINGS IN THREE RESIDENTIAL AREAS OF VARNA

Boriana Nozharova[1], Peter Nikolov[2]

ABSTRACT:

The architecture of public buildings not only reflects social interactions but also shapes social identity and cultural memory. The territorial dimensions of public spaces influence people's behavior, interaction, and communication, creating distinct social zones. This study traces and analyzes how the architecture of public buildings and spaces can create “territorial zones” and social dimensions that either foster or limit social integration and interaction. The empirical part focuses on three specific residential areas in Varna: the central urban area, the “Chaika” residential district, and the “Trakata” locality, examining the spatial dynamics and architectural changes that have occurred over the past fifty years. The article seeks new approaches and perspectives on the relationship between the physical environment and social dynamics, addressing the challenges in contemporary planning of public buildings and spaces.

Keywords: Public buildings, Identity, Territoriality, Proxemics, Varna, Social dimensions

[1] Боряна Владимирова Ножарова, д-р арх., главен асистент, ВСУ „Черноризец Храбър“, гр. Варна
Boriana Vladimirova Nozharova, M.Arch. PhD, Assist. Prof., VFU “ Chernorizets Hrabar”, Varna, e-mail: boriana.nozharova@vfu.bg
[2] Петър Николаев Николов, д-р арх., главен асистент, ВСУ „Черноризец Храбър“, гр. Варна
Peter Nikolaev Nikolov, M.Arch. PhD, Assist. Prof., VFU “ Chernorizets Hrabar”, Varna, e-mail: peter.nikolov@vfu.bg

1. Увод.

През последните десетилетия академичният интерес към пространствените измерения на социалната реалност значително нараства, като особено внимание се отделя на ролята на архитектурата в моделирането на социални взаимодействия, идентичности и властови отношения. В този контекст обществените сгради, публичните пространства и архитектурната среда все по-често се разглеждат не просто като утилитарни структури, а като активни посредници в социални процеси – арени на принадлежност, комуникация, конфликт и колективна памет [1,2]. Така се утвърждава парадигма, която преосмисля пространството не като неутрална сцена, а като социално произведена, исторически насложена и териториално артикулирана реалност [3].

Подобен критичен прочит намира израз в подхода на пространствено-културната етнография, който позволява интерпретирането на архитектурната среда чрез преплитането на социално производство, телесно преживяване, афект и дискурс. В този смисъл обществените сгради не са само материални обекти, а носители на културни значения и практики, които се преживяват, договарят и променят в рамките на всекидневния живот [2]. Архитектурната инфраструктура функционира като териториална матрица, в която се вписват и преработват социални отношения и културни норми.

От тази гледна точка, териториалността следва да се разбира не като фиксирана собственост или административно деление, а като резултат от динамични, материално и времево опосредствани практики. Публичното пространство се оформя като продукт на преговори между различни актанти – човешки и нечовешки – както и на властови механизми и културни значения [4,5,6]. Така архитектурата се вписва в релационната перспектива на социалната география и урбанистичната антропология, в която пространството е не само сцена, но и участник в социалното действие.

Особено релевантна е тази гледна точка при изследването на архитектурата на обществените сгради в постсоциалистически контексти. В тях се пресичат нормативни функции, културна репрезентация и социален потенциал, което ги превръща в ключови елементи на градската среда. Те не само структурират физическото пространство, но и оформят сценарии на социално взаимодействие, достъп и граници на принадлежност. Пространствени качества като отвореност, гъвкавост и многофункционалност оказват пряко влияние върху характера и интензитета на социалните отношения в града [7,9].

В този контекст град Варна представлява интересен и показателен пример за наблюдение на трансформации, протичащи в урбанистичната тъкан през последните пет десетилетия – от индустриално-социалистически модел към пазарно регулирана и фрагментирана градска динамика. В резултат се оформят територии с ясно различима пространствена логика и социална стратификация.

Настоящото изследване стъпва върху разбирането за обществеността пространство като социално конструирана и териториално организирана реалност, в която архитектурата изпълнява ролята на медиатор и модератор на социални взаимодействия. Аналитичната рамка комбинира класически и съвременни теоретични подходи – от идеите за личното пространство и териториалността, през критическия ритмоанализ и културната география, до съвременни етнографски и урбанистични интерпретации – с цел да бъдат изследвани механизмите, чрез които архитектурната среда структурира социалното поведение, достъпа и културната интерпретация в различни градски контексти [3,10,11,12].

2. Теоретичен преглед. Архитектура, териториалност и социална динамика.

Целта на настоящия раздел е да въведе основните теоретични рамки и понятия, чрез които се анализира взаимовръзката между архитектурната форма, териториалната организация и социалната динамика в съвременния град. В контекста на изследването върху град Варна, тези концепции служат не само като аналитичен инструментариум, но и като методологична основа за интерпретация на конкретни случаи на териториални трансформации и социални сценарии в различни урбанистични зони.

В разглеждания контекст обществената сграда надхвърля своята утилитарна функция и се явява като пространствен и социален възел – активен агент в процесите на териториално производство, културна памет и социална регулация. Нейните пространствени характеристики – като разположение, достъпност, прозрачност, отвореност и фасадна композиция – не само оформят вътрешната среда, но и проектират своеобразна „зона на влияние“, в която се активират различни социални режими, културна комуникация и сценарии на употреба. По този начин архитектурата моделира достъпа, взаимодействието и интерсубективната динамика в града.

Подобен аналитичен подход стъпва върху схващането за пространството като социално произведена реалност, а не като неутрален фон на социалните процеси. В рамките на съвременната социална теория пространството се мисли като активно структурирано поле, което едновременно отразява и създава социални отношения. Анри Льофевр формулира идеята за пространството като социален продукт, който включва материални, символни и практични елементи, интегрирани чрез възприятие, телесен опит и културна интерпретация [3]. Неговата трикомпонентна рамка – възприемано, представено и преживяно пространство – предлага аналитичен модел за изследване на архитектурата като активен участник в производството на социалната реалност.

В този контекст пространството не е нито хомогенно, нито универсално, то е множествено, отворено и релационно – мрежа от взаимоотношения, които се проявяват в архитектурна форма, социални ритуали и културни значения. Дорийн Маси3 подчертава, че пространството винаги е в процес на „ставащо“, формирано от променливи действия и властови взаимодействия [1]. Територията следователно не е статичен обект, а динамична конфигурация, резултат от преговори между различни субекти, институции и материални структури.

В архитектурен аспект, тази концептуализация е допълнително развита от Матияс Керхолм, който дефинира териториалността като ритмична и материално опосредствана практика [12]. Той въвежда понятието „териториални режими“ – относително стабилни, но временни конфигурации от телесни практики, инфраструктури, обекти и поведенчески модели, чрез които пространството културно се кодифицира и преживява. Именно тези режими очертават границите между „свое“ и „чуждо“, не на базата на административни линии, а чрез телесно и културно натрупване на смисъл.

От друга страна териториалността, според изследователи като Алтман и Робърт Д. Сак, функционира на различни равнища – от лично и групово до публично, като всяко ниво предполага различни стратегии за маркиране, защита и интерпретация на пространството [11,14]. Архитектурата в тази рамка играе ролята на своеобразен медиатор – тя структурира социални сценарии, подтиква или възпира взаимодействия и изгражда конкретна социална чувствителност. Пейзажът на обществените сгради и пространства не е неутрален – той е поле на културно кодиране и политическа интерпретация (артикулация).

Сета Лоу4 формулира понятието „пространствена социализация“, чрез което показва как архитектурата се научава, усвоява и използва в съответствие с културни и властови конвенции [2]. Така достъпността, отвореността и прозрачността на дадено пространство и сграда не са само дизайнерски параметри, а проявления на социален ред. Архитектурната форма функционира като „граматика“ на поведение – тя насърчава, ограничава или канализира социалната интеракция.

Допълнително аналитично измерение предлага теорията на проксемиката, разработена от Едуард Хол, която въвежда понятието за културно обусловени зони на социална дистанция: *интимна, лична, социална и публична* [10]. Тези зони намират пространствен израз в архитектурната среда чрез елементи като входни пространства, фоайета, тераси и фасади.

---

[3] Дорийн Барбара Маси / Doreen Barbara Massey/ – британски социолог и географ.

[4] Сета Лоу /Setha Low/- американски антрополог, експертиза в градската антропология и изследвания на пространството и публичните места- https://en.wikipedia.org/wiki/Setha_Low

Сградите създават своеобразни архитектурно-социални зони, които съответстват на различни нива на достъп, наблюдение и взаимодействие. *(Табл. 1)*

Табл. 1. Архитектурна проекция на проксемичните зони-
връзка между проксемичните зони и тяхната архитектурна проекция- Боряна Ножарова 2025

Пространствена зона	Социална аналогия	Архитектурна проекция
Интимна (0–0.5 м)	Телесен контакт	Частни вътрешни пространства
Лична (0.5–1.2 м)	Семейно/приятелско общуване	Фоайе- зона за изчакване
Социална (1.2–3.5 м)	Професионално взаимодействие	Тераса, витрина, улична фасада
Публична (>3.5 м)	Наблюдение, анонимност	Общ изглед, обем, маса на сградата

От тази перспектива, сградите – особено обществените – изграждат „пулсации“ в градското пространство, надхвърлящи застроената площ. Чрез визуален обхват, символика и типологични характеристики те формират социално активни зони на престой, движение и възприятие. Според Ян Геел, активното участие на архитектурата в социалния живот зависи от способността ѝ да активира „мекия край“ – тази зона между сградата и улицата, където се случва спонтанната комуникация [7]. Именно в тези гранични, но социално наситени пространства се проявява потенциалът на онова, което Рей Олдънбърг определя като „трето място“ – неформални среди на ежедневна среща, общуване и принадлежност извън дома и работата [8]. Така архитектурата не само очертава пространствените условия, но и култивира социалните функции, които ги изпълват със смисъл. Това се подкрепя и от вижданията на Джейн Джейкъбс относно „очите на улицата“ – архитектурата трябва да е ангажирана, наблюдаваща, отворена [15]. В този смисъл архитектурата може да бъде „активна“ (интерактивна, прозрачна, отворена) или „пасивна“ (затворена, дистанцираща, отчуждаваща).

Динамичният характер на социалните и пространствени взаимодействия не се изчерпва само в рамките на локалното. Теорията за културната дифузия на Хегерстранд 5, добавя важен хоризонт – как архитектурни и пространствени модели се разпространяват през времето и пространството, преосмислят се и придобиват нов смисъл в различни културни среди [16,2]. Пространствените практики не съществуват в изолация – те възникват в резултат на взаимодействия между култури, урбанистични школи и исторически натрупвания.

Именно в този смисъл, обществените сгради във Варна могат да бъдат разглеждани като хибридни териториални форми, в които се преплитат унаследени социалистически модели и съвременни пазарни логики. Представените и взаимосвързани теоретични концепции изграждат основата на аналитичната рамка в настоящото изследване, където архитектурата се разбира едновременно като медиатор на социални процеси, като структуриращ елемент на териториалната реалност и като културен носител на значения. Това позволява да се изследва как архитектурата на обществените сгради във Варна оформя, стабилизира или разпада социални зони и локални идентичности.

3. Емпиричн оизследване.

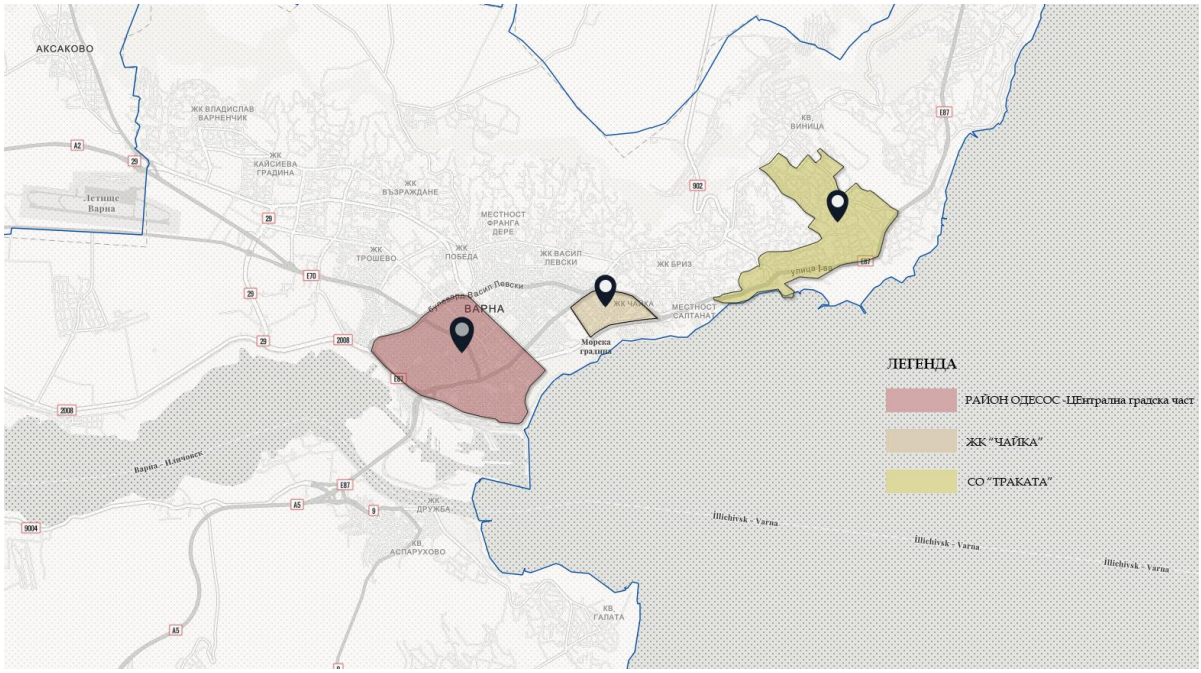
3.1. Методология и концептуална рамка.

Изследването разглежда обществените сгради като териториални и проксемични субекти – архитектурни ядра, които структурно и социално моделират градската тъкан. Прилаганият подход цели да установи как тяхното присъствие или отсъствие в различни градски контексти влияе върху интензитета на социалните взаимодействия, усещането за принадлежност и културната памет. Изследването тръгва от хипотезата, че обществените сгради не само отразяват съществуващи социални отношения, но активно създават териториални зони с различна интензивност на обитаване, взаимодействие и културна функция. Настоящото проучване се основава на методология, която съчетава теренни

[5] Торстен Хегерстранд (Torsten Hägerstrand, 1916–2004) — шведски географ и пионер в областта на времето и пространството в социалните науки.

наблюдения, пространствен анализ и критическа интерпретация. Подходът е сравнителен, с акцент върху три контрастни територии във Варна, като всяка от тях представя различен тип пространствено организиране, социална динамика и архитектурно присъствие на обществени сгради.

Изборът на териториите е целенасочен: Центърът функционира като културно-административно ядро с висока социална плътност; ЖК „Чайка“ – като пример за социалистически жилищен квартал с подчертано планиране; СО „Траката“ – като относително силно урбанизирана периферия с индивидуално строителство. *(фиг 1)*



Фиг 1. Схема на гр. Варна – зони на анализ и обследване –Боряна Ножарова 2025

3.2. Териториално обособяване и социални практики във гр. Варна

Варна демонстрира ясно диференцирани урбанистични зони, всяка от които носи своя специфична пространствена и социална организация. Централната част, жилищният квартал „Чайка“ и вилната зона „Траката“ представят три различни модела на формиране на средата – историческо наслояване, централизирано планиране и органично развитие. Тези различия не само предопределят характера на застрояването, но и рамкират възможностите за социално взаимодействие и усещане за принадлежност.

3.2.1. Централна градска част- архитектура, културна памет и гражданска активност:

Центърът на Варна, разположен в район „Одесос“, представлява зона с най-висока наситеност както в демографско, така и в културно-пространствено отношение. Урбанистичната му морфология произхожда от античния Одесос, но съвременната структура се формира целенасочено през втората половина на XX век, като резултат от международен конкурс за изграждане на модерен градски център. Това е парадигматичен пример за „отгоре-надолу“ планиране с културна и историческа чувствителност.

Архитектурният облик на Центъра съчетава различни времеви пластове – възрожденски, социалистически и съвременни – което създава усещане за приемственост и културна дълбочина. Градската тъкан е силно структурирана, като съдържа ядра на териториално въздействие чрез институционални сгради: театри, галерии, библиотеки, университети. Те изпълняват функцията на „социални котви“, формирайки зони на престой, наблюдение и взаимодействие [7]. Пространството е наситено с публични терени, които улесняват както туристическо, така и ежедневно местно обитаване.

Социалната динамика в Центъра е плътна и многопластова – туристи, жители и мобилни групи (студенти, служители, потребители на културни услуги) обитават пространството в различни ритми. Обществените сгради активират социални зони – публични и социални в терминологията на Хол– които поддържат видимост, достъп и спонтанно взаимодействие [10]. Усещането за принадлежност се поддържа чрез активно гражданско участие: от фестивали и културни прояви до инициативи за опазване на културното наследство. Така се създава плътна социална текстура, която поддържа устойчиво чувство за идентичност и място.

3.2.2. ЖК „Чайка“ - комплексно жилищно застрояване:

Разположен в район „Приморски“, ЖК „Чайка“ възниква през 70–80-те години на XX в. като пример за социалистически модел на жилищна организация, реализиран чрез „отгоре-надолу“ планиране, базирано на функционално зониране. Комплексът е изграден с едропанелна технология при ниска плътност (~16%) и средна етажност (около 7 етажа), което създава обособена пространствена логика и добре организирана мрежа от сгради на общественото обслужване.

Улиците, междублоковите пространства и зелените пояси са интегрирани около обществени институции – училища, гимназии, детски градини – които структурират ежедневния живот и насърчават формиране на вътрешна квартална идентичност. Обществените сгради тук функционират като локални културни котви – те поддържат социална кохезия и създават вътрешна идентичност на квартала. Пространствата около тях функционират като полу-публични зони на социален контакт с висока достъпност, но по-умерена интензивност на взаимодействията спрямо централната зона.

През последните години тази балансирана пространствена логика се разрушава под натиска на ново, по-гъсто застрояване, което ограничава възможностите за спонтанна социализация и поставя под напрежение баланса между лична и обществена територия. Социалната динамика е по-умерена в сравнение с Центъра, но устойчива.

3.2.3. СО „Траката“ : Територия с временно и постоянно обитаване

СО „Траката“, разположена в североизточната периферия на Варна, представлява зона с органично, неформално формиране – типичен пример за модел „отдолу-нагоре“, доминиран от индивидуално жилищно строителство и сезонно обитаване. Липсват точни данни за населението и площта, което отразява фрагментарния териториален режим и липсата на административна и социална цялост.

Тук отсъства централизирано планиране и инфраструктурна завършеност – достъпът до образование, здравеопазване и култура се осъществява извън територията. Застрояването е разпиляно, а пространствата между сградите остават слабо използвани и без ясна проксемична структура. Липсата на обществени сгради и социални ядра води до ограничено взаимодействие, изолирано в рамките на частното пространство.

Това поражда слабо изразена колективна идентичност и отслабено чувство за принадлежност. „Траката“ илюстрира крайна форма в градската морфология – пространство без културна или институционална рамка, където индивидуалното застрояване доминира над всяка форма на споделено обитаване. Отсъствието на обществени атрактори превръща територията в урбанистична периферия, изключена от социалното въображение на града.

3.3. Сравнителна перспектива-пространствени и социални различия.

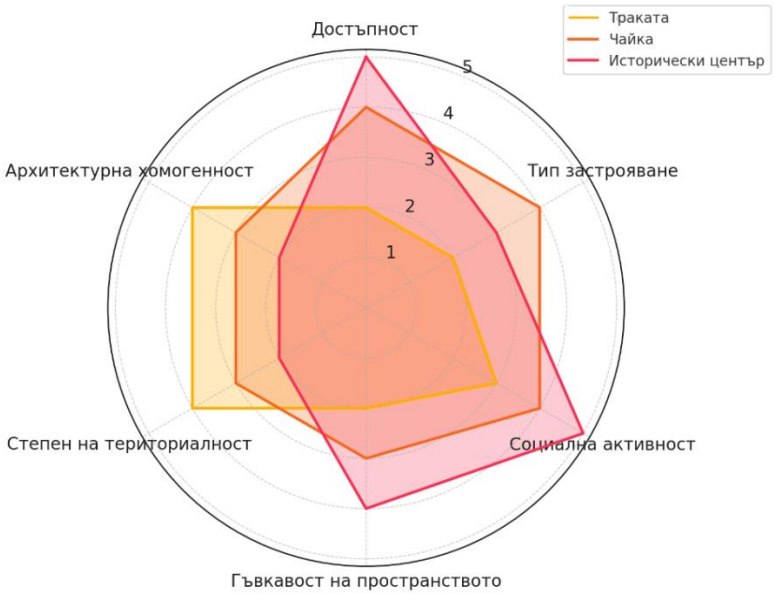
Сравнителният анализ на трите териториални зони във Варна разкрива съществени различия в начина на планиране, архитектурната логика и социалното въздействие. В основата на тези различия стои не само физическата морфология на пространствата, но и принципите на тяхното създаване –централно планиране и институционално рамкиране, или частни инициативи и фрагментарно развитие.

Централната градска част носи слоеве на културна памет и институционална символика, а урбанистичната му структура е резултат от съзнателно композирано застрояване. Плътното присъствие на обществени сгради създава силно дефинирана териториална йерархия и активна

публичност. Пространството там е не просто използвано, а социално „обитавано“ – с припокриващи се проксемични зони, в които се срещат визуално, функционално и културно възприятие. Усещането за принадлежност възниква не само от архитектурната памет, но и от текущата активност – фестивали, инициативи, колективна грижа за градската среда. Квартал „Чайка“, има анонимна но ефективна архитектурата– тя не въздейства емоционално, както в Центъра, но поддържа социална кохезия чрез структурирана достъпност. Въпреки умерената социална динамика, устойчивата локалност води до формиране на вътрешна идентичност и сдържано, но реално чувство за принадлежност.

В противоположност на тези примери, СО „Траката“ е територия, развивана извън рамките на институционално регулирано градоустройство. Индивидуалното и сезонно строителство е довело до силно разпиляна урбанистична среда, в която обществените сгради и обслужване почти отсъстват, което води до липса на функционални ядра и до отслабена социална свързаност. Пространството остава слабо дефинирано, а усещането за „свое“ се редуцира до границите на частната собственост. СО „Траката“ илюстрира границата, отвъд която отсъствието на културни и социални атрактори води до пространствена дезинтеграция и социална анонимност.

Теоретичния обзор и проучване ясно показва, че обществените сгради изпълняват функцията на пространствени активатори (атрактори), които създават възможности за социална интеракция, културна репрезентация и урбанистична интеграция. Присъствието на обществените сгради формира три типа проксемични зони: *ползване (вътрешно), наблюдение (околно) и възприятие (в градски мащаб)*. Там, където такива зони са балансирани и преплетени, се наблюдава устойчиво социално обитаване, когато обаче тези зони отсъстват или са отслабени, градската тъкан се превръща в анонимна „спалня“, в която социалната функция на пространството се губи [17].От тази перспектива, териториалните измерения на обществените сгради са не просто продукт на архитектурно решение, а същностен компонент от социалната инфраструктура на града и зоните в него.



Фиг 2. Сравнителен радарен анализ на трите изследвани територии- Боряна Ножарова 2025

Данните от анализа за разглежадните територии във Варна (*Табл. 2 и фиг. 2)* показва, че териториалните измерения на обществените сгради се проявяват през различен интензитет на пространствено въздействие. В Центъра обществените сгради структурират публичния живот и създават активна градска тъкан и циркулация; в ЖК „Чайка“ – оформят локална идентичност и функционална стабилност, но в СО “Траката“ – тяхното отсъствие води до териториална фрагментация и социална изолация.

Табл. 2. Сравнителни характеристики на териториална структура и социална активност във Варна- Боряна Ножарова 2025

Характеристика	Централна част	ЖК „Чайка“	СО „Траката“
Застрояване	Смесено, историческо	Едропанелно, планирано	Индивидуално, разпръснато
Тип териториалност	Динамична и ритмична	Стабилизирана локалност	Фрагментирана
Обществени сгради	Висока концентрация	Локално разпределени	Почти отсъстващи
Архитектурна активност	Висока	Умерена	Ниска
Социална зона	Развита (институции, събития)	Средна (училища, зелени площи)	Слаба/неоформена
Проксемични зони	Балансирани и припокриващи се	Локализирани	Неразвити, отсъстващи

Присъствието на обществени сгради и формираните около тях териториални зони на въздействие генерират пространствена активност и социална принадлежност, която възниква отвъд намеренията на планиращите субекти. Дори когато липсва ясно изразена концепция или съзнателно териториално планиране (независимо от причините), тяхното физическо присъствие структурира социалната тъкан. Обратно, при отсъствие на такива пространства, територията остава социално аморфна – не се припознава от местните жители като носител на колективна идентичност, а се възприема през индивидуални, частни режими на обитаване и грижа -пространството е „невидимо“ в социалния живот на града.

Независимо от формалното наличие на Общ устройствен план с висока степен на регулация на макрониво, емпиричният анализ показва, че устойчивото социално и пространствено развитие изисква детайлни механизми за планиране на по-ниско териториално ниво. В случаите, когато тази планираща роля е отслабена или абдикирана в полза на пазарни механизми и частни интереси, се наблюдават сериозни дефицити в публичната функция на градската среда и в нейното социално структуриране. Това подчертава необходимостта от нормативна рамка, която да надхвърля техническата инфраструктура и да осигурява условия за обществено обслужване, културна активност и колективно обитаване.

Когато подобно планиране отсъства, се формират територии с неустойчива идентичност и ограничена социална свързаност. Според Мицукиевич и съавт. , именно при липса на институционална рамка, дори наличието на стабилни локални общности може да задълбочи пространствената сегрегация, като засили социалните бариери между територииите“[19]. Изследването на Тот и съавт. също показва, че фрагментираното развитие и концентрацията на обществена инфраструктура водят до нарастваща социална анонимност и неравенство [20]. От своя страна, Херцог и съавт. подчертават, че липсата на балансирани зони за взаимодействие води до генериране на социални конфликти, дължащи се на неравномерно обитаване и културно-поведенчески различия между отделните територии [21].

Такива пространствени различия не само фрагментират градската тъкан, но и пораждат рязко контрастиращи режими на обитаване, които могат да ескалират в социални напрежения и териториални конфликти. От тази перспектива, пространственото равновесие е не просто въпрос на архитектура, а на социална кохезия и градска устойчивост.

Обществената сграда не е просто архитектурен обект – тя е социален актьор, който създава териториални зони на принадлежност, движение и среща. Чрез своето разположение и функция, тя структурира центрове, културни оси и периферии в урбанистичната среда. Архитектурният ѝ език има потенциал да отваря или затваря пространството – да насърчава социално взаимодействие или да го възпира. Именно в тази способност се съдържа нейният териториален смисъл. Чрез своето присъствие или отсъствие, обществените сгради моделират не само физическата организация на града, но и неговото социално въображение.

4. Заключение

Архитектурата на обществените сгради се разкрива не просто като физическа структура, а като активен фактор в конституирането на социални територии – пространства на памет, взаимодействие и принадлежност. Резултатите от настоящото изследване показват, че териториалните измерения на тези сгради надхвърлят утилитарната им функция, вписвайки ги в сложна мрежа от културни значения, исторически наслоявания и ежедневни пространствени практики.

Комбинирайки теоретични подходи към териториалността [11,13], проксемиката [10], социалното производство на пространството [3], и културната география [2,16], анализът очертава как архитектурата структурира не само движение и достъп, но и процеси на социална видимост, идентичност и взаимна свързаност. Обществените сгради могат да бъдат разбрани като „*релационни зони*“ – полета, в които се срещат и напрягат индивидуални, институционални и културни динамики.

Емпиричният анализ на избраните зони във Варна предлага конкретен поглед към различни градски режими на териториална организация*: културно-историческо наслояване, социалистическо планиране и постпреходна фрагментация.* Тези разлики не се изчерпват с архитектурна или инфраструктурна специфика – те включват също така културни представи, социални практики и различни форми на гражданска ангажираност. Архитектурата на обществените сгради се явява ключов фактор, чрез който тези различия стават видими и изследваеми.

В по-широк контекст, град Варна отразява типични за постсоциалистическия град трансформации – преход от централизирано планиране към по-фрагментирана, пазарно ориентирана урбанизация, често съпроводена от ерозия на обществената инфраструктура. Изграждането и поддържането на обществени сгради все по-често се влияе от логиката на инвестиционна възвръщаемост, отколкото от социална необходимост – наблюдение, което съвпада с критиката на Маси [1], че в глобализирания град общественото пространство се проектира с приоритет към интересите на инвеститора, а не на жителя.

Наблюдаваните процеси потвърждават вече утвърдени в критичната урбанистична теория зависимости между пространствената структура и социалната (дез)интеграция. Липсата или маргинализирането на обществените сгради кореспондира с териториална фрагментация и отслабена социална свързаност. В този контекст, парадигмата на „планиране отдолу-нагоре“, развита от автори като Арнстийн, Форестър, Хийли и други [21,22,23], предлага аналитичен инструментариум за интегриране на социални нужди, културна памет и ежедневни практики в градското проектиране. Тя подчертава необходимостта от планиране, базирано на диалог, участие и териториална справедливост – перспектива, към която сочат и наблюденията в настоящото изследване.

В заключение, обществената сграда може да се мисли не само като функционален елемент от градската среда, а като ритмична точка на социална среща – пространство, в което архитектурата се превръща в културен жест. Сградите, особено обществените, имат способността да изграждат пространствени „пулсации“, които надхвърлят границите на самата застроена площ. Тези пулсации се проявяват чрез визуален обхват, достъпност, типология и символна наситеност – аспекти, които формират териториални зони на въздействие: „близка“ зона на пряко ползване, „социална“ зона на престой и неформална интеракция, и „публична“ зона, в която сградата действа като културен и визуален маркер в градската тъкан.

Тук особено актуална е и концепцията за „*третото място*“ на Олдънбърг– онези обществени пространства, които не принадлежат нито на личното, нито на професионалното, а създават условия за спонтанна социализация, културна размяна и общностна кохезия [8]. В този смисъл обществената сграда функционира не просто като териториален маркер, а като социален генератор – тя произвежда пространствена принадлежност и създава възможности за колективно преживяване на града. Именно там, където тези срещи са възможни, започва и самият град.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Massey, Doreen. 2005. *For Space*. London: SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/for-space/book226923

[2] Low, Setha M. 2017. *Spatializing Culture: The Ethnography of Space and Place*. New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315671277

[3] Lefebvre, Henri. 1991. *The Production of Space*. Translated by Donald Nicholson-Smith. Oxford: Blackwell. https://doi.org/10.1002/9780470774009

[4] Kärrholm, Mattias. 2005. "Territory and the Taking Place of Architecture: On the Extension of the Concept of Territory in Architecture." *Nordisk Arkitekturforskning* 18(1): 49–58. https://arkitekturforskning.net/na/article/view/273

[5] Delaney, David. 2005. *Territory: A Short Introduction*. Malden, MA: Blackwell Publishing.
https://doi.org/10.1002/9780470773705

[6] Brighenti, Andrea Mubi. 2010. *Visibility in Social Theory and Social Research*. Basingstoke: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/9780230282023

[7] Gehl, Jan. 2011. *Life Between Buildings: Using Public Space*. Washington, DC: Island Press. https://islandpress.org/books/life-between-buildings

[8] Oldenburg, R. (1989). *The Great Good Place: Cafes, Coffee Shops, Bookstores, Bars, Hair Salons, and Other Hangouts at the Heart of a Community*. New York: Paragon House.

[9] Madanipour, Ali. 2003. *Public and Private Spaces of the City*. London: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203362409

[10] Hall, Edward T. 1966. *The Hidden Dimension*. Garden City, NY: Doubleday. https://archive.org/details/hiddendimension00hall

[11] Altman, Irwin. 1975. *The Environment and Social Behavior: Privacy, Personal Space, Territory, and Crowding*. Monterey, CA: Brooks/Cole. ResearchGate Full Text

[12] Low, Setha M., and Neil Smith, eds. 2006. *The Politics of Public Space*. New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203780616

[13] Kärrholm, M. (2007) 'The materiality of territorial production: A conceptual discussion of territoriality, materiality, and the everyday life of public space', Space and Culture, 10(4), pp. 437–453.

[14] Sack, R.D. (1986) *Human Territoriality: Its Theory and History*. Cambridge: Cambridge University Press.

[15] Jacobs, J. (1961) *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.

[16] Hägerstrand, T. (1970) 'What about people in regional science?', *Papers of the Regional Science Association*, 24(1), pp. 6–21.

[17] Soja, E.W. (2010) *Seeking Spatial Justice*. Minneapolis: University of Minnesota Press

[18] Herzog, L., Gläser, M., Oehler, P. and Rink, D., 2022. *Public Values and the City: Norms, Conflicts, and Negotiation in Urban Planning*. Urban Studies, 59(14), pp.2747–2765. https://doi.org/10.1177/00420980221085856

[19] Miciukiewicz, K., Novy, A., Moulaert, F. and Musterd, S., 2012. *Introduction: Urban regeneration as a socio-political process*. In: F. Moulaert, S. Martinelli, E. Swyngedouw and S. González, eds. 2012. Can Neighbourhoods Save the City? Community Development and Social Innovation. London: Routledge, pp.1–9.

[20] Tóth, K., Koós, B. and Csizmady, A., 2019. *Urban Spaces and Social Segregation in Central Europe*. Hungarian Geographical Bulletin, 68(2), pp.97–111. https://doi.org/10.15201/hungeobull.68.2.1

[21] Arnstein, Sherry R. 1969. *"A Ladder of Citizen Participation."* Journal of the American Institute of Planners 35 (4): 216–224. https://doi.org/10.1080/01944366908977225 .

[22] Forester, John. 1989. *Planning in the Face of Power*. Berkeley: University of California Press.

[23] Healey, Patsy. 1997. *Collaborative Planning: Shaping Places in Fragmented Societies*. Basingstoke: Macmillan.

ПЛАСТИЧНАТА ДЕКОРАЦИЯ НА ОСМАНСКИТЕ ЧЕШМИ В БЪЛГАРИЯ (XV - XIX век)

Мария Матеева[1]

РЕЗЮМЕ:

Настоящият доклад изследва пластичната декорация на османските чешми, изградени на територията на България в периода XV–XIX век. Чешмите са имали практическо предназначение като водоизточници, но като архитектурни елементи са оставили трайна художествена и историческа следа.

Изследването представя разнообразието на декоративните елементи, използвани при изграждането им, като поставя акцент върху тяхната символика.

Докладът разглежда архитектурните и декоративни особености на някои от най-популярните османски чешми в България. В заключение се подчертава тяхната роля като част от културно-историческото наследство, както и необходимостта от тяхното опазване и популяризиране.

Ключови думи: османски чешми, пластична декорация, каменоделство, гравиране, орнаменти, историческо наследство, символика, изкуство, България

PLASTIC DECORATION OF THE OTTOMAN FOUNTAINS IN BULGARIA (15th–19th centuries)

Maria Mateeva[1]

ABSTRACT:

This report explores the plastic decoration of Ottoman fountains built on the territory of Bulgaria in the period of the 15th-19th centuries. The fountains had a practical purpose as water sources, but as architectural elements, they left a lasting artistic and historical mark.

The study presents the diversity of decorative elements used in their construction, focusing on their symbolism.

The report examines the architectural and decorative features of some of the most popular Ottoman fountains in Bulgaria. In conclusion, their role as part of the cultural and historical heritage is emphasized, as well as the need for their preservation and promotion.

Keywords: Ottoman fountains, plastic decoration, stone carving, engraving, ornaments, historical heritage, symbolism, art, Bulgaria.

[1] Мария Матеева, асистент, инженер, ВСУ „Черноризец Храбър“, гр. Варна
Maria Mateeva, Assistant, Engineer, Varna Free University "Chernorizets Hrabar", Varna, e-mail: mariya.mateeva@vfu.bg

1. Увод.

Османските чешми, издигнати между XV и XIX век в България маркират една дълбока промяна в начина, по който местните хора добиват водата. Дотогава снабдяването ставало предимно от кладенци, бунари и извори – култура, в която водата е търсена и изваждана. С появата на османските водопроводи течащата вода пристига при човека, а самата чешма се превръща в благоустроен обществен център. Поставена до пазари, джамии, кервансараи или в дворовете на къщи, тя е част от ежедневните маршрути на хора и животни и дефинира нови социални ритуали – общуване, благотворително раздаване, абдест преди молитва (Миков, 2020) [1].

Непрекъснатият воден поток от чешмата се допълва от богато издялана каменна украса по нейната фасада. Султани, паши и бейове осигуряват средствата за строеж на джамии, ханове, медресета, кервансараи и чешми, а зад художественото изпълнение застават и български майстори-каменоделци, които умело извайвали характерната османска декоративна орнаментика (Любенова, 1961) [2]. Калиграфски благословии, геометрични плетеници, стилизирани цветя и дори зооморфни изображения превръщат всяка чешма в своеобразен каменен надпис – послание за щедрост, вяра и майсторство.

Днес чешмите са тихи хроники на тази взаимна културна обмяна, но много от тях гаснат под действието на ерозия и забрава. Настоящият доклад си поставя за цел да разгледа как изборът на материали, декоративни техники и символични изрази издигат това практично съоръжение в художествен паметник, да проследи ключовите етапи на стиловото му развитие и да подчертае колко ценни са неговата консервация и реставрация.

2. Чешмата като част от османската архитектурна традиция.

Османската чешма (на турски – çeşme) представлява малко архитектурно съоръжение, поставено на възлови обществени места, в дворни пространства или към джамии, медресета, кервансараи и площади. Думата „чешма“ произхожда от персийския корен čashme (извор) и навлиза в българския език чрез турския, като първоначално е обозначавала цялата система за каптаж, водопровод и място за разливане на питейна вода (Миков, 2020) [1]. Съоръжението снабдява хора и добитък с течаща вода, а чрез своята украса и калиграфски надписи напомня за щедростта на дарителя и ислямския идеал за обществено благодеяние.

2.1. Функции и социално значение.

- **Водоснабдителна мрежа.** От XV в. нататък се изграждат системи от каптажи, галерии и глинени тръби. Чешмата е финалният, видим елемент, където водата става достъпна за ползване. За да бъде възможно изграждането на една чешма, е важно водата от извора да тече непрекъснато и да е обилна, което гарантира надеждното ѝ използване и продължителната функция на съоръжението (Матеева, 2019) [3].
- **Място за социални контакти.** Чешмата се превръща в своеобразен обществен кът, където хората спират, разговарят, разменят стоки и новини. По-късните павилионни чешми (на турски - sebil) дори разполагат с пазач, който сипва вода в медни канчета като жест на милосърдие.
- **Ритуално значение.** Често разположени пред джамии, чешмите осигуряват необходимата вода за абдест (ритуално измиване) преди молитва.

2.2. Типология на османските чешми.

- **Площадни чешми** (на турски – meydan çeşmesi) са свободностоящи структури с няколко фасади, разположени в центъра на пазари и площади. Пример за това е „Голямата чешма“ в Самоков (1822 г.) *(Фиг. 1).*

Фиг. 1. „Голямата чешма“, Самоков (1822 г.)
(източник: Хотел “Арена” Самоков - https://x.gd/4UH9l)

- **Стенни чешми** (на турски – duvar çeşmesi) са вградени в зидове на джамии, ханове или къщи и предлагат директен достъп до вода за минувачите. Пример за това е минералната чешма „Дервиш баня“ в Кюстендил (1566 г.) *(Фиг. 2)*.

Фиг. 2. Минерална чешма „Дервиш баня“, Кюстендил (1566 г.)
(източник: Най-добрите места в България - https://x.gd/X8cXe)

- **Павилионни чешми** (на турски – sebil) представляват малки павилиони с решетъчни отвори, където пазач поднася вода на преминаващите. Макар у нас да няма напълно

запазени образци, в Истанбул фонтанът на Абдулхамид I (1777 г.) илюстрира този тип *(Фиг. 3)*.

Фиг. 3. Фонтанът на Абдулхамид I, Истанбул (1777 г.)
(източник: Културен инвентар, Турция - https://x.gd/XdST8)

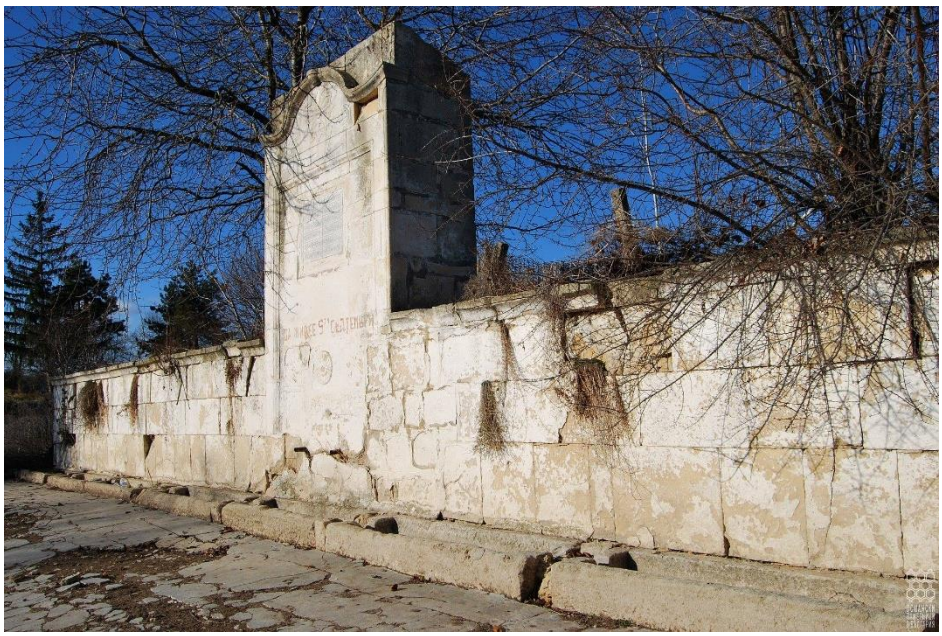
- **Джамийски чешми** (на турски – cami avlusu çeşmesi) се намират в дворовете на джамии и осигуряват вода за абдест преди молитва. Един от най-добрите примери е чешмата в двора на Томбул джамия в Шумен (1744 г.) *(Фиг. 4)*.

Фиг. 4. Чешмата в двора на Томбул джамия, Шумен (1744 г.)
(източник: Вестник „КАПИТАЛ“ - https://x.gd/n7bSH)

- **Домашни (градински)** са по-малки чешми в дворове на частни къщи, предназначени за битови нужди. Пример е чешмата в двора на Чалъковата къща „Нешо-Чалъкова“ в Копривщица (1826 г.) *(Фиг. 5)*.

Фиг. 5. „Нешо-Чалъкова“ чешма, Копривщица (1826 г.)
(източник: хранилище за медийни файлове Wikimedia Commons - https://x.gd/hk3Ic)

- **Крайпътни чешми с**е разполагат до основни пътища и проходи, предлагат корита за добитък и отделни чучури за пътници. Пример е намазгях-чешмата край село Белоградец (1869/70 г.) *(Фиг. 6).*



Фиг. 6. Намазгях-чешмата край село Белоградец (1869/70 г.)
(източник: Facebook група „Османски паметници в България“ - https://x.gd/89WUo)

2.3. Структурни елементи.

Османската чешма се състои от няколко ключови компонента, които заедно оформят цялостната визия:

- **Фасада** – лицевата част с калиграфски надпис и декоративен фриз.
- **Чучур** – метална тръба от бронз или месинг, често допълнена със стилизирана розетка.
- **Ниша** – вдлъбнато пространство, което акцентира чучура и рамкира орнаменталната композиция.
- **Пезул** – вдлъбната ниша на чешмата, предназначена за поставяне на съд за наливане на вода.
- **Корито** – монолитен каменен блок или зидано пространство за събиране на вода.
- **Пиластри и рамки** – вертикални ребра и кантове, придаващи ритъм на фасадата и структуриращи полетата за украса.
- **Покрив** – каменна плоча или керемиден навес, предпазващ от ерозия.
- **Водопроводна камера** – ниша или шахта зад фасадата, където се контролира водният дебит.
- **Розета** – кръгъл или многоъгълен релефен елемент, често рамкиращ чучура.

3. Пластична декорация.

Пластичната декорация на османските чешми представлява симбиоза между материал, майсторство и символика. Всяка техника и избор на материал допринасят за визуалното въздействие и устойчивостта на строежа.

3.1. Основни материали и функции.

Османските майстори работят с разнообразни материали, всеки от които носи своя характер и практическо предназначение:

- **Варовик:** мек и еднороден, подходящ за фини детайли, нишата и релефните панелни фризове често са от този мек камък, който позволява изразително моделиране.
- **Пясъчник:** здрава основа, подходяща за груба архитектурна рамка и корита.
- **Мрамор и гранит:** използвани предимно за чучури и колони, където се изисква блясък, издръжливост и изчистена повърхност.
- **Глазирана керамика (майолика):** внася цветови акценти чрез ярки плочки в синьо, зелено и жълто, подчертавайки ниши и корнизи.
- **Метал (бронз, месинг, желязо):** здрав и устойчив материал, използван за чучури и декоративни решетки.
- **Дърво:** използва се рядко, обикновено за декоративни навеси и рамки при павилионни чешми.

3.2. Традиционни техники на декорация.

За украса на материалите занаятчиите използват разнообразни техники, всяка носеща своя специфичен ефект:

- **Релефна резба –** оформяне на плоски или по-дълбоки мотиви с помощта на длето.
- **Дълбока ажурна резба –** отнема материал през цялата дебелина и създава дантелена живопис със силно изразени светлосянки.
- **Калиграфско гравиране –** прецизно издълбаване на религиозни текстове и посвещения с фино длето върху камък или метал.
- **Инкрустация –** придаване на дълбочина чрез вграждане на цветни камъни, керамични плочки или стъкло в меката варовикова основа.
- **Металообработка –** моделиране на чучури и декоративни решетки чрез отливане и ковашки техники за постигане на фини, сложни детайли.

- **Полихромия и позлата** – нанасяне на минерални бои и тънки златни листове върху декоративни рамки и надписи.

3.3. Стилови етапи.

С течение на времето чешмите адаптират своите форми и украса, отразявайки влияния както от традиционните османски образци, така и от местните традиции:

- **Ранноосмански (XV–ср. XVI в.):** минималистичен облик с равни фасади; водата тече директно от каменна плоча без орнаментика.
- **Класически османски (ср. XVI–XVII в.):** чешмите се издигат във височина, ниши се задълбочават и се появяват изящни растителни орнаменти, които придават изтънчена лекота.
- **Късноосмански - барок (края XVII–XVIII в.):** фасади със сложни извивки и богата флорална орнаментика, допълнени с ярки цветни инкрустации, придаващи динамика и пищност.
- **Неокласика и западно влияние (XIX в.):** връща се симетрията и простотата с прави фронтони, антични колони и гладък мрамор, издигайки чешмата до подобие на малък монумент.

4. Символика на декоративните елементи.

В центъра на декоративната украса на османските чешми стои водата като извор на живот, пречистване и благословия, чието значение е силно вкоренено в религиозни и културни традиции. Чешмата е обогатена с четири стилистични категории мотиви — геометрични, флорални, калиграфски и зооморфни, които придават дълбочина и индивидуалност на нейната пластична украса.

4.1. Геометрични мотиви.

Геометричните мотиви включват разнообразие от фигури – плетеници, многоъгълници, ромбове и спирали, които отразяват идеята за безкрайност и хармония. Често се срещат и звездовидни мотиви, символизиращи божественото съвършенство. Тези геометрични форми са проява на идеята за единство, баланс и вечност *(Фиг.7)*.

Фиг. 7. Геометрични мотиви - Чалъковата чешмата, Копривщица (1825 г.)
(източник: хранилище за медийни файлове Wikimedia Commons - https://x.gd/93Yw2)

4.2. Флорални мотиви.

Флоралните мотиви включват различни стилизирани изображения на цветя като лалета, рози, карамфили, както и лозови листа и пъпки. Лалетата са символ на духовното просветление и чистота, докато розите и карамфилите символизират живот, любов и обновление. Тези мотиви се свързват с представата за хармоничната връзка между човека и природата, носейки послания за преходността на земния живот и непрекъснатия цикъл на прераждане *(Фиг.8)*.

Фиг. 8. Флорални мотиви - Чешмата до Централни минерални бани, София (XVI век)
(източник: Facebook група „Османски паметници в България“ - https://x.gd/ZYPtP)

4.3. Калиграфски мотиви.

Калиграфските надписи са сред най-характерните елементи на османските чешми. Те включват името на дарителя, годината на изграждане, както и различни молитви и благословии. Тези надписи изпълняват двойна роля – предоставят историческа и социална информация и едновременно с това имат защитна функция, която цели духовна защита и благополучие на хората, ползващи водата. Калиграфията е не само художествен израз, но и средство за пренасяне на духовна сила *(Фиг.9)*.

Фиг. 9. Калиграфски мотиви - „Куршун“ чешма, Шумен (1775 г.)
(източник: Facebook група „Османски паметници в България“ - https://x.gd/uVAKu)

4.4. Зооморфни мотиви.

Зооморфните мотиви, макар и по-рядко срещани поради религиозните ограничения, постепенно навлизат в декорацията на чешмите в по-късните периоди. Тези мотиви включват изображения на птици, риби, змии и стилизирани животински глави. Птиците символизират свобода и духовно извисяване, рибите са символ на плодородие и изобилие, а змиите представят идеята за жизнена енергия и обновление. Възрожденските чешми често съдържат изображения със змии, лъвове, гущери и орли, които според народните вярвания предпазват водата и самите чешми от зли сили и негативни въздействия (Миков, 2020) [1]. Тези образи подчертават дълбоката връзка на човека с природата и нейните цикли (*Фиг.10)*.

Фиг. 10. Калиграфски мотиви - Моравенова чешма, Копривщица (1844 г.)
(източник: „Фото моменти“ на Стефан Иванов - https://x.gd/fOI0e)

5. Съвременно състояние и опазване.

Днес запазените османските чешми в България са подложени на значителни изпитания от времето и околната среда. Природните фактори като вятър, дъжд и температурни амплитуди, постепенно изтриват финия релеф и заличават важни надписи. Освен това, много от каптажите и водоснабдителните системи са занемарени или пренасочени, което води до пресъхване на чешмите. Металните чучури често корозират без постоянна вода, а коритата и зидарията на чешмите страдат от напукване и разпадане. В допълнение и човешката намеса, като вандализъм, неправилно почистване и кражба на елементи, допринася за ускоряването на разрухата.

Опазването на тези паметници е изключително важно, тъй като те са не само архитектурни и художествени ценности, но и носители на социална и духовна история. Повишаването на обществената информираност и активното участие на местните общности, заедно с добре организирано сътрудничество между институциите, реставраторите и специалистите са от решаващо значение за ефективната защита и дългосрочното опазване на чешмите. Прилагането на модерни технологии за цифрово архивиране и провеждането на образователни програми също играят важна роля за задълбочаване на познанията и разпространение на ценността на това културно наследство.

6. Заключение.

Османските чешми в България представляват уникално съчетание от функционалност, художествена изразност и символика. Те показват как ежедневната потребност от вода може да се превърне в художествен израз и социален символ, който носи послания за гостоприемство, вяра и сплотеност в общността. Разнообразието от материали, използвани техники и декоративни мотиви, от строгата геометрия на ранните чешми до пищната флорална орнаментика и символичните калиграфски и зооморфни елементи – говори за дълбоката културна взаимовръзка между имперските образци и местните традиции.

В настоящия момент тези исторически обекти се изправят пред множество предизвикателства, произтичащи както от природни фактори, така и от човешка небрежност. Въпреки това, усилията на реставратори, учени, местни общности и граждански организации показват, че значението и чарът на османските чешми продължават да вдъхновяват. Те остават живи мостове между миналото и настоящето, напомняйки ни за нуждата от съхранение и уважение към културното наследство.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Миков, Л., Османски Обществени чешми в България (XV-XIX век), София, 2020, Мюсюлманско изповедание, Главно мюфтийство.

[2] Любенова, И.,Чешмите в България от Възраждането, София, 1961,Държавно издателство „Техника“.
[3] Матеева, М., Чешмите в България от Възраждането, Варна: Унив. изд. ВСУ Черноризец Храбър, 2019, стр. 605-614.
[4] Мичев, И., Старите чешми на Варна. Описание от XVII – XX век, Варна, 2007, Книгоиздателство „Зограф“.
[5] Попов, И., Чешмите около и във Варна, Варна, Издателство ОНГЪЛ, 2025.
[6] https://opoznai.bg/cheshmi (последно прегледан 07.05.2025)
[7] https://istanbultarihi.ist/712-fountains-and-sebils-of-istanbul (последно прегледан 07.05.2025)
[8] https://evrenseldegerler.org.tr/osmanlida-hayir-sanati-cesmeler/ (последно прегледан 07.05.2025)
[9] https://www.zdergisi.istanbul/makale/cesme-basinda-cicekler-51 (последно прегледан 07.05.2025)
[10] https://kulturenvanteri.com/en/yer/abdulhamid-sebili-ve-esmeleri/#17.1/41.010212/28.9786 (последно прегледан 07.05.2025)
[11] https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/4131853 (последно прегледан 07.05.2025)
[12] https://x.gd/0kkYT (последно прегледан 07.05.2025)
[13] https://x.gd/r6uEr (последно прегледан 07.05.2025)
[14] https://istanbultarihi.ist/704-the-phase-of-radical-changes-in-istanbuls-architecture-the-xviiith-and-xixth-centuries (последно прегледан 07.05.2025)
[15] https://www.facebook.com/ottomanbul (последно прегледан 07.05.2025)
[16] https://x.gd/OtXRu (последно прегледан 07.05.2025)

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

БЪДЕЩЕТО НА ЗАТВОРЕНИТЕ ЖИЛИЩНИ КОМПЛЕКСИ. АВТОРОВА ВИЗИЯ

Камен Добрев[1]

РЕЗЮМЕ:

Технологичните иновации ще бъдат в основата на трансформацията на затворените жилищни комплекси, а увеличаващата се обществена осведоменост за неравенство ще събуди допълнителна адаптация — от затворени анклави към градски експериментални пространства. Новите сценарии за тези комплекси търсят начин да преодолеят празнината между автономията (пример: *The Sustainable City* в Дубай, с 50% въглероден отпечатък) и парадигмите за сегрегация и социално разединение.

На глобално ниво те ще имат бъдеще, ако успеят да се пренастроят — въпрос, който е тясно свързан и зависи от регионалните аспекти: те вече направиха напредък в Азия и Близкия изток като технологични хъбове, докато в Европа съществуващият натиск за интеграция води до възникване на „хибридни“ модели (например: Гранада, Испания).

Как техните форми ще се развиват, е не само предизвикателство за градското планиране, но и поставя въпроси свързани с изолацията в социален аспект и необходима креативна интеграция.

Ключови думи: Затворени жилищни комплекси, технологични иновации, урбанистична устойчивост, социална сегрегация

THE FUTURE OF GATED COMMUNITIES. AUTHOR'S VISION

Kamen Dobrev[1]

ABSTRACT:

Technological innovation will be at the heart of the transformation of gated communities, and increasing public awareness of inequality will awaken further adaptation - from gated enclaves to urban experimental spaces. New scenarios for these complexes seek to bridge the gap between autonomy (example: The Sustainable City in Dubai, with a 50% carbon footprint) and paradigms of segregation and social disconnection.

At the global level, they will have a future if they manage to realign themselves, a question that is closely linked and dependent on regional aspects: they have already made progress in Asia and the Middle East as technological hubs, while in Europe the existing pressure for integration is leading to the emergence of hybrid models (example: Granada, Spain).

How their forms will evolve is not only a challenge for urban planning, but also raises issues of social isolation and necessary creative integration.

Keywords: Gated housing estates, technological innovation, urban sustainability, social segregation

[1] Камен Добрилов Добрев, асистент, архитект, Архитектурен факултет, ВСУ „Черноризец Храбър“
Kamen Dobrilov Dobrev, asst. arch, Faculty of architecture, Varna Free University, kamen.dobrev@vfu.bg

1.Увод

Затворените жилищни комплекси възникват в края на 20-ти век, най - изявено като отговор на нарастващите нужди от сигурност и желание за социален статус [1]. Те предлагат контролирана среда, която обещава комфорт и изключителност. Днес обаче тези комплекси срещат предизвикателства породени от технологичен напредък, екологични проблеми, икономически аспекти и променящи се социални нагласи [2][3].

В концепцията на **умните градове** и тяхното планиране**, тези** комплекси намират нови области за развитие. Като архитект, виждам в тях потенциал за трансформация - от символи на изолация към пространства, които вдъхновяват и обединяват. Този доклад няма намерението да определи как точно трябва да „изглеждат в бъдеще" – Затворените жилищни комплекси. Моята цел е да разгледам някои предпоставки за бъдещо развитие в тези комплекси, съотнесено с технологични иновации, Изкуствен Интелект, производни системи и тяхната интеграцията в нашата жилищна материя.

2. Технологии

Бих предположил че, технологиите са ключът към обновлението на затворените жилищни комплекси. Умни домове, интегрирани с различни интелигентни системи за управление на енергия и ресурси, високотехнологични устройства за сигурност и други въведения, променят начина, по който обитателите взаимодействат с пространството и заобикалящата ги среда. Възобновяеми енергийни източници, като слънчеви панели и геотермално отопление, намаляват екологичния отпечатък и повишават ефективността на обитаемите площи.

Пример за това е The Sustainable City в Дубай *(фиг.1)* – комплекс, който постига 50% по-нисък въглероден отпечатък чрез ВЕИ системи, цикъл за рециклиране на водни ресурси и чрез други енергийно ефективни методи [4]. Този модел доказва, че технологиите могат да направят затворените комплекси не само удобни, но и екологично отговорни.

Фиг. 1 Изображение – https://www.bayut.com/mybayut/pros-cons-living-sustainable-city/

3. Социални и екологични предизвикателства, регионални различия

Затворените комплекси често биват критикувани за социална сегрегация, тъй като се приема че, изолират обитателите си от градската общност [5]. Това може да засили определени условия за създаване на неравенство и да ограничи достъпа до обществени ресурси. Строителството им често разчита на енергоемки материали, което увеличава замърсяването, вместо да подходи към вече доказали се енергийно - ефективни материи и технологии с нисък въглероден отпечатък.

Развитието на затворените комплекси се различава глобално. В Азия и Близкия изток те са технологични хъбове - например Masdar City *(Фиг.2)* в Абу Даби, проектиран като нулево емисионен град [6].

В Европа обаче фокусът е върху интеграцията и все повече се срещат „хибридни модели“ като, полузатворени, псевдозатворени, символични и отворени жилищни комплекси [7][8].

Фиг.2 Изображения - https://www.archdaily.com/517456/inside-masdar-city

4. Етични дилеми, регулации и визия за бъдещето

Сигурността в затворените комплекси често идва за сметка на поверителността, което поражда етични въпроси. Регулациите са от решаващо значение – сътрудничеството между частния и публичния сектор може да гарантира баланс между автономия и социална отговорност [9].

Моята визия е затворените комплекси да се превърнат в устойчиви, самодостатъчни общности – отворени към креативност и обществена синергия. Представям си пространства, които комбинират материали и интелигентни технологии за геотермално отопление и охлаждане, ВЕИ и независими енергийни системи (пасивен солар), пречиствателни, рециклиращи, преработвателни инсталации, системи за рекуперация на ресурси, които се управляват чрез Изкуствен Интелект, почти автономно. Широка достъпност и социален прилив в градската тъкан ще подчертават екстровертния характер на множество споделени пространства и отворени зони за : обитаване, рекреация, работа, обучение, хуманитарни науки, изкуства и други функции съобразени с обитателите на комплексите. *(Например: Работни кътове с 3Д принтери и роботизирани машини ще осигуряват възможност не само на обитателите на комплекса, но и живущи от други места да се възползват от тях).* Обработване на земеделски площи за собствени мини стопанства с напреднали био технологии ще осигуряват допълнителни продоволствия и блага [10].

Високи компютърни продукти, използване на Изкуствен интелект, Blockchaine и релевантни технологични новости ще бъдат тригери за еволюционно развитие в „затворените“ комплекси.

5. Изкуствен интелект

Изкуственият интелект (ИИ) и неговите производни, според мен ще бъдат технологиите, които ще променят начина, по който затворените жилищни комплекси ще функционират в бъдеще, това ще бъде следствие на общата тенденция към използване на данни и ИИ за по-интелигентно, ефективно и устойчиво градско управление [11][12]. Технологичната интелигентност ще бъде целево търсена във всяка сфера, която може да бъде подобрена чрез нейното внедряване.

Изкуственият интелект ще бъде в основата на взаимодействие в бъдещите затворени комплекси, (подобно на тенденциите за Интелигентни градове) като подобрява сигурността, енергийната ефективност и ежедневното управление [13]. Умните системи за сигурност, базирани на ИИ, използват технологии като лицево разпознаване, анализ на поведението и

мониторинг в споделени мащаби, за да осигуряват по-високо ниво на защита [14][15]. Освен това, ИИ ще оптимизира енергийното потребление чрез управление на инфраструктурни и други системи в зависимост от нуждите на обитателите [16].

Пример за успешно приложение на ИИ е Songdo International Business District в Южна Корея *(Фиг.3)*, където ИИ системите управляват трафика и енергията, намалявайки замърсяването и подобрявайки качеството на живот [17][18].

Фиг.3 Изображение – https://archdaily.com

6. Blockchain технологии

С възникването на Blockchain технологиите, се появява възможността за тяхната интеграция и в интелигентните жилищни форми [19]. Криптовалутите ще подкрепят финансовата автономия на затворените комплекси, като позволят на общностите да създават и използват собствени цифрови валути (така наречени токени) за вътрешни транзакции, поддръжка и услуги.

Blockchain системите намират все по широко приложение в различни области на нашия живот. Пример за това е Brooklyn Microgrid, където блокчейн се използва за управление на децентрализиран енергиен пазар, позволяващ на жителите използващи слънчеви панели да търгуват излишната енергия помежду си. Друг пример е Естония: Страната е пионер в използването на блокчейн за дигитално управление чрез програмата e-Residency, която предоставя защитена цифрова идентичност, базирана на блокчейн, за достъп до публични и частни услуги [19].

7.Заключение

Нашия хабитат ще претърпи коренна промяна с нарастващата популяризация на ИИ и хибридни ИИ технологии, което според мен обуславя технологична „революция“ в която се намираме в момента. Роботика и квантумно - производни продукти , допълнително ще онагледят съвременната технологична „революция“ и ще разширят предизвикателствата пред които ще бъдат изложени бъдещите „затворени“ жилищни комплекси в технологично ориентирана среда. Тези комплекси могат да бъдат повече от затворени анклави - те имат потенциала да станат модели на устойчивост и интеграция. С иновации, креативност и сътрудничество между секторите, те ще оформят бъдещето на градското планиране с оптимизъм и визия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Scopes, Jonathan & Roitman, Sonia. (2012). Gated communities: Definitions, causes and consequences. Proceedings of the ICE - Urban Design and Planning. DOI:10.1680/udap.11.00026

[2] Mahgoub, Yasser & Khalfani, Fatma. (2012). Sustainability of Gated Communities in Developing Countries. Developing Country Studies. 2. 53-63. https://www.researchgate.net/publication/259640195_Sustainability_of_Gated_Communities_in_Developing_Countrie

[3] Rafie Manzelat, Reihaneh. (2016). Gated Communities and Sense of Community: A Review on the Social Features of Gated Communities. International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering. 10. 671 - 676. https://www.researchgate.net/publication/317823524_Gated_Communities_and_Sense_of_Community_A_Review_on_the_Social_Features_of_Gated_Communities

[4] https://thesustainablecity.com/cities/dubai/, https://thesustainablecity.com/cities/sharjah/, https://thesustainablecity.com/cities/abudhabi/, https://thesustainablecity.com/cities/yiti/

[5] Дандолова, И. Затворените жилищни комплекси и социалните неравенства. 2011, с. 46-49.

[6] Jin, Jiayi. (2012). Urban design for sustainability: A case study of the carbon-neutral "Masdar City" in Abu Dhabi. https://www.masdarcity.ae/about-masdar-city

[7] Baldán, Henar, José Manuel Torrado, and Joaquín Susino. 2024. "Beyond Gated Communities: A Typology of Residential Compounds in Granada" Land 13, no. 8: 1116. https://doi.org/10.3390/land13081116

[8] Mark Nieuwenhuijsen, Audrey de Nazelle, Marta Cirach Pradas, Carolyn Daher, Angel M. Dzhambov, Cynthia Echave, Stefan Gössling, Tamara Iungman, Haneen Khreis, Nicolina Kirby, Sasha Khomenko, Ulrich Leth, Florian Lorenz, Vlatka Matkovic, Johannes Müller, Laia Palència, Evelise Pereira Barboza, Katherine Pérez, Lambed Tatah, Jernej Tiran, Cathryn Tonne, Natalie Mueller, The Superblock model: A review of an innovative urban model forsustainability, liveability, health and well-being, Environmental Research, Volume 251, Part 1,2024,118550, ISSN 0013-9351, https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118550.

[9] Търсанков, Й. Жилищните комплекси - забравен градоустройствен проблем. 2021, с. 100-106.

[10] Cohen, N., Stein, M., Hancock, A., Morales, A. (2024). The Practical Ethics of Urban Agriculture in Public Housing. In: Raja, S., Caton Campbell, M., Judelsohn, A., Born, B., Morales, A. (eds) Planning for Equitable Urban Agriculture in the United States. Urban Agriculture. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32076-7_10

[11] Ejaz, Umair & Ramon, Wasiu & Olaoye, Godwin. (2025). The Role of Big Data and AI in Smart Cities and Urban Planning.

[12] Jha, Avinash & Ghimire, Awishkar & Thapa, Surendrabikram & Jha, Aryan & Ahirwar, Ritu. (2021). A Review of AI for Urban Planning: Towards Building Sustainable Smart Cities. DOI: 10.11648/j.ajai.20240802.13

[13] Ullah, Aman & Quddusi, Syeda & Haider, Iftikhar. (2024). Incorporation of Artificial Intelligence in Enhancing Quality of Life in Smart Cities. American Journal of Artificial Intelligence. DOI: 10.11648/j.ajai.20240802.13

[14] Zia, Furqan & Siddiqua, Maria & Ahmed Ouameur, Messaoud & Bagaa, Miloud & Al-Turjman, Fadi. (2025). Securing the Future: A Survey on Smart Home Security in IoT-Integrated Smart Cities. Advances in Networks. DOI: 10.11648/j.net.20251201.11

[15] Alzyoud, Faisal & Al-Falah, Ruba & Tarawneh, Monther & Tarawneh, Omar. (2024). Security Challenges and Solutions in Smart Cities. DOI: 10.1007/978-3-031-56950-0_22

[16] Karger, Erik & Rothweiler, Aristide & Brée, Tim & Ahlemann, Frederik. (2025). Building the Smart City of Tomorrow: A Bibliometric Analysis of Artificial Intelligence in Urbanization. Urban Science. DOI:10.3390/urbansci9040132

[17] Lee, Sang Keon, Heeseo Rain Kwon, HeeAh Cho, Jongbok Kim, and Donju Lee. 2016. International Case Studies of Smart Cities: Songdo, Republic of Korea. https://doi.org/10.18235/0007012
[18] Idil Ayral* and Seung Won Cha. (2024). Songdo: A Case Study of Underutilized Public Spaces. IJSSH 2024 Vol.14(3): 97-103 doi:10.18178/ijssh.2024.14.3.1200 https://www.ijssh.org/article/1647
[19] Pasupuleti, Murali Krishna. (2024). Blockchain-Driven Smart Cities: Securing and Connecting Urban Futures. DOI: 10.62311/nesx/905780
[20] Israel, Onilari. (2025). Steemit and Decentralized Finance: A Case Study on Blockchain-Driven Community Engagement.
[21] Le Goix, Renaud. (2005). Gated Communities: Sprawl and Social Segregation in Southern California. Housing Studies. DOI: 10.1080/02673030342000331808
[22] Le Goix, Renaud & Webster, Chris. (2006). Gated Communities, Sustainable Cities and a Tragedy of the Urban Commons. Critical Planning. 13. first draft : 01/2006. HAL-SHS published version : 11/05/2006 Final publication : 07/2006 - LE GOIX, Renaud, and Chris J. WEBSTER. "Gated communities, sustainable cities and a tragedy of the urban commons." Critical Planning, no. 13 / Summer 2006 (2006) https://shs.hal.science/file/index/docid/110046/filename/FINAL_LeGoix-Webster_062006_diff.pdf
[23] Roitman, S. (2010), “Gated Communities: definitions, causes and consequences”. Urban Design and Planning (ICE), Vol. 163 (DP1) March

КОМПОЗИЦИЯ НА АРХИТЕКТУРНАТА ФОТОГРАФИЯ

Стела Ташева[1]

РЕЗЮМЕ:

В изследването се систематизират композиционни схеми, удачно използвани в архитектурната фотография. Разглеждат се подбрани примери от края на XX и началото на XXI век. Образните решения се проследяват съобразно своя мащаб и плановите схеми на заснетите сгради. Анализират се и емоционалните връзки във фотограските образи. Цел на статията е формулирането на добри практики в областта.

Очакваните резултати са в теория и история на съвременната архитектура.

Ключови думи: композиционна схема, фотография, архитектурно изображение, визуална семиотика

COMPOSITION OF ARCHITECTURAL PHOTOGRAPHY

Stela Tasheva[1]

ABSTRACT:

The study systematizes compositional schemes used successfully in architectural photography. Selected examples from the late 20th and early 21st centuries are followed. The photos are examined according to their scale and the floor plans of the photographed buildings. The emotional connections shared in the resulting shots are also analyzed. The aim is to formulate good practices in the field.

The expected results are in the theory and history of contemporary architecture.

Keywords: compositional scheme, photography, architectural image, visual semiotics

[1] Проф. д-р арх. Стела Борисова Ташева, ЛТУ,
Prof. arch. Stela Borisova Tasheva, PhD, stelabt@gmail.com

1. Увод и методи на изследването.

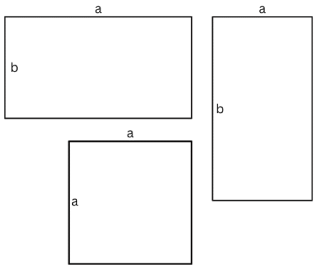
Архитектурната фотография се занимава с изображения на сгради, интериори и градска и природна среда в близост. В настоящата статия се приема, че тя съчетава елементи от изкуствата като фотография, архитектура и дизайна, без да се навлиза в дълбочина в културологичните стойности на съвременните артистични творби и философски категории. Акцентът е поставен на професионалните архитектурни фотографии, които целят правдиво представяне на избраната сграда или пространство, (при цялата условност на определянето на фотографски изображения като такива). Ето защо в текста не се разглеждат и фотографски жанрове като „градски живот“, „градски пейзаж“, „индустриална фотография“„уличен бит“ и пр. Избягват се и изцяло рекламни предложения, както и артистични експресии, или прекалено манипулиращи възприятията похвати, целящи да представят обектите в „компенсиращи“ размери, пропорции и материали.

Най-общо архитектурната фотография се използва, за да представи вярно и визуално сградни проекти и дизайн, вкл. като подпомага запазването на историческата среда и архитектурните културни ценности. В този смисъл, тя е едновременно извадка, надграждане и превод на пространствената архитектурна композиция, но в двумерен формат. всичко това не изключва естетическото разбиране за фотографията в показаните примери, нито техните възможности да внушават емоции в наблюдателя. (И самата архитектура неизбежно внушава емоции.) Към днешна дата, освен работа на професионалисти, фотографията може да бъде дело и на изкушени любители, но тук са проследени предимно професионални кадри. В настоящата скромна по обем статия не се разглеждат и фототехнически и софтуерни основи и решения. Тук се извършва класификация на прилаганите композиционни схеми[2], единствено съобразно мащаба и дистанцията на обектите и се подбират насоки и добри практики.

В изложението се спирам най-вече на подходите в заснемането на сгради, интериори и съоръжения, добили масово разпространение в края на XX и началото на XXI век в България. Анализираният снимков материал е подбиран от архитектурни списания [1,2], публикации в професионалната преса [3], както от известни фото-студиа [4 ,5, 6, 7].

2. Класификация на примерите и дискусия.

Класическото разбиране на композицията при двумерното изображение обичайно следва избрания формат на представяне – най-често той е хоризонтален, вертикален или с квадратна форма *Фиг. 1*.



Фиг. 1. Формат на изображението.

В изложението няма да се отчита разнообразието от екранни пропорции а:в (4:3, 5:4, 16:9, 16:10 и др.), нито специфични рамкови форми като овал или многоъгълник, тъй като често се налага прехвърляне, изрязване и преформатиране на изображенията.[3] Дори самото възприемане от зрителя днес не е статичен етап, а представлява продължаващ във времето

[2] Най-общо казано, композиционните схеми са модел, маркиращ разположението и съотношенията на обектите в двумерното изобразително поле.

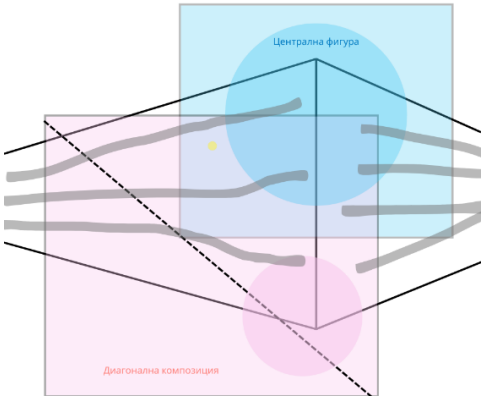
[3] Разбира се, артистичното решение на фотографското изображение е завършена творба, която проследява фино кадрирането, но този вид произведение на изкуството не е в обхвата на статията.

процес, вкл. приближаване и отдалечаване (зуумиране). Често се среща и необходимост от едновременен достъп до една и съща публикувана онлайн фотография чрез устройства с разноформатни екрани и цветови възможности. Използват се и динамични, прекарвани през рамки в реално време елементи за подвеждане към страници и проекти, например подобен е сайтът на Явор Стаменов [4]. Това води вкл. до масовизирането на композиционни схеми, които с лекота се модифицират за повече от една възможности.

В популярни фотографски наръчници често се отчита и не така динамичния характер на архитектурата и дизайна [8]. В някои случаи това е определяно като „скучно“ за набюдателя. Затова редица творби компенсират „статичността“ в изображението с включване маркетингови трикове като привлекателни човешки фигури, лайфстайл аксесоари, флора и фауна. Друго опит да се противостои на „сухотата“ и „липсата на движение“ при архитектурния образ е изборът на нестандартна перспектива: със силно отместен хоризонт, с птичи или мравчи поглед. „Когато предметът [на фотографията] бъде представен в необичайно положение, невъзможността за непосредствено и безхитростно верифициране на изобразеното активира вниманието на наблюдателя“, обяснява в лекционния си курс изтъкнатият философ Цочо Бояджиев [9]. Но въпреки че неочакваните ракурси могат да бъдат много предизвикателни и артистични, в професионалната архитектурна фотография те се ползват рядко. Вероятно, прекалеността на сценографската им концепция и подвеждането на наблюдателя често довеждат до неразбиране и разочарование при посещение на сградата „на живо“.

В статията са проследени следните именно композиционни подходи: централна фигура, диагонал и линейно насочване, контурно изрязване и рамкиране, сянка и отражение, фон-матрица, както и комбинации между тях. Тяхната систематизация е предложена в *Табл. 1*. Илюстрирането на композиционните схеми е посредством идеограми. Във връзка с опазването на авторското право, примерите към тях са два типа: директно включени изображения от XX век (сп. Архитектура до 1985 г.[4]) както и снимки на съвременни студиа, показани с онлайн връзки. Важно е да се уточни и че композиционните схеми като артистично средство подлежат на субективна трактовка и неизбежно имат условен характер. Т.е. тук е илюстриран и схематично обозначен преобладаващия тип на композиране, като при визуално „изравняване“ на подходите те могат да бъдат отнесени в раздел „комбинации“.

Следва да се прави и разделение между характеристиката на гледната точка и същността на композиционния подход. Спрямо позицията на наблюдателя, размерите и характера на зрителното поле, изображенията обичайно биват групирани на такива с една, две, три или повече убежни точки, вкл. панорама или верторама. Но композиционният подход често надгражда избраното перспективно решение. Например, перспектива с две или три убежни точки може да бъде разгледана както в композиция с централна фигура, така и в диагонална схема *Фиг.2*, или да бъде вариант на композициите с отражения, изрязване и т.н. Тази с една убежна точка на свой ред, може да се вид при централни фигури, изрязване, фон-матрица и др.



[4] Благодарение на САБ, **всички** броеве на списанието са достъпни на сайта на САБ [2].

Фиг. 2.Варианти за композиране на перспектива с две убежни точки.

„Централна фигура“ е често срещан композиционен подход, при който основният обект в изобразителното поле е поставен в близост до геометричния му център. Във фотографията той е предпочитан при изобразяването на свободно стояща, единична сграда. Предполага се обаче тя да може да бъде наблюдавана от достатъчно растояние, за да се „побере“ в кадъра.

Формите на насочване на погледа към ефектна точка по диагонала на композицията, са друг популярен подход в областта. Те се постигат посредством приплъзващи се динамични прави или плавно извити линии „водещи“ очите извън центъра на изобразителното поле. В някои случаи тези схеми са неизбежни: например, когато няма подходяща позиция, от която цялата сграда може да бъде „събрана“ в снимката. Тогава изображението се фокусира върху вътрешен или външен ръб на зданието, а останалите части на обекта продължават извън кадър. В други случаи, линиите на преден план визуално подчертаят тектониката на архитектурната форма, като проследяват контурите на етажи, пространства и покриви.

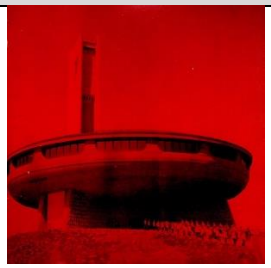
Композициите с контурно „изрязване“ на небесен или друг фон както и тези с поглед през визуална рамка (растения, скали, отвори на други сгради и т.н.) около архитектурния обект също се срещат при едри обекти, които няма от къде да се проследят самостоятелно. Основен акцент при тях е изграждането на усещане за пространство, допълващо разбирането за големия обект на сградата. За тази цел, фотографите създават контрастно визуално отношение: пълно-празно, ажурност-маса, едро – дребно машабиране на фактура и текстура.

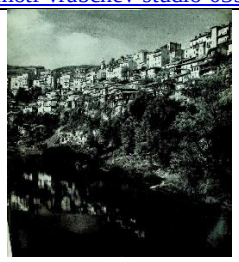
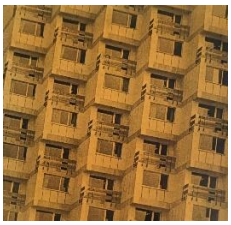
За мен популярността на архитектурните фотографии, развити около отражения и сенки, в голяма степен нараства заедно с възможностите и достъпността на технологията на заснемане. Ранните фотографии на „игрите на светлината“ често използват архитектурната или интериорната среда като средство на авторския замисъл, който е отвъд образа на сградата. Днес обаче е въпрос на чест да се представи характера на повърхността на избраните обекти с висока точност и по този начин да се акцентира на ценността и качеството на средата. В това направление сенките и отраженията са безценен ресурс, чиято коректна употреба може дълбоко да впечатли зрителя.

Равномерната подредба на еднакви или сходни отвори, издатини, обекти на дизайна или аксесоари, като своего рода предметна канава или матрица също привлича интереса на фотографите в разглеждания период. Тя може да бъде проследена в ортогонален вариант или да бъде завъртяна под ъгъл съобразно авторското усещане. При съвсем близка дистанция подобни фотографии могат да се превръщат и в планове на „детайла“, но постепенно губят информативността си за цялостния обект.

Комбинациите от изброените подходи също стават все по-популярни. Има множество варианти на сложен профил на сградата „разрязващи“ диагонално небето или на едновременна заигравка на централен или диагонален обем със светлинни и/или матрични образи.

Табл. 1. Композиционни схеми

N	Композиционен подход	Схема	Пример
1	Централна фигура		 [10]
	https://kalinpanchev.com/portfolio/#portfolio-2 https://yavorstamenov.com/wp-content/uploads/2024/08/DSC_5591.jpg https://vrabchev.com/wp-content/uploads/2023/05/vrabchev-interiorna-fotografia-0032-jpg.webp		

	https://vrabchev.com/wp-content/uploads/2023/05/vrabchev-photography-travel-fotograf-sofia-0006.jpg Корица: https://gradat.bg/spisanie/broy-62016-dekemvri-yanuari		
2	Диагонали и линейно насочване		[11] [12]
	https://yavorstamenov.com/wp-content/uploads/2020/06/Interior_photography_5.jpg https://assenemilov.co.uk/willows-house-london-rado-designarchitecture https://vrabchev.com/wp-content/uploads/2023/05/vrabchev-interiorna-fotografia-0009-jpg.webp		
3	Контурно изрязване и рамка		[13] [14]
	https://assenemilov.co.uk/jaclyn-building https://kalinpanchev.com/portfolio/#portfolio-28 https://vrabchev.com/wp-content/uploads/2023/05/zasnemane-na-hoteli-i-imoti-vrabchev-studio-0351.jpg		
4	Сянка и отражение		 [15]
	https://kalinpanchev.com/portfolio/#portfolio-8 https://vrabchev.com/wp-content/uploads/2023/05/7IV01391-jpg.webp https://yavorstamenov.com/wp-content/uploads/2024/08/dsc-0536-edit.jpg Корица: https://gradat.bg/spisanie/broy-62017-noemvri-dekemvri , https://gradat.bg/spisanie/broy-62017-noemvri-dekemvri-0		
5	Фон-матрица		[16]  [17]
	https://kalinpanchev.com/portfolio/#portfolio-43 Корица: https://gradat.bg/spisanie/broy-12021, https://gradat.bg/spisanie/broy-32021 Корица: https://bularch.eu/year/2016/#book_magazine_10221/		

3. Заключение.

В настоящата статия накратко са систематизирани някои от популярните композиционни подхода в архитектурната фотография в края на XX и началото на XXI век. Те (разбира се) не са рожба единствено на „фотографската камера“, а могат да се намерят в множество картини, стенописи, графики и пр. изображения през целия период на развитието на изкуството в човешката цивилизация. Именно днес обаче технологията позволява успешното им прилагане и използването има както от професионалисти, така и от любители, а дори и от автоматизирани софтуерни хардуерни решения. „Изключвайки стоящото извън рамката на кадъра, фотографията по нататък редуцира или придава друг смисъл на реалните отношения на обекта с останалите заобикалящи го предмети,“ пише Цочо Бояджиев [18]. Към днешна дата изместването на хартиения носител от разнородни дигигитални платформи, както и надграждането на фотографския образ с технологии на аугментираната или виртуалната

реалност към днешната дата напълно изменят разбирането за рамка и за отделяне на образа от реалността. Дали и в каква степен двумерната композиция (и показаните тук схеми) в този смисъл ще запазят способността си за правдиво предаване на архитектурата внушаване на адекватно за нея усещане в наблюдателя, вероятно ще разберем в бъдеще.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Gradat.bg. [Online]. Available: https://gradat.bg/spisanie. [Accessed: 23-Apr-2025].

[2] Списание Архитектура - САБ. [Online]. Available: https://bularch.eu/spisanie-arhitektura/. [Accessed: 23-Apr-2025].

[3] Stroiinfo | Стройинфо. [Online]. Available: https://stroiinfo.com/. [Accessed: 23-Apr-2025].

[4] Разгледайте мойте снимки за архитектурна и интериорна фотография…,Yavor Stamenov, 15-Aug-2024. [Online]. Available: https://yavorstamenov.com/projects-interior-photography/. [Accessed: 29-Apr-2025].

[5] K. Panchev, Интериорна фотография от Калин Панчев, 02-Feb-2015. [Online]. Available: https://kalinpanchev.com/. [Accessed: 29-Apr-2025].

[6] Assen Emilov, Assenemilov.co.uk. [Online]. Available: https://assenemilov.co.uk/projects. [Accessed: 29-Apr-2025].

[7] Architecture Photography Services – Vrabchev Studio, Vrabchev.com. [Online]. Available: https://vrabchev.com/services/architecture-photography/. [Accessed: 29-Apr-2025].

[8] М. Радева, Архитектурната фотография и нейните особености, Stroiinfo | Стройинфо, 31-May-2023. [Online]. Available: https://stroiinfo.com/architekturnata-fotografia-i-neinite/. [Accessed: 29-Apr-2025]

[9] Ц. Бояджиев, Философия на фотографията (второ допълнено издание). Издателство “Изток-Запад.” 2020, 51

[10] Корица: Дом-паметник на връх Бузлуджа, арх. Георги Стоилов, Архитектура, бр. 10, 1981, снимка: Емил Манджаров

[11] Корица: Зала ЦСКА „Червено знаме“, София, арх. Евлоги Цветков, Архитектура, бр. 2, 1964, снимка: Любен Яричков

[12] Корица: Изглед от първи жилищен комплекс в Козлодуй, Архитектура, бр. 2, 1977, снимка: Деяна Стаматова

[13] Корица: Общ Изглед на едропанелния хотел на Слънчев бряг, Архитектура, бр. 2, 1966, снимка: Любен Попов

[14] Корица: Хотел Рига в Русе, арх. Евлоги Цветков, Архитектура, бр. 9-10, 1975, снимка: Антон Ганев

[15] Корица: Велико Търново, изглед от река Янтра, Архитектура, бр. 9-10, 1966, снимка: Торос Хорисян

[16] Корица: Велико Търново, панорамен изглед от югозапад, Архитектура, бр. 1, 1965, снимка: Торос Хорисян

[17] Корица: Детайл от фасадата на хотел Ровно, Видин, Архитектура, бр. 8, 1978, снимка: неописано.

[18] Ц. Бояджиев, Философия на фотографията (второ допълнено издание). Издателство “Изток-Запад.” 2020, 50.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ НА СИМ (СТРОИТЕЛНО-ИНФОРМАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ) В СТРОИТЕЛСТВОТО

Мартина Стоянова[1], Орлин Давчев[2]

РЕЗЮМЕ:
Изследват се историята, развитието и значението на Строително-информационното моделиране (СИМ) в строителството. Представени са ключовите концепции, включително преминаването от CAD към СИМ и основните му принципи. Анализирана е еволюцията на СИМ, стандартизацията и интеграцията с нови технологии. Разгледани са предимствата на СИМ като по-добра координация, намаляване на разходите и устойчиво строителство. Също така са посочени предизвикателствата пред неговото внедряване – високи разходи, липса на стандарти и съпротива към промяната. Очертават се бъдещи насоки за развитие на СИМ, включително многомерното моделиране, изкуствения интелект и IoT, както и нарастващото му значение за строителната индустрия.

Ключови думи: Строително-информационно моделиране, CAD, цифрово моделиране, СИМ софтуер, стандартизация, многомерно моделиране, Интернет на нещата, дигитализация.

HISTORY AND DEVELOPMENT OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Martina Stoyanova[1], Orlin Davchev[2]

ABSTRACT:
The history, development, and significance of Building Information Modeling (BIM) in construction are examined. Key concepts are presented, including the transition from CAD to BIM and its fundamental principles. The evolution of BIM, its standardization, and integration with new technologies are analyzed. The advantages of BIM, such as improved coordination, cost reduction, and sustainable construction, are discussed. Additionally, challenges to its implementation—high costs, lack of standards, and resistance to change—are highlighted. Future directions for BIM development are outlined, including multi-dimensional modeling, artificial intelligence, and IoT, as well as its growing importance for the construction industry.

Keywords: Building Information Modeling, CAD, digital modeling, BIM software, standardization, artificial intelligence, multidimensional modeling, Internet of Things, digitalization.

[1] Мартина Стоянова, арх, докторант към Архитектурен факултет на Университет по архитектура, строителство и геодезия (УАСГ)
Martina Stoyanova, Arch., PhD Student at the Faculty of Architecture, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy (UACG), martin.kovacheva@gmail.com
[2] Орлин Давчев, проф. д-р арх., Университет по архитектура, строителство и геодезия (УАСГ)
Orlin Davchev, Prof. Dr. Arch., University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy (UACG), o.davchev@uacg.bg

1. Увод.

През последните десетилетия строителната индустрия преживява значителна трансформация под влиянието на цифровите технологии. Сред най-съществените иновации се откроява информационното моделиране на сгради (СИМ), което променя фундаментално начина, по който се проектират, изграждат и управляват сгради и инфраструктура. СИМ не е просто софтуерна платформа, а цялостна методология, основана на интеграцията на данни, визуализация в реално време и сътрудничество между участниците в строителния процес.

Настоящият доклад има за цел да проследи историческото развитие на СИМ – от ранните форми на компютърно подпомагано проектиране до съвременните многомерни цифрови модели, които обхващат целия жизнен цикъл на един строителен обект. Ще бъдат разгледани ключовите етапи от еволюцията на технологията, нейните предимства, предизвикателствата при внедряване, както и перспективите за бъдещо развитие. Разбирането на този процес е от съществено значение за професионалистите в областта на архитектурата, строителството и управлението на сгради, тъй като СИМ се превръща в неотменима част от дигиталната трансформация на сектора. Както посочва доц. д-р арх. Боян Георгиев, „Въвеждането на СИМ не е просто технологичен скок, а културна трансформация, която изисква преосмисляне на професионалната роля, комуникацията и отговорностите на участниците в инвестиционно-строителния процес“ [1]. Настоящото проучване е основано на качествен анализ и обзор на научни публикации, стандарти и практически източници, свързани със СИМ (строително-информационно моделиране). Използван е исторически подход за проследяване на еволюцията на СИМ от CAD до многомерно моделиране, както и сравнителен анализ на неговите предимства, предизвикателства и бъдещи насоки. Основата на анализа включва литературни източници, академични трудове и международни стандарти, допълнени с авторска визуализация и обобщение на добри практики.

2. Концепцията за СИМ: От идея до реалност

Развитието на строителната индустрия винаги е било свързано с необходимостта от прецизно проектиране и координация между множество участници. През втората половина на XX век, с навлизането на компютрите, започва трансформация в начина, по който се създават архитектурни и инженерни чертежи [2]. Ранните форми на компютърно подпомагано проектиране (CAD) заменят ръчната чертожна дъска, но не променят същността на самия процес.

През 70-те години Чарлз Истман въвежда концепцията за Building Description System – база данни, описваща елементите на сградата с техните характеристики. През 1987 г. Graphisoft пуска ArchiCAD – първия софтуер, който позволява на архитектите да „строят“ в цифрова среда, използвайки обектно-базирано моделиране [3].

През 90-те години на XX век започва по-интензивно развитие на цифровите технологии в строителството. Все по-често се използват 2D CAD системи, но съществува необходимост от по-добро интегриране на информацията. Архитекти, инженери и изпълнители работят по отделни чертежи, което често води до несъответствия и скъпи грешки.

Постепенно се налага нуждата от платформа, която да обединява всички участници в строителния процес в единна среда. Така се ражда концепцията за информационно моделиране на сгради (СИМ). В монографията си доц. д-р инж. Михаела Кутева подчертава, че „СИМ представлява не просто технологичен инструмент, а цялостна методология, която трансформира начина, по който се проектират, изграждат и управляват сгради, интегрирайки всички участници в строителния процес в единна цифрова среда“ [4]

Интересът към СИМ в началото на XXI век нараства драстично, особено след като правителствата на страни като Великобритания, Финландия и Сингапур започват да изискват използването му за обществени проекти [5], [6]. Това дава силен тласък на индустрията и ускорява създаването на международни стандарти и професионални обучителни програми.

СИМ не е просто 3D модел – това е методология, базирана на създаване и използване на координирана цифрова информация за строителни обекти. Основните принципи включват:

обектно-базирано моделиране, централизирана база данни и интеграция на информация за целия жизнен цикъл на обекта [7].

3. Еволюция на СИМ през годините

В периода 1980–2000 се създават първите 3D CAD системи и се въвежда понятието за параметрично моделиране. Софтуери като ArchiCAD и MicroStation правят крачка към това, което днес наричаме СИМ [3].

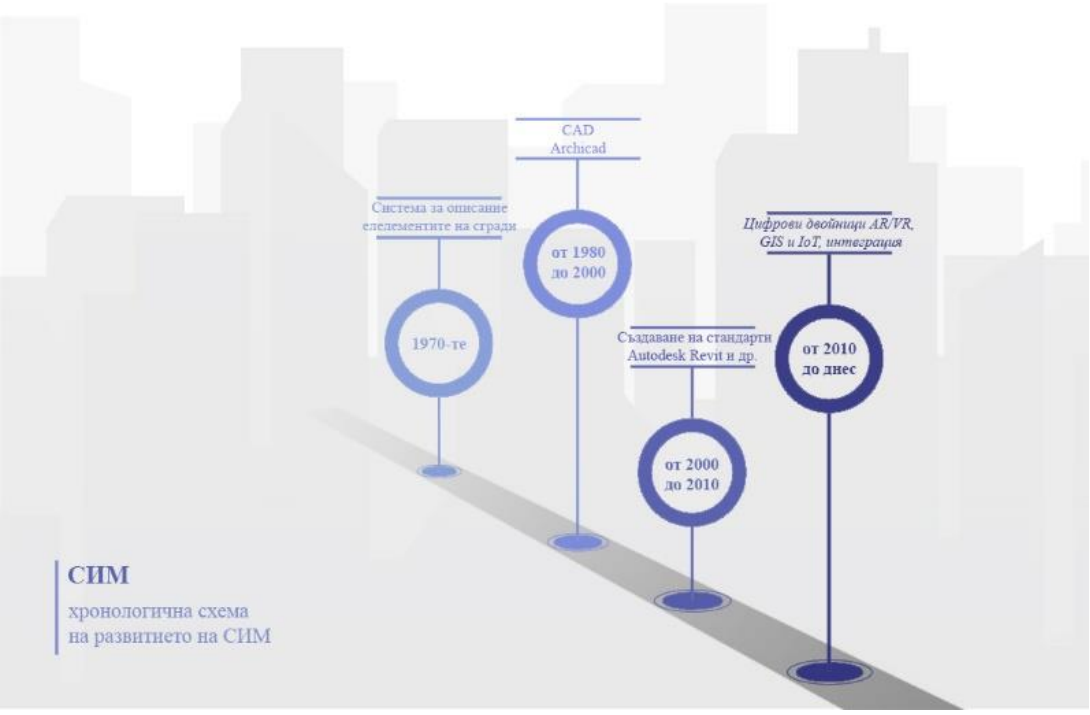
През периода 2000–2010 СИМ се превръща в доминиращ подход в модерното проектиране. Софтуери като Autodesk Revit, Bentley AECOsim и Nemetschek Allplan се утвърждават като водещи платформи. В тази епоха се дефинират и първите международни стандарти за съвместимост като Industry Foundation Classes (IFC), които позволяват обмен на информация между различни софтуерни среди [8].

Между 2010 и 2024 СИМ се развива експоненциално. Освен архитектура и строителство, той започва да се използва и в експлоатационната фаза на сградите. Въвеждат се така наречените "цифрови двойници" (digital twins), които осигуряват в реално време информация за състоянието на сградата, поддръжка и потребление на енергия [9].

В контекста на устойчивото развитие, СИМ подпомага постигането на цели за нисковъглеродно строителство, като позволява симулации на енергийна ефективност, избор на материали с нисък въглероден отпечатък и оценка на жизнения цикъл на сградата още на етап проектиране.

През последното десетилетие СИМ се интегрира с технологии като лазерно сканиране, дронове, AR/VR, GIS и IoT. Въвежда се концепцията за многомерно моделиране [10].

Във Фиг. 1 е представена хронологията на развитието на СИМ.



Фиг. 1. Развитие на СИМ – арх. Мартина Стоянова

4. Ключови предимства на СИМ

Чрез СИМ се създава така наречената „единствена истина" (single source of truth) за проекта – централизирана и структурирана база данни, до която имат достъп всички участници в строителния процес. Това подобрява комуникацията, намалява риска от противоречия в документацията и позволява ефективен контрол върху промените в проекта [11].

Анализът на времевите и ценовите аспекти чрез 4D (време) и 5D (стойност), СИМ дава възможност за визуализиране на строителния процес във времето, прогнозиране на разходите и сравняване на алтернативни сценарии още преди започване на строителните дейности. Това води до по-прецизно планиране, по-малко закъснения и по-добро управление на ресурсите [12].

Допълнително, СИМ играе съществена роля в поддръжката и експлоатацията на сградите след приключване на строителството. Чрез 6D и 7D моделиране, цялата техническа информация за сградните системи, материали и инсталации остава налична и може да бъде използвана за ефективно управление, прогнозна поддръжка, ремонти и модернизации.

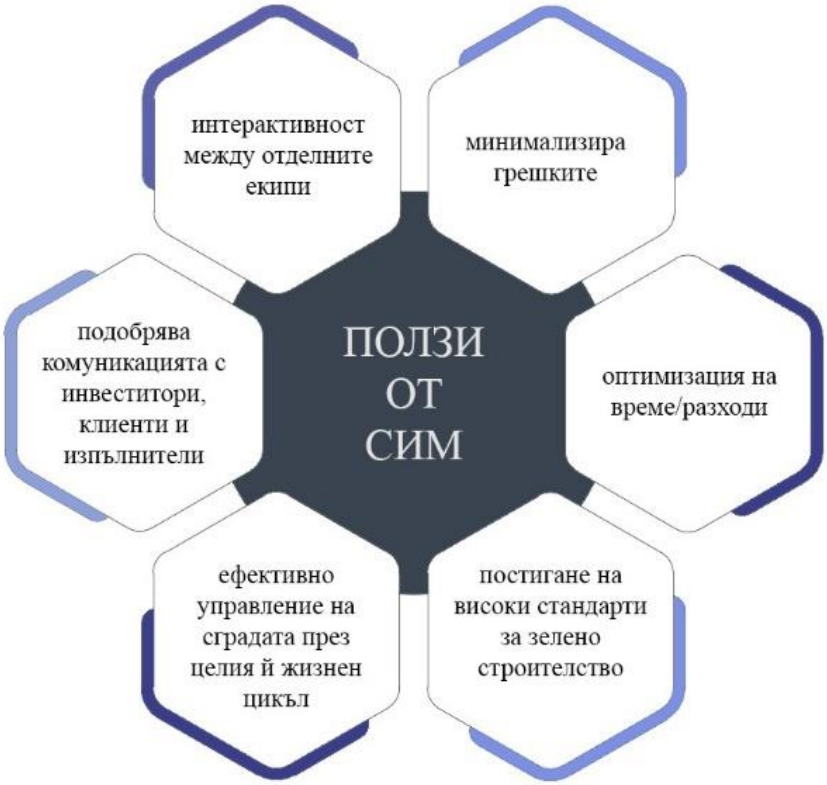
СИМ улеснява координацията между архитектурни, конструктивни и инсталационни решения чрез автоматична система за откриване на конфликти между различни елементи на проекта – “clash detection” . Това позволява отстраняване на несъответствия още на етап проектиране и намалява вероятността от скъпи грешки на строителната площадка [13].

Създаването на висококачествени и реалистични 3D визуализации подобрява комуникацията с инвеститори, клиенти и изпълнители. Моделите могат да бъдат използвани за маркетинг, презентации и обучение, както и за по-добро разбиране на пространствената организация и естетическите характеристики на проекта [14].

Благодарение на интегрираната и точна информация, СИМ значително намалява необходимостта от преработки, забавяния и извънредни разходи. Осигурява се по-високо качество на изпълнение, а решенията се вземат въз основа на надеждни данни [15].

В допълнение, СИМ подпомага устойчивото проектиране чрез анализ на енергийната ефективност, симулации за естествена осветеност, избор на екологични материали и оптимизация на разхода на ресурси. Това го прави ключов инструмент за постигане на високи стандарти за зелено строителство и сертифициране по LEED или BREEAM [16].

Обощение на изброените до тук ползи е представено във Фиг. 2.



Фиг. 2. Ползи от СИМ – арх. Мартина Стоянова

5. Предизвикателства при внедряване на СИМ

Едно от основните предизвикателства при въвеждане на СИМ е преходът от традиционен работен процес към дигитална среда. Това включва не само закупуване на софтуер и хардуер, но и трансформация на вътрешнофирмените процеси. Необходима е сериозна инвестиция във време и ресурси за обучение на персонала и развитие на нови навици на работа.

Друг сериозен проблем е липсата на международна унификация. Макар че стандартът IFC позволява обмен на данни между различни СИМ платформи, различията в нормативната база между държави и региони затрудняват съвместната работа в транснационални проекти [17].

Освен технологичните предизвикателства, СИМ въвежда и културна промяна. Строителната индустрия е консервативна и често се съпротивлява на иновации. Преодоляването на тази съпротива изисква активна роля от мениджърите и доказателства за ползите от внедряването.

Интеграцията със съществуващи системи – като ERP (планиране на ресурсите на предпирятието), системи за управление на сгради или енергийни платформи – е друг технически аспект, който може да се окаже сложен и да изисква разработка на индивидуални интерфейси или адаптери.

6. Бъдещето на СИМ

Многомерното моделиране продължава да се развива и надгражда. Докато 3D СИМ моделира геометрията, 4D добавя времевата ос, 5D – стойностите и бюджета, 6D – енергийни и устойчиви характеристики, а 7D – управление на поддръжката. В бъдеще се очаква още по-голямо обвързване между СИМ и дигиталните двойници на сградите [18]. Фиг. 3 представя в детайли съдържанието на всяко едно от нивата, както и свързаните с него ползи.

Изкуственият интелект (AI) вече се използва в СИМ софтуерите за автоматично откриване на противоречия, генериране на алтернативни проектни решения и прогнозиране на рискове. Съчетанието между AI и СИМ ще увеличи автоматизацията в проектирането и строителството.

С разпространението на IoT сензори в сградите, СИМ може да се превърне в динамична система, която следи в реално време температура, влажност, енергийно потребление, присъствие и други параметри. Тези данни се използват за оптимизация на експлоатацията и поддръжката на обекта [19].

СИМ е в основата на така нареченото устойчиво строителство (green building). Чрез него се извършва симулация на енергийна ефективност, избор на устойчиви материали и планиране на ресурси. Това го прави важен инструмент за изпълнение на глобалните цели за устойчиво развитие.

НИВО	ОПИСАНИЕ	КАКВО ВКЛЮЧВА	ПОЛЗИ
СИМ 3D	Геометрично моделиране	Тризмерна визуализация на сградата или инфраструктурата – форма, обем, разположение.	Намалява грешките на строителната площадка.
		Архитектурни, конструктивни и инженерни елементи се представят чрез обекти, а не само като линии и чертежи.	Подобрява разбирането на проекта.
		По-реалистичен и ясен образ на проекта още на етап концепция.	Осигурява основа за всички следващи измерения на СИМ.
		Подобрява комуникацията между архитекти, инженери, инвеститори и клиенти.	
		Откриване на конфликти (clash detection) между инсталации и конструкции.	
СИМ 4D	Времево планиране	Добавяне на времева информация към 3D модела (график на дейностите).	Оптимизация на графика.
		Визуализация на строителния процес във времето – симулация на фазите по дни/седмици/месеци.	Прогнозиране на закъснения.
		Свързване на строителните дейности с конкретни елементи от модела.	Подобрено управление на строителните етапи.
			Улеснява координацията между екипи и подизпълнители.
СИМ 5D	Финансово планиране	Връзка между елементите на модела и техните разходи (цени на материали, труд, оборудване).	Прецизна оценка на бюджета.
		Автоматизирано оценяване на количествата и стойностите.	По-лесно планиране на разходите.
		Сравнение между различни проектни варианти по цена.	Идентифициране на скъпи или неефективни решения още на ранен етап.
			Прозрачност пред инвеститорите и клиентите.
СИМ 6D	Устойчивост и енергийна ефективност	Симулации на енергийна ефективност, топлинни загуби, осветеност и вентилация.	Подкрепя зелено строителство (LEED, BREEAM).
		Избор на екологично устойчиви материали.	Намалява експлоатационните разходи.
		Оценка на въглеродния отпечатък.	Улеснява получаването на устойчиви сертификати.
		Изчисляване на жизнения цикъл на сградата (Life Cycle Assessment).	
СИМ 7D	Управление на поддръжката през жизнения цикъл на сградата	Включва информация за експлоатация, поддръжка, ремонти и планирано обслужване.	Повишава ефективността на управление.
		Свързва се с IoT сензори, които подават данни в реално време (температура, влажност, присъствие и др.).	Подпомага предиктивната поддръжка.
		Дигитален двойник (digital twin) – жива версия на сградата.	Подобрява комфорта и безопасността на обитателите.
			Намалява непланирани повреди и разходи.

Фиг. 3. Многомерното моделиране – арх. Мартина Стоянова

7. Заключение

Информационното моделиране на сгради (СИМ) трансформира начина, по който се проектират, строят и управляват сгради. То обединява множество процеси и участници в една интегрирана цифрова среда, осигуряваща точност, ефективност и устойчивост.

Макар че внедряването на СИМ изисква значителни инвестиции и преодоляване на организационни бариери, дългосрочните ползи са неоспорими – по-малко грешки, по-добро качество, оптимизирани разходи и време за изпълнение. СИМ не е просто технология – това е цялостна парадигма за управление на строителния процес.

С оглед на бързоразвиващите се технологии – изкуствен интелект, интернет на нещата и автоматизация – бъдещето на СИМ изглежда още по-перспективно. За да се възползваме максимално от неговите предимства, е необходимо развитие на общи стандарти, квалифицирани кадри и подкрепа от институциите.

Активна държавна политика за насърчаване на СИМ чрез законодателство, обучение и внедряване в обществени поръчки ще ускори цифровата трансформация на строителната индустрия и ще допринесе за устойчивото развитие на урбанизираната среда.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Георгиев, Б. (2020). Дали аз закъснях или времето бързаше… Примерна пътна карта за прилагането на СИМ технологиите в България. Academia.edu. https://www.academia.edu/89580625/

[2] L. Whyte, “Digital technologies and architecture,” Building Research & Information, vol. 29, no. 5, pp. 356–364, 2001.

[3] Graphisoft, “History of ArchiCAD,” [Online]. Available: https://graphisoft.com

[4] Кутева, М. П. (2022). Строително-информационно моделиране: концептуална рамка, съвременни предизвикателства: що е то СИМ? София: Университет по архитектура, строителство и геодезия. ISBN 978-954-724-146-6

[5] Autodesk, “What is BIM?,” [Online]. Available: https://www.autodesk.com/solutions/bim

[6] buildingSMART, “IFC Specifications,” [Online]. Available: https://technical.buildingsmart.org

[7] A. Borrmann et al., Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice, Springer, 2018.

[8] A. Howard and B. Björk, “Building information modelling – Experts’ views on standardisation and industry deployment,” Advanced Engineering Informatics, vol. 28, no. 4, pp. 759–766, 2014.

[9] M. Khosrowshahi and Y. Arayici, “Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry,” Engineering, Construction and Architectural Management, vol. 19, no. 6, pp. 610–635, 2012.

[10] C. Boje, A. Guerriero, S. Kubicki and Y. Rezgui, “Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research,” Automation in Construction, vol. 114, 2020.

[11] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, BIM Handbook, 2nd ed., Wiley, 2011.

[12] McGraw Hill Construction, “The Business Value of BIM in North America,” SmartMarket Report, 2014.

[13] S. Azhar, “Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry,” Leadership and Management in Engineering, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, 2011.

[14] NIBS, “National BIM Standard – United States Version 3,” National Institute of Building Sciences, Washington DC, 2015.

[15] McGraw Hill Construction, “The Business Value of BIM,” SmartMarket Report, 2014.

[16] USGBC, “LEED v4 for Building Design and Construction,” U.S. Green Building Council, [Online]. Available: https://www.usgbc.org/leed

[17] EU BIM Task Group, “Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector,” 2017.
[18] ISO, “ISO 19650: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works,” 2018.
[19] Z. Ding et al., “Construction risk knowledge management in BIM using ontology and semantic web technology,” Safety Science, vol. 87, 2016.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

ДОМЪТ КАТО ПРОЕКЦИЯ НА ИЗКУСТВОТО (ДИАНА ГРИГОРОВА И НЕЙНАТА АРТИСТИЧНА ОБИТЕЛ)

Доника Кирова[1]

РЕЗЮМЕ:

Обект на разглеждане е интериорното оформление на дома на артистичната личност Диана Григорова – почти изцяло проектиран и изпълнен от нея. Разглежда се идентичността и връзката автор – интериор. Анализирани са проявленията на различните интериорни стилове и направления в жилището. Характеризирано е пространството според съставящите го елементи, класифицирани според различни принципи: функционалност, визия, психологически и философски аспекти.

Ключови думи: интериор, Диана Григорова, естетика, дизайн, стенопис, изкуство, Бохо стил, еклектика

THE HOME AS A PROJECTION OF ART (DIANA GRIGOROVA AND HER ARTISTIC HABITAT)

Donika Kirova[1]

ABSTRACT:

The object of study is the interior design of the home of the artistic personality Diana Grigorova – almost entirely designed and executed by her. The identity and the relationship between author and interior are examined. The manifestations of the different interior styles and directions in the home are analyzed. The space is characterized according to its constituent elements, classified according to different principles: functionality, vision, psychological and philosophical aspects.

Keywords: interior, Diana Grigorova, aesthetics, design, mural, art, Boho style, eclecticism

[1] Доника Кирова, гл. ас., д-р, арх., ВСУ *Черноризец Храбър*
Donika Kirova, Principal Assistant, Ph.D., Arch., donika.kirova@vfu.bg

Естетическата наслада от красивото се състои най-вече в това, че за времето, докато сме в състояние на чисто съзерцание, ние сме свободни от всяко желание, от всяко искане и грижи.

Артур Шопенхауер[2]

1. Увод.

Диана Григорова (на снимката) е колоритна личност. Тя е художник, завършва Националната художествена академия в София, специалност живопис, при проф. Теофан Сокеров. Познавам я повече от 30 години като колега и близък приятел. Диана е още меломан, музикант, музиката е нейна страст, тя самата се изявява с изпълнения на певческото и танцовото изкуство в различни профилирани художествени състави. Не може да се каже кое от изброените поприща е водещо – това е цветна амалгама, която пулсира и непрестанно се развива и усъвършенства. Освен това тя е ревностен защитник на животните, грижи се за няколко котки и кучета (броят им постоянно варира). Притежава изтънчено чувство за хумор и приключенски нюх. Публикувайки своя снимка – тя, с пъстри дрехи на морския бряг и надпис:„Някъде в Мангалия”, на последващ въпрос от приятел: „Кво прайш при мангалити?”, Диана отговаря: „Специализирам.” Това не е всичко. Без да се занимава професионално, с отговорност може да се каже, че Диана е истински интериорен дизайнер. Понастоящем тя живее в наследствена къща в град Божурище (област София), чието вътрешно оформление е продукт на нейното въображение и майсторски умения. Жилището тя обзавежда и поддържа с помощта на брат си Божидар Гонев, който също е с художествено образование (специалност дърворезба). Именно артистичният и оригинален интериор на жилището е главен обект на настоящото изследване и представяне.

Фиг. 1. Диана Григорова (сн. личен архив)

2. *Моят дом – моята крепост.*

Обзавеждането надхвърля традиционния дизайн, издигайки пространството в поле за себеизразяване. Резултатът е артистично и удобно място, което е почти изцяло ръчно създадено с много внимание към детайлите. Има усещане за пътешествие, за ориенталска приказка, комбинирана с модерен, малко суров фон. Такъв интериор би подхождал на храм, културен център, артистично ателие или медитативно пространство с ангажимент към устойчивите и екологични практики.

Дневната е най-типичното и просторно помещение в къщата на Диана Григорова, даващо и обобщаващо цялостния характер на интериора. *Фиг. 2.* Всъщност то е съставено от

[2] https://bg.wikiquote.org/, дословен цитат

две слети помещения, условно ще ги обознача чрез стенописите в тях: едното – с „делвите", другото с „венецианските фигури". Първото е по-малко (може би илюзорно), тъй като вляво стената е заета от вграден гардероб по цялата височина с врати, украсени с дърворезби, на който е автор братът на Диана. Той прави също така оформлението на вратите, както и други мебели и детайли от дърво в жилището. *Фиг. 3.* Стаята е обзаведена още с малък дюшек на земята, обшит с цветни парчета плат, с ориенталски възглавници, два дървени стола и екзотични мини скринове. На стойка е поставен музикален инструмент – *ханг* или *хендпан (hang / handpan)*. Съседното помещение (с фигурите) е малко по-обширно, аранжирано е с масивна дървена етажерка със заострена форма, подобна на срязана напречно лодка, люлеещ се стол на метална стойка, ниски плетени масички, кръгла текстилна табуретка, декорирано цветно пиано. Присъстват и още музикални инструменти – гонг, тарамбука, дайре и др.

Фиг. 2. Дневната (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Освен със стенописи (раздел IV), стените са богато декорирани с керамични плочки, подредени в своеобразна мозайка или части от мозайка, концентрирани около пиластрите и вратите. Едната стена от стаята е релефна – от запазени естествени тухли от червена глина. Подът обединява двете части на дневната и е доста колоритен. Представлява ортогонална живописна композиция от правоъгълни плочи с различен размер и характер – едноцветни и орнаментирани, много добре подбрани и подредени. Те образуват разнообразен графичен ритъм – редуване на едри едноцветни повърхности с по-удребнени и орнаментирани. Стаите са много добре осветени – прозорците са в цяла височина и в двете помещения. Ажурните метални лампи внасят източно или ориенталско звучене, а разнообразните аксесоари – шарени възглавници, маски, плетени кошове, стъклени буркани и пр., обживяват интериора и носят удобство и усещане за човешко присъствие. Таваните са бели, отделени със семпъл релефен корниз. Прави голямо впечатление просторът, постигнат от непретрупването с мебели, което дава незаменимо усещане за свобода – за неограничено движение не само на тялото, но и на мисълта.

Фиг. 3. Врати, мебели и аксесоари в жилището, изработени от Божидар Гонев (братът на Диана) (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Коридорът е преобладаващо сив, богато облепен в декоративни керамични плочки с различна форма. С тях са подчертани входовете, вратите. Усещането е за безкраен пъзел или пътеводител с магически знаци, появяващи се отвсякъде, които водят до някакво тайнство или приключение. Стълбището е подчертано с ажурен парапет от ковано желязо с растителни мотиви, а стената е изрисувана цялостно. *Фиг. 4.*

Фиг. 4. Коридорът (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Кухнята е по-светла, решена в близки до монохромните тонове – бяло, светлосиво, светлосиньо. *Фиг. 5.* Обзавеждането е представено от реновирана кръгла масичка, бели плетени столове, шкафове със семпла декорация, екзотични малки скринове с чекмеджета и др.

Фиг. 5. Кухнята (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Стените и тук са украсени – с декоративни стенописи и фризове. Гърбът на кухнята е отново микс от орнаментирана керамика, но нюансите са приглушени в общата светла бяло-синьо-сива гама, за разлика от дневната. Кокетните перденца, меките възглавници на столовете, кръглото килимче, висящата декорация, ефектните порцеланови съдове и пр. допълват характера на обстановката. Показването на еклектични детайли и ръчно изработени елементи превръщат кухнята в подбрана галерия на уникалните вкусове на собственика на дома. Сетивата се възползват от този „подбран хаос", който превръща пространството във визуално стимулиращо и привлекателно. Общото впечатление в кухнята е за „утро" и свежест, докато в дневната е за „топъл залез" и лежерност.

В *банята* облицовката е „по-строга", с повече равни тонове. *Фиг. 6.* Орнаментите се „прокрадват" между различни по големина и форма плочи в графитено, светла охра, сиво, черно. Червеното е акцентиращият цвят, а доминантата са черните глазирани квадратни плочки на стените в сектора от тавана почти до средата на помещението. И тук е постигната органичност в подредбата на мозайката – сякаш се разкриват пластове от различни времеви отрязъци, но всеки има точно определено място и роля сред другите.

Фиг. 6. Банята (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Обстановката в дома на Диана съчетава артистичност, духовност и комфорт, като създава едновременно усещане за хармония и вдъхновение. Всеки елемент играе важна роля в изграждането на атмосферата.

Естествени материали. Дървото, керамиката и текстилът носят топлина и свързаност с природата, а металът придава автентичност и графичен рисунък. Те създават усещане за устойчивост, внимание към красивата изработка, уважение към традицията и непреходната стойност. Масивните обобщени метални форми (врати, парапет) превръщат пространството в бохемско убежище.

Цветова палитра. Земните тонове и обработените повърхности на дървесината създават спокойствие и балансират пространството, а ярките акценти в облицовките, стенописите, текстила и керамиката внасят енергия и динамика. Този контраст подсилва живостта на интериора.

Ръчно изработени мебели и аксесоари. Те са индивидуалността и душата в интериора. Всяко изделие разказва история, носи духа на културата, от която произлиза и допринася за усещането за глобална хармония в мултикултурната еклектика. Орнаментите подсилват екзотичния и мистичен характер на обстановката, като добавят допълнителен слой на историческа дълбочина. Дървото, изветряло от времето и слънцето е издълбано, резбовано или полирано. Ръбовете са оставени неукротени, придавайки рустикален чар и чувство за връзка с естествения свят.

Музикален и духовен контекст. Стенописите с човешки фигури, разговарящи или свирещи на инструменти създават усещане за движение, музикална хармония и духовна свобода. Връзката с музиката прави този интериор не просто красиво обзаведено пространство, а място за съзерцание, вдъхновение и вътрешен баланс. Комбинацията с текстове, носещи духовни послания, придава на пространството философска и нематериална стойност. Това не е обикновена декорация, а цялостна атмосфера, която насочва съзнанието към вечните теми – светлината, духовното израстване, музиката като универсален език.

Въздействащ храм на изкуството и духа. В жилището е създадена среда, в която човек може да се откъсне от забързаното ежедневие, да се свърже със себе си, да намери покой и вдъхновение. Подобен интериор импонира на творчески личности, ценители на ръчното майсторство и хора, търсещи дълбочина и смисъл в обкръжението си.

Осветлението също играе ключова роля в подкрепа на гореказаното. Вратите и прозорците с дървена дограма в цяла височина позволяват на слънцето да проникне максимално в дневната – топли, златисти тонове носят благост и възвишеност, а причудливите форми на сенките се съчетават с орнаментите на предметите и обзавеждането. Отразяващи и ажурни елементи подобряват играта на естествената светлина в пространството и допринасят за цялостната аура на умереност и елегантност. Лъскавите повърхности на големи стъкленици, златиста възглавничка с пайети, полирани метални съдове и др. отразяват и разпространяват допълнителна светлина. Стъклените врати и огледала илюзорно разширяват пространството и приглушават границите на помещенията. Перфорираните с орнаменти метални лампи създават трептящи светлини и сенки, което прави пространството магично, особено вечер. Тази осветеност засилва духовния и артистичен характер на средата.

Всичко това убедително показва, че обзавеждането и детайлите тук не са просто приспособления, те са част от разговор, от преживяване. Всеки гост е привлечен от тяхната очарователна красота и те се превръщат във фокусна точка за споделяне на истории. Всеки предмет става глава от разказ за пътуването на собственика на дома, преобразявайки пространството в място, където спомените и разговорите текат свободно в приповдигната и позитивна атмосфера. Следва събуждане на сетивата. Стерилният блясък е забравен. Иносказателно това е портал към едно „по-просто” време, напомняне за щедростта на земята и взаимосвързаността на всички неща. В неговия ритъм се отмива стреса от деня и се отправя покана за свързване с нежния пулс на природата. Още един подтик за „забавяне на темпото”, за наслада на простите моменти и радостта в ежедневието. Тук магията и практичността танцуват ръка за ръка, откриват се мисловни пътища и желание за благодарност към земята и всеобщия разум, който поддържа всичко.

3. Интериорът. Стилове.

При разглеждане на интериор въобще, разбира се е необходимо да определим най-напред, доколкото е възможно, неговата стилова принадлежност. В най-общ план интериорът в дома на Диана обединява и има препратки към няколко стила, които са упоменати по-долу. Все пак като доминиращ и характеризиращ до голяма степен цялостното впечатление е сравнително новият *Хипи Бохо (Hippie Boho)* или *Бохемски стил (Bohemian style)*, среща се и като *бохо шик (Бохо шик)*. Той се характеризира със своята нетрадиционност и свободолюбие. Въпреки че е спорно, смята се, че бохемският стил е повлиян от номадския начин на живот на ромския народ от края на 19 век до началото на 20 век. „Самият термин *бохемски* произлиза от френското *bohémien*, асоциация с ромската общност поради историческо погрешно схващане, че те произлизат от Бохемия, регион в Чешката република." [1] Тази бохемска мода е претърпяла значителни трансформации, отразявайки културните промени и влиянието на всяка епоха. В този смисъл „модните дизайнери проектират дрехи, които са едновременно функционални, естетически и взаимодействат по нов начин с публиката и потребителите." [2] „Този стил черпи вдъхновение от различни източници, включително контракултурните движения от 60-те и 70-те години на миналия век, споменаващи за облеклото, носено от представените на известния музикален фестивал в Уудсток." [1] Важното тук е, че от мода или начин на обличане това визуално изразяване е пряко пренесено и в интериорния дизайн. Стилът *бохо шик* (или *бохо хипи*) в интериора се характеризира със свободолюбива, артистична и еклектична атмосфера. Основните му особености са използването на: *слоести текстури* – комбинация от различни материи като памук, лен, кадифе, макраме и плетени детайли; н*аситени и земни цветове* – теракота, горчица, маслинено зелено, индиго, но и ярки етно нюанси; *етно и винтидж елементи* – марокански килими, ориенталски лампи, африкански или индийски мотиви; *дърво и естествени материали* – ратан, бамбук, кожа, необработено дърво; *импровизация и несъвършенство* – микс от мебели и аксесоари, често от различни епохи. Бохо стилът е топъл, уютен и отразява личния вкус на обитателите. „Бохемският дух" прегръща устойчивостта – често се демонстрират екологични суровини и умела занаятчийска изработка. Рециклираните и повторно използвани материали намират нов живот в дизайна. По този начин се обособяват пространства с чувство за отговорност към околната среда.

По-долу са описани накратко вещественитe проявления и елементи в стиловете, които си „съжителстват" в интериора на Диана:

Вече посоченият и основен *Бохемски стил (Boho Chic)* е представен чрез: микс от цветни повърхности с различни шарки, разположени „хаотично" (оформлението на пода на всекидневната от цветни плочи, наподобяващо цветен килим – „пачуърк"); богатство от текстури – дървени елементи, килими, възглавници с етно мотиви; разнообразие от декоративни елементи, маски, екзотични съдове и др. (дневна)

Марокански / ориенталски стил – големите метални лампиони със сложни орнаменти, типични за мароканския дизайн; геометричните шарки по плочките и стените, напомнящи традиционните марокански мозайки (Zellige); висящ стол, текстилни табуретки, ниски масички; използване на дърво и ковано желязо; ръчно изработените портали и облицовки от „марокански" плочки и регенерирана дървена ламперия; аксесоари като метални фенери, ориенталски купички и др. (дневна)

Рустикален стил – присъствие на естествени материали – дърво, камък, глина; ръчно изработени елементи като рафтове, скринове, столове и декорации; оформлението на порталите на вратите; груби, недовършени повърхности и състарени мебели (кухня); отворени етажерки, ратанови кошници, завеси от макраме и ретро сандъци; естествената релефна тухлена стена в дневната.

Индустриален стил – грубата мазилка и „бетонният" ефект на стените; металните и дървени мебели с видимо състарен ефект; вратите с органични масивни форми в сив цвят, наподобяващи лят метал. (коридор)

Винтидж стил – „претрити” мебели, декупаж и колаж по повърхностите на входните врати, вратите на шкафовете в кухнята, стените, пианото и др.; показването на еклектични съдове, ръчно изработена керамика и текстил.

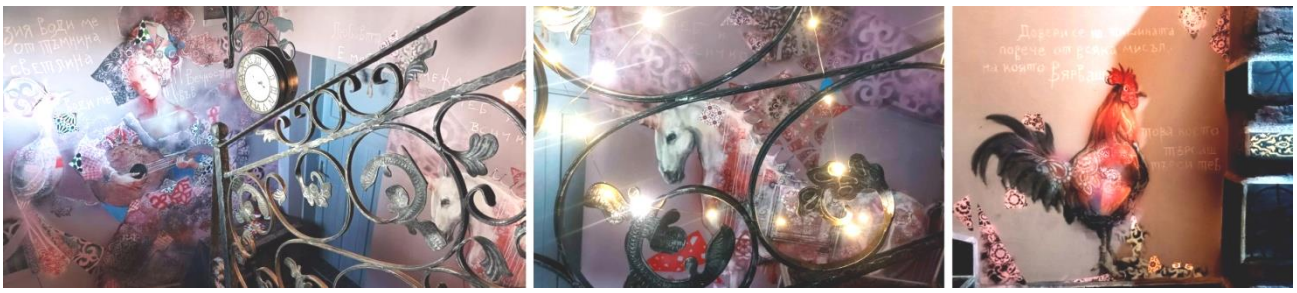
4. Стенописи. Препратки към различни епохи.

Стенописите в жилището са най-характерният и оригинален елемент от интериора. Те са изцяло авторски, изпълнени са с бои и материали на акрилна основа, често комбинирани с декоративни техники и мазилки.

Фиг. 7. Стенописите в дневната (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Стенописите в дневната са естествено продължение на пъстрата настилка на пода. *Фиг. 7.* Постигнат е убедителен контраст между цветните геометрични орнаменти на плочките и неутралния мек топлосив преобладаващ фон. Той носи усещане за нещо старинно или преминало, от една страна и обратното – за непреходното и вечното, изплувало от прашните слоеве на времето, от друга. Стените и подовете сякаш загубват идентичност и предел и се превръщат в едно органично цяло, като си взаимодействат и допълват. Освен това те „разширяват” оптично пространството, все едно окото „знае”, че има още нещо зад тях и го търси. В дневната преоразмерените нарисувани реалистично делви са естетична убежна зрителна точка, а човешките фигури с цветни орнаментирани одежди и интересни старинни шапки сякаш призовават да тръгнем с тях или просто да ги съзерцаваме, докато преминават мимоходом, опитвайки се доловим нещо от разговора им.

Изрисувани са цялостно и *стените в коридора до стълбището*. *Фиг. 8.* Образите са: жена, свиреща на струнен инструмент, паун, еднорог, петел, графични символи. В изображенията са преплетени отново парчета от плочки с геометрични мотиви. Палитрата е живописна с акценти в алено и синьо, фонът – умерен и неутрален. Най-характерното тук са изписаните текстове – словесни послания, възпяващи светлината, любовта и вечността.



Фиг. 8. Стенописите в коридора (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Рисунките в кухнята са предимно геометрични и декоративни в монохромната гама. Някои подчертават и дублират линиите на прозорците, плотовете и пр. като фризове или представляват отделни приглушени орнаменти на избрани места. *Фиг. 5.*

Стенописите в дома на Диана Григорова може да се разглеждат като своеобразен синтез между ориенталски мотиви, средновековна орнаментика и древноримски стенописен стил. В зависимост от контекста на пространството, те вероятно са вдъхновени от исторически модели или съвременна интерпретация на традиционни техники. *Фиг. 9.* Смесицата от текстилни и

геометрични мотиви засилва усещането за влияние от ориенталските стилове. В изображенията може да се открие идентичност с няколко различни художествени течения и периоди:

Персийски и ислямски миниатюри. Начинът, по който фигурите са облечени в богато орнаментирани и свободно падащи дрехи, напомня на персийските миниатюри от епохата на Сефевидите (Сафавидите) (XVI-XVII век). Декоративните елементи и стилизираните лица са характерни за този стил. *Фиг. 9. 1.* [3], *9. 2.* [4]

1 2 3 4 5 6 7 8

Фиг. 9. Препратки към различни стилове (от ляво на дясно): 1. Портрет на джентълмен, Иран, Исфахан, Сефевидски период, ок. 1650–1675. [3] *2. Портрет на благородник, Персийско училище (Сафавид, Исфахан), 17-ти век* [4] *3. Мозайка от 13 век, Рим, Санта Мария ин Трастевере.* [5] *4. Константин IX Мономах, византийски император, 1042-1055 г., мозайка, Света София, Истанбул.* [6] *5. Епископи светци от южната страна на бема в Нерези, фреска.* [7] *6. Густав Климт, „Прегръдката”1905-1909, 194,5 х 120,3 см, Музей на приложните изкуства, Виена, Австрия(проект за мозайка за двореца Стокле, Брюксел, Белгия)* [8] *7. Детайл от фреската на Рая с най-стария портрет на Данте Алигиери в червено облекло, от Джото (параклис на Магдалена, Палацо на Подеста, днес Националният музей на Барджело, Флоренция).* [9] *8. Посвещение в култа към Деметра, фреска от Вилата на мистериите, Помпей,40-30 г. пр. н. е.* [10]

Византийски и късносредновековни фрески и мозайки. Фигурите в профил, издължените им силуети и украсата по дрехите са характерни за византийската и православната иконопис, както и за късносредновековните стенописи от Балканите. *Фиг. 9. 3.* [5], *9. 4.* [6], *9. 5.* [7]

Ар нуво (Art Nouveau). Декоративните мотиви, плавните линии и романтичната стилизация напомнят на стила Ар нуво от края на XIX и началото на XX век. Особено сходство може да се открие с работите на Густав Климт, който съчетава фигуративност с богата орнаментика. *Фиг. 9. 6.* [8]

Бохо и ориенталистичен стил. В цялостната атмосфера на помещението и използваните декоративни мотиви откриваме отново съвременния бохемски (бохо) стил, който сам по себе си черпи вдъхновение от ориенталски, марокански и персийски традиции.

Проторенесанс (XIII-XIV век). Фигурите напомнят на творбите на Джото ди Бондоне, особено по начина, по който са композирани в пространството с плавни движения и елегантни пози. Макар че липсва класическото моделиране на лицата и сенките, характерно за Джото, има същата флуидност на композицията и усещане за разказ. *Фиг. 9. 7.* [9]

Римски антични фрески (I век пр. н.е. – I век н.е.). Изображенията напомнят на стенописите от Вила на мистериите в Помпей, където фигури в цял ръст са разположени в декоративно пространство, често без ясен фон. Начинът, по който хората на тази стена са нарисувани – почти призрачни, с ефирни контури има паралел с определени римски живописни техники, които използват въздушна перспектива и меки тонове, за да придадат дълбочина. *Фиг. 9. 8.* [10]

Фиг. 10. Авторска живопис (сн. – личен архив на Диана Григорова)

Не може да не се отбележат и *авторските произведения на изкуството,* експонирани в жилището. *Фиг. 10.* Това са живописни платна от различни периоди от творчеството на Диана, които съпътстват, допълват и подсилват оригиналния характер на цялостната визия. Те хармонично обособяват личната ѝ креативна принадлежност към мястото, където живее.

5. Психологически ефекти в интериора.

Общото внушение за обстановката е, че тя успокоява и вдъхновява, провокирайки приятни усещания. Интериорът има много силно психологическо въздействие вследствие на комбинирането на различни текстури, цветове и културни препратки, създавайки зрителна наслада и желание за направа на красиви неща. „Хората са се научили да общуват преди да могат да говорят.” [11] В този случай създаденият от Диана интериор може „да общува” реално с хората – не само зрително, но и на медитативно и метафизично ниво.

Така например *шарените плочки и хаотичните форми* стимулират креативността и въображението. *Липсата на строги симетрии* създава усещане за свобода и веселие. *Топлите земни тонове* – кафяво, охра, керемидено червено и златисти нюанси създават усещане за сигурност и топлина. Преобладаващият в интериора *светлосив фон в топли нюанси* в комбинация със *старинните графични орнаменти* от повърхностите на плочките, дава усещане за мимолетност и същевременно за вечност и непреходност. *Грубите, недовършени текстури* (бетон, мазилка, дърво) придават усещане за автентичност и стабилност. Те ни връщат към *ръчното*, към *естествените материали*, което подсъзнателно създава уравновесеност. *Ориенталските елементи* (фенерът, мозайките, възглавниците и др.) внасят екзотика и усещане за пътешествие. *Стенописите* създават илюзорна тримерност. Те предизвикват мечтателност и вдъхновение, сякаш пространството е наситено със сюжети, а това допълнително усилва чувството на тайнственост и загадъчност, подобно на търсенето на съкровища в приказките. *Меките текстилни елементи и котките* създават усещане за приятна обстановка и спокойствие. *Котките* са символ на независимост, но и на комфорт – присъствието им прави мястото още по-живо и лично. Прийомът с *разчупване на точните очертания и правите линии* на ръбове, стени, подове и пр. дава усещане за движение, гъвкавост и танц в иначе статичните повърхности и обеми. *Комбинацията от стилове* изпраща послание за свободолюбие и индивидуалност. *Липсата на строга подредба и правилност* дава усещане за неформалност и творчески „хаос”.

6. Интериор и Личност. *Покажи ми дома си – и ще ти кажа какъв си!*[3]

Този проект носи дълбоко послание и голяма емоционална стойност. Това е едно качествено, изключително въздействащо и вдъхновяващо пространство. Няма две мнения, че човекът, който го обитава и е създател на голяма част от него, е без съмнение артистична, дълбока и многопластова личност. Този интериор е перфектен за човек, който обича пътуванията, изкуството и удобството, но също така търси баланс между динамиката на

[3] Силви Еролова, https://www.facebook.com/psychologist.silvi.erolova/posts/432818732184828/

живота и моментите на релакс. Всъщност личността на Диана Григорова наистина може да се отъждествi с изброените по-горе аспекти. Формулирано накратко в нея откриваме:

Творец с мисия. Творец, който не просто създава изкуство, а изгражда цялостен свят, в който всяка форма, цвят и предмет носят послание. Пространството му не е просто дом – то е отражение на вътрешния му космос, своеобразен храм на креативността.

Пътешественик – физически или духовен. Влиянията от различни култури (Индонезия, Африка, България, Перу, Мароко, Индия и пр.) говорят за любопитство към света, интерес към традиции, занаяти и философии, които надхвърлят границите на познатото. Разбира се не става дума само за физическо пътуване, а най-вече за изследване на духа, вечно търсещ съзидателното.

Художник и визионер. Ръчно изработените мебели, стенописи и аксесоари показват, че тя не се задоволява просто с идеи, а превръща въображението си в реалност. Това изисква както технически умения, така и силна воля и дисциплина.

Мистик и философ. Духовните текстове, препратките към светлината и вечните теми подсказват, че тя е човек, който търси смисъл отвъд материалното. Тук се открива дълбоката връзка с музиката, символиката, духовните традиции и природата.

Човек, който живее в изкуството, а не само го създава. Диана не просто рисува картини или извайва предмети, а формира цяла среда, в която се усеща присъствието ѝ, мислите и емоциите ѝ.

Авангардност, но с корени. Съчетава се екзотично и традиционно, старинно и съвременно, локално и глобално. Това показва силна идентичност и същевременно отворено съзнание.

В действителност, както личи от дома ѝ – нейното невероятно местообитание, Диана Григорова е едновременно артист, дизайнер, пътешественик, съзерцател и омайващ разказвач, проводник на значими послания. Всяко нещо, което е създадено тук, наистина говори – но не чрез думи, а чрез форми, цветове, текстури и светлина.

7. Заключение. Методология на изследването.

Настоящото изследване използва **качествен подход**, базиран на *кейс-стъди анализ* (анализ на казус или анализ на конкретен случай) на жилищен интериор, създаден и обитаван от конкретна творческа личност с художествено образование и разностранни интереси. Целта е да се изследва как индивидуалната естетика, личностна философия и креативност намират израз в пространствената организация и визуалната идентичност на дома.

Методите на събиране на данни включват: *наблюдение* на пространството in situ; *фотодокументация* на интериора; *полуструктурирано интервю* със собственика относно мотивации, вдъхновения и емоционално възприемане на пространството; *визуален и семиотичен анализ* на ключови художествени и декоративни елементи.

Събраните данни се подлагат на **тематичен анализ**, като се търсят повтарящи се мотиви, визуални метафори и философски препратки на пространствената изява. Анализът е интерпретативен и се стреми към дълбочинно разбиране на уникалния характер на жилището като отражение на вътрешния свят на неговия създател.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Howarth, Person "The History of Boho Chic and We're Back for 2022", 2022

[2] Манасиева, Капка „Активното учене в университетското образование по моден дизайн” / Онлайн списание за текстил, облекло, кожи и технологии, 1 / 2021. Стр. 11-14

[3] https://asia.si.edu/whats-on/exhibitions/fashioning-an-empire-safavid-textiles-from-the-museum-of-islamic-art-doha/

[4] https://www.pinterest.com/pin/350858627223919621/

[5] https://kr.pinterest.com/pin/AejzANbYUbRuMnAWMwSXYc8-6rhIM4JoAibjtLi4U0hGvVssScOqI-8/
[6] https://www.pinterest.com/pin/89931323788054631/
[7] https://smarthistory.org/byzantine-frescoes-nerezi/
[8] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2_%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D1%82
[9] https://www.italianisti.it/gruppi-di-lavoro/dante/notizie
[10] https://en.wikipedia.org/wiki/File:Roman_fresco_Villa_dei_Misteri_Pompeii_005.jpg
[11] Петков, Виктор „Сократ и графичният дизайн" Университетско издателство ВСУ „Черноризец Храбър" 2021. Стр. 65

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

СПЕЦИАЛИЗИРАНИ ТЕРИТОРИАЛНОУСТРОЙСТВЕНИ РАЗРАБОТКИ – УРБАНИСТИЧНИ ПОТЕНЦИАЛИ

Диана Иванова [1]

РЕЗЮМЕ:

Този материал има за цел да изследва потенциалите на специализираното устройствено планиране, смисълът и съдържанието за което не са изведени докрай в законовата и нормативна уредба. Въз основа на теоретичния и практическия опит в устройственото планиране са представени някои теоретични модели на взаимовръзките между факторите и критериите, обуславящи видовата характеристика на специализираните устройствени разработки, в контекста на възможностите, които предоставят специализираните устройствени схеми и планове за решаване на специфични функционално-пространствени проблеми за структурно обособени части от територията.

Ключови думи: специализирани устройствени схеми и планове, урбанистични модели, критерии и фактори, устройствени режими

SPECIALIZED SPATIAL PLANNING DEVELOPMENTS – URBAN POTENTIALS

Diana Ivanova [1]

ABSTRACT:

This paper aims to explore the potentials of specialized spatial planning, the meaning and content of which have not been fully brought to the end in the legal and normative regulations. Based on the theoretical and practical urban planning experience, some theoretical models of the interrelationships between the factors and criteria determining the type of specialized spatial developments are presented in the context of the opportunities provided by specialized spatial schemes and plans for solving specific functional-spatial problems for structurally distinct parts of the territory.

Keywords: specialized urban planning schemes and plans, theoretical urban models, criteria and factors, urban planning regimes

[1] Диана Иванова, доктор архитект и урбанист, „УРБАНО“ ЕООД
Diana Ivanova, doctor architect and urban planner, “URBANO” Ltd., urbano.project@gmail.com

1. Увод.

Една от основните причини за неефективността на устройствените планове е това, че видовата им характеристика [1], [2], както и предписаните им обем и съдържание [2], не са изведени докрай в законовата и нормативна уредба, не са разписани ясни и недвусмислени правила за тяхното създаване, процедиране и прилагане, не са използвани потенциалите на специализираните териториалноустройствени разработки за територии със специфични особености, налагащи съответно и специфични решения.

Настоящата статия е част от едно по-разширено проучване на автора, целящо да изведе алгоритъм за реализиране на урбанистичните потенциали на специализираните устройствени схеми и планове за цялостното устройство, развитие и управление на териториите.

2. Видове урбанистични разработки.

Устройственото планиране следва да се разглежда като основна част и съществен елемент при управлението на териториите. Липсата на разбиране за такива взаимодействие и обвързаност неизбежно води до конфликт, което компрометира както цялостното развитие на териториите, така и тяхното опазване. Това налага необходимостта от създаването на ясни и ефективно работещи алгоритми за съвместяване на изискванията и подходите на различните функционално-пространствени и социално-икономически системи с дейностите и възможностите на устройственото планиране.

Видовата характеристика на устройствените планове е регламентирана в закона за устройство на територията (ЗУТ) [1] и Наредба №8 за обема и съдържанието на устройствените планове (ОСУП) [2]. Теоретичният и практическият урбанистичен опит показват необходимостта от разширяване и доразвиване на инструментариума на устройственото планиране *Табл. 1* с цел както използването на нереализирания му капацитет, така и постигане на хармонично функциониране на средата.

Табл. 1. Видова характеристка на територииалноустройствените разработки в контекста на законодателството [1] , [2]

<table>
<tr><th></th><th colspan="5">Видова характеристка на територииалноустройствените разработки</th></tr>
<tr><td>Интегрираща концепция за функционално и пространствено развитие на община (ИКФПРО) [3]</td><td colspan="5">Липсва законово-нормативен регламент, който да гарантира взаимната обвързаност и йерархична съподчиненост между цели, приоритети и политики, заявени в документите на стратегическото планиране и програмиране, отложени в разработките на оперативното планиране и реализирани чрез конкретни проекти – инвестиционни, социални, управленски, финансови и др.
Необходимо е законово регламентиране на стратегически, програмен и планов документ – интегрираща концепция за функционално-пространствено развитие на община (ИКФПРО) като задължителна част към ОУПО, която да обезпечава интегрираното разработване и прилагане на отделните видове стратегически, програмни и планови документи в сферата на устройство на териториите [3].</td></tr>
<tr><td>Териториално-устройствена схема (ТУС)</td><td colspan="5">Не е регламентирана!</td></tr>
<tr><td>Специализирана териториално-устройствена схема (СТУС)</td><td colspan="5">Не е регламентирана!
Би могла да бъде: локална, регионална, с насоченост в зависимост от спецификата на конкретната територия.</td></tr>
<tr><td>Общ устройствен план (ОУП)

(чл.105от ЗУТ и чл. 15 от Наредба №8 за ОСУП)</td><td>на община в обхват всички населени места в общината и техните землища</td><td>на част от община в обхват група съседни землища с техните населени места</td><td>на град с неговото землище</td><td>на селищно образувание с национално значение съгласно Закона за административно-територииалното устройство на Република България</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Специализиран общ устройствен план (СОУП)</td><td colspan="5">Не е регламентиран!
Териториалният обхват може да бъде извън регламентираните разновидности на ОУП в ЗУТ, като в зависимост от спецификата на изследваната територия може да обхваща части от землищата на няколко съседни общини.</td></tr>
<tr><td>Подробен устройствен план (ПУП)

(чл.110, ал. 1 от ЗУТ и чл. 45, ал. 1 от Наредба №8 за ОСУП)</td><td>план за регулация и застрояване (ПРЗ)</td><td>План за регулация (ПР)

План за улична регулация (ПУР)</td><td>План за застрояване (ПЗ)</td><td>Работен устройствен план (РУП) – план за застрояване и силуетно оформяне</td><td>Парцеларни планове (ПП) за обектите на техническата инфраструктура извън границите на урбанизираните територии</td></tr>
<tr><td>Специализиран подробен устройствен план (СПУП)

(чл.111 от ЗУТ)</td><td>СПУП – решава отделни устройствени проблеми и обхваща структурни части от територията на общината.

(чл.111, ал. 1 от ЗУТ)</td><td>СПУП – за пристанищата и специализираните пристанищни обекти

(чл.111, ал. 2 от ЗУТ)</td><td>СПУП – за индустриланите паркове

(чл.111, ал. 4 от ЗУТ)</td><td colspan="2">Не е конкретно регламентиран като вид, обем, съдържание и алгоритъм на разработване.
СПУП може да бъде за части от населени места или за цели населени места с контактните им територии в зависимост от спецификата на конкретната проектна територия и обуславящите я фактори; за територии с недвижимо културно наследство (НКН); за територии за природозащита; за територии със сложни и специфични екологични, геоложки, социални условия и др.под.</td></tr>
</table>

Специализираните устройствени разработки притежават нереализиран потенциал в няколко основни направления:

- Да решават отделен устройствен проблем [1].
- Да обезпечат взаимовръзките между основни фактори и елементи на обвързаност [3] като:
  - функционално-пространствени и социално-икономически системи;
  - урбанистични политики и йерархични нива на пространствено планиране;
  - стратегически, програмни, планови и проектни документи;
  - основни устройствени режими и допълнителни специализирани устройствени режими;
  - различни интереси и разнопосочни фактори за развитие и усвояване на териториалните ресурси.
- Да предлагат конкретни специфични решения, които не са дефинирани в нормативните документи.
- Да създават работещи механизми, които решават специфичен устройствен проблем, като същевременно не противоречат на законовата и нормативна уредба.
- Да бъдат гъвкав инструмент за управление и устойчиво развитие на териториите.

Факторите, налагащи създаването на специализирани устройствени разработки, могат частично да се припокрият с обуславящите фактори за допълнителните специализирани устройствени режими, съгласно предложеното от автора [3] диференциране на устройствените режими като:

- основни устройствени режими (ОУР) – регламентирана задължителна съставна част на всеки устройствен план;
- допълнителни специализирани устройствени режими (ДСУР) – определят се при необходимост с конкретния устройствен план в зависимост от факторите, които ги налагат.

Такива фактори [3] могат да бъдат от най-различно естество, например наличие в териториалния обхват на устройствения план на:

- защитени територии с недвижимо културно наследство (по смисъла на ЗКН);
- територии за природозащита – защитени територии (по смисъла на Закона за защитените територии (ЗЗТ)); защитени зони (по смисъла на Закона за биологичното разнообразие(ЗБР)) – защитени зони като част от Европейската екологична мрежа "НАТУРА 2000"; зони за защита на водите (по смисъла на Закона за водите (ЗВ));
- санитарно-охранителни зони (СОЗ) около водоизточници;
- други специфични за конкретната територия фактори като зони с потенциален риск от природни бедствия и аварии – чувствителни зони, уязвими зони, райони с риск от наводнения, пожари, земетресения, свлачища, снегонавявания.

Допълнителните специализирани устройствени режими, в зависимост от обуславящия ги фактор, добавят нови изисквания и възможности към територията, за която се отнасят, като ограничения, задължения, мерки, указания, насоки, предписания за допълнителни дейности и мероприятия, включително могат да регламентират допускане на изключения и отклонения от основния устройствен режим.

Необходимостта от ДСУР в конкретен устройствен план най-често се проявява при територии с особена териториалноустройствена защита. Съгласно т.4 на §5 от допълнителните разпоредби на ЗУТ [1], по смисъла на закона: "Територии с особена териториалноустройствена защита" са защитените територии за природозащита по Закона за защитените територии, за културно-историческа защита по Закона за културното наследство, други територии със специфична характеристика, чийто режим на устройство и контрол се уреждат в отделни закони (високопланинските и крайграничните територии, морското крайбрежие, територията на столицата и други), свлачищните територии, санитарно-охранителните зони около водоизточниците и съоръженията за питейно-битово водоснабдяване и около водоизточниците на минерални води - публична държавна собственост съгласно Закона за водите.“

Особено ефективни са ДСУР, когато са предвидени с конкретния устройствен план за територии с режим на превантивна устройствена защита. Съгласно т.5 на §5 от допълнителните разпоредби на ЗУТ [1], по смисъла на закона: "Територии с режим на превантивна устройствена защита" са определени с концепции и схеми за пространствено развитие и с устройствени планове територии, които притежават висока природно-ландшафтна, екологическа и културна стойност, но не са обявени за защитени със специален закон. Тази възможност, дадена от закона, е от особена важност, тъй като е регламентиран инструмент на устройствените планове да предвиждат териториалноустройствена защита на идентифицирани от самите тях територии, но които по една или друга причина не са обявени за защитени със специален закон и процедури. Идентифицираните потенциали на такива територии са защитени с режимите за превантивна устройствена защита, предвидени с плана, и могат да послужат като основа за бъдеща особена териториалноустройствена защита. Например по отношение на културното наследство такива специфични територии могат да бъдат културните ландшафти и характерните селищни структури, предвид техните характеристики на териториално-пространствени обекти с потенциал да бъдат защитени [3].

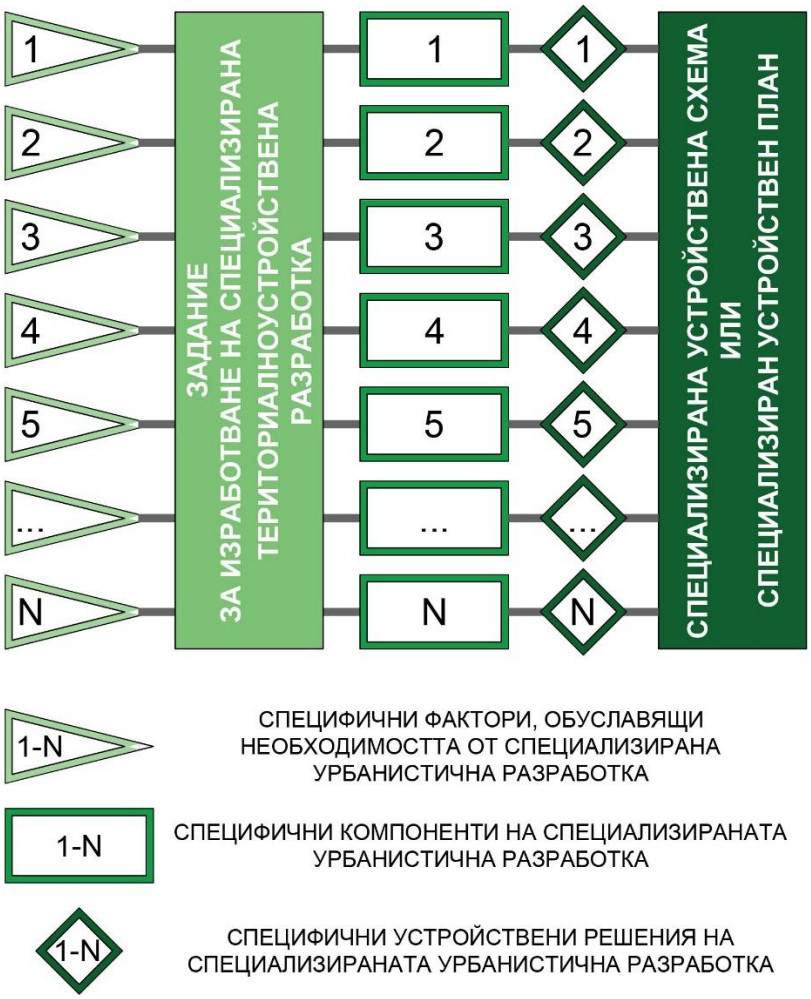
Не винаги наличието на някаква специфика или особеност в дадена територия налага разработването на специализиран устройствен план. Възможно е в един обикновен /стандартен/ устройствен план да бъдат зададени освен основния устройствен режим, който е задължителен компонент на всеки устройствен план, така и един или няколко допълнителни специализирани устройствени режими. Устройствените режими (основни и допълнителни специализирани) и правилата и нормативите за прилагането им се създават с плана и те не са специфични, когато не са в отклонение от законовата и нормативна уредба.

Специализираните териториалноустройствени разработки *Фиг. 1* се налагат, когато е налична изявена специфика на територията в конкретно направление, която изисква както специфични решения, така и специфични подходи за тяхното намиране. Механизмите на

специализираното устройствено планиране следва да се прилагат, когато отделният устройствен проблем не може да бъде решен чрез прилагането на ДСУР, когато спецификата е толкова изявена, че се налагат съвсем различни от установените подходи и когато специализираните /или специфични/ режими се превръщат в основни за конкретна територия.

Ключови стъпки, предхождащи създаването на специализирана устройствена разработка, са:

- Изясняване на критериите и факторите, обуславящи необходимостта от разработване на специализирана устройствена схема или специализиран устройствен план.
- Избор на вида на специализираната териториалноустройствена разработка в завивсимост от нивото на пространствено планиране и обуславящите фактори.
- Определяне на границите и териториалния обхват на специализираната териториалноустройствена разработка.
- Изготвяне на Задание за изработване на специализираната териториалноустройствена разработка с определени граници, териториален обхват и критерии, по които да бъде разработена.



Фиг. 1. Концептуален структурен модел на специализиран устройствен план. Източник: авторска схема

При наличие на определена повтаряемост на сходни специфики за различни територии и сходни конкретни въпроси за решаване биха могли да се разработят алгоритми за създаване на специализирани устройствени планове като:

- СПУП за територии, усвоени без проведени устройствени мероприятия и с незаконно осъществено строителство (например някои ромски махали) [4].

- СПУП за територии с режим на перспективна устройствена зона за алтернативни земеделски дейности „За“, за които ОУПО е определил допълнителен общ устройствен режим [5].
- СПУП за територии с наличие на недвижимо културно наследство [3].
- СПУП за други видове територии с характерни специфики.

3. Специализирани урбанистични разработки за територии с недвижимо културно наследство (НКН) [3]**.**

Специализираните устройствени схеми и планове са особено приложими и необходими, когато става въпрос за териториалноустройствената защита на недвижимото културно наследство. Те са мощен инструмент за постигане на целите на интегрираната консервация, като основна европейска политика за координация между дейностите по проучване и опазване на културното наследство и тези по устройство и управление на териториите.

СПУП е удобен, предвиден от закона инструмент с потенциал да интегрира в единна урбанистична разработка характеристиките на подробен устройствен план и план за опазване на НКН за конкретна проектна територия.

Като план с пряко инвестиционно приложение целта на СПУП е на оперативно ниво да създаде така търсената интеграция между дейностите по опазване на НКН с комплексните мултидисциплинарни градоустройствени предвиждания като осигури едновременно урбанистична защита на културното наследство за конкретната проектна територия и ясно регламентирани възможности за реализиране на инвестиционни намерения и инициативи.

Проектните решения на СПУП също така ще зададат конкретни дейности и проекти, които да залегнат в краткосрочните и средносрочните програми на ПИРО (план за интегрирано развитие на община) и ПОУ (план за опазване и управление) на НКЦ (недвижими културни ценности).

При разработването на СПУП, както в проучването на територията, така и при избора на проектните устройствени решения, е необходимо да се следват критериите и да се отчитат идентифицираните фактори, обуславящи урбанистичната защита на културното наследство, като те се включат като допълнителни компоненти на плана, надграждащи общите основни изисквания за обем и съдържание на подробните устройствени планове, регламентирани в ЗУТ [1] и Наредба №8 за ОСУП [2]. Оценката на влиянието и значението на тези фактори за конкретната проектна територия ще предопредели и устройствените решения, предвидени със СПУП.

В инструментариума на специализираното подробно устройствено планиране следва да бъдат включени ценностите на културното и природното наследство с цел както да се подобри пригодността за живот и наследствения характер на историческото селище или зона и тяхната привлекателност, така и да се подсигури устройствена защита на тези ценности.

СПУП следва да се изработва върху актуална кадастрална карта и кадастрални регистри (КККР).

Обхватът и съдържанието се определят с планово задание, който включва задължително и опорен план с нанесени НКЦ и съществуващи граници (на разработката, имотни, регулационни, определените с режими за опазване на НКЦ, на териториите с наличие на НКН, на други защитени територии и др.).

СПУП следва да включва освен проектната територия, определена с плановото задание, също така и специализирани устройствени схеми в разширен териториален обхват предвид наличните потенциали на съхранените природни, културни и исторически ландшафти и с цел изследване и отчитане на териториалните свързаности.

В един обобщен хипотетичен примерен модел СПУП ще осигури устройствените условия за:

- определяне на регулационните граници на населеното място;
- прецизиране и актуализиране на границите на единичните НКЦ и груповите НКЦ;
- определяне на предписанията за опазване в границите на ГНКЦ;

- определяне на териториите с особена териториалноустройствена защита за опазване и развитие на културното наследство и териториите за превантивна устройствена защита (тези с идентифициран потенциал на НКЦ – културни ландшафти, културни маршрути, серийни обекти, исторически зони и исторически селища – съгласно видовата характеристика, регламентирана в Закона за културното наследство (ЗКН) [6]), въз основа на което да се проведат процедурите за придобиване на статут на НКЦ по съответния законов и нормативен ред;
- запазване на специфичните характеристики на исторически формиралите се градоустройствена структура, архитектурни структури и системи от открити пространства;
- определяне на основните устройствени режими и допълнителните специализирани устройствени режими; на пределно допустимите устройствени параметри; на допустимите, ограничените и забранените дейности и функции; на изискванията към последващото инвестиционно проектиране;
- решаване на някои други основни въпроси, предмет на подробното устройствено планиране, като: оптимизиране на транспортно-комуникационната система на населеното място като трасета на уличната мрежа и организация на движението; изграждане на канализационна система; окабеляване на въздушните електропроводи и подземното им провеждане в границите на урбанизираната територия и др.;
- организиране и планово провеждане на туристическа инфраструктура;
- създаване на ясно регламентирани възможности за реализиране на инвестиционни намерения и инициативи;
- създаване на баланс и синхронизиране на реализирането на инвестиционни намерения с дейностите по опазване на НКН;
- интегрирано опазване – осигуряване на защита на НКН чрез неговото развитие.

Наличието на професионално разработен СПУП в съответствие с предложените подход и насоки и процедиран по регламентирания ред е предпоставка за значително облекчаване на последващите инвестиционни процеси по отношение както на избора на проектни решения, така и по отношение на съгласувателните процедури.

4. Заключение

За да станат приложими на практика изложените разсъждения е необходимо да бъдат създадени съответните юридически основания тези идеи да бъдат реализирани.

- Специализираните териториалноустройствени разработки следва да бъдат регламентирани в ЗУТ [1].
- Наредба №8 за ОСУП [2] следва да се допълни с детайлни указания и насоки, регламентиращи обема и съдържанието на специализираните устройствени схеми и планове в зависимост от видовата им характеристика и спецификата на конкретната територия.
- Необходимо е регламентиране в ЗУТ [1] и другите съотносими закони задължително създаване на СПУП за територии със специфични характеристики, които да решават съответните конкретни устройствени проблеми.
- Законовата и нормативна база (ЗРР, ЗУТ, ЗКН, ЗООС, ЗЗТ, ЗОЗЗ, ЗВ, ЗП, ЗКИИР и др., наредбите и другите подзаконови нормативни документи към тях) следва да се синхронизират с цел постигане на обвързаност между отделните документи; отстраняване на непълноти, противоречия и нееднозначност по смисъла на отделните закони; синхронизиране на терминологията, на съдържанието на понятията, на изискванията и на законово установените процедури.

Специализираните урбанистични разработки следва да бъдат интегрирани в процеса на пространственото планиране като необходим инструмент с потенциал да решава комплексни задачи при наличие на специфични условия.

Авторът се надява, че представените идеи ще провокират интереса на професионалната общност към неизползваните възможности на специализираното устройствено планиране за създаване на ефективно работещи документи за хармонично и балансирано функционално-пространствено развитие на териториите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Закон за устройство на територията (в сила от 31.03.2001 г., обн. ДВ. бр.1 от 2 януари 2001г., посл. изм. и доп. ДВ. бр.6 от 20 януари 2023г., доп. ДВ. бр.86 от 13 октомври 2023г.).

[2] Наредба № 8 от 14 юни 2001 г. за обема и съдържанието на устройствените планове (загл. изм. - ДВ, бр. 22 от 2014 г., в сила от 11.03.2014 г.) (В сила от 01.08.2001 г. посл. изм. ДВ. бр.11 от 10 февруари 2015г.).

[3] Д. П. Иванова, Устойчивост и устойчиво развитие на културното наследство в контекста на устройственото планиране. Велико Търново: Фабер, 2024.

[4] Д. П. Иванова и колектив, ПУП-ПРЗ на ромски махали в градовете Перущица, Лом и Самоков. 2020-2025.

[5] Д. П. Иванова и колектив, Общи устройствени планове на общини (ОУПО), 2013-2025.

[6] Закон за културното наследство (в сила от 10.04.2009 г., обн. ДВ. бр.19 от 13 март 2009г., посл. изм. ДВ. бр.70 от 20 август 2024г.).

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ПРОБЛЕМИ И УСПЕХИ В РАЗВИТИЕТО НА ЗЕЛЕНИТЕ ПРОСТРАНСТВА В БЪЛГАРСКИТЕ КУРОРТИ И ЗОНИ ЗА РЕКРЕАЦИЯ И ОТДИХ

Александър Д. Слаев[1]

РЕЗЮМЕ:

Още от края на XX век отношението на българските архитекти и урбанисти, както и на гражданите към презастрояването на зоните за рекреация и отдих по Черноморското крайбрежие е крайно критично. Най-сериозната загуба от презастрояването е загубата на открити и зелени площи. Добре известно е и това, че един от традиционните и най-атрактивни наши курорти – Албена – е сочен като единствения добър пример, при който презастрояването беше избегнато. Тази статия изследва въпросния позитивен пример и навлиза в по-голяма дълбочина в анализа на причините и движещите сили, които позволиха откритите и зелените площи в този курорт да бъдат запазени. Главният въпрос е как да се поучим от положителния опит и да овладеем разразяващата се нова вълна на развитие на морския туризъм.

Ключови думи: публични зелени площи, зони за отдих, развитие на морски туризъм, устойчиво развитие, приватизация.

ISSUES AND ADVANCEMENTS IN THE DEVELOPMENT OF GREEN SPACES IN BULGARIAN RESORTS AND RECREATION AREAS

Aleksandar D. Slaev[1]

ABSTRACT:

Since the end of the 20th century, the attitude of Bulgarian architects and urban planners, as well as citizens, towards the overly intensive and dense development of recreation and leisure areas along the Black Sea coast has become particularly critical. The most significant loss from the overly dense development is the loss of open and green spaces. It is also well known that one of our traditional and most attractive resorts – Albena – is cited as the only good example where overdevelopment was avoided. This article explores this positive example and goes into greater depth in analysing the reasons and driving forces that allowed the open and green spaces in this resort to be preserved. The main point is to learn from the positive experience and manage the emerging new wave of development of seaside tourism.

Keywords: public green spaces, recreational areas, development of seaside tourism, sustainable development, privatisation

[1] Проф. д.н. арх. Александър Д. Слаев, Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“
Prof. Aleksandar D, Slaev, D.Sc., Ph.D., M.Arch., Varna Free University “Chernorizets Hrabar”, slaev@vfu.bg

1. Увод.

Вече повече от две десетилетия презастрояването се счита за най-големия проблем на българските градове [1, 2, 3]. Главните негативи за презастрояването се свързват преди всичко с влошаването на екологичните условия в урбанизираната среда. По-малкото свободни пространства предоставят по-малко възможности за озеленяване [4]. По-малкото озеленяване на свой ред означава по-замърсен въздух, тъй като дървесната растителност е мощен филтриращ фактор в градовете. Това води също и до лятно прегряване, защото зеленината предпазва от образуване на така наречените топлинни острови. Друг, вероятно още по-важен негативен ефект от намаленото озеленяване е свързан с редуцираните възможности за въглеродно секвестиране, което има мощно влияние върху климата [4, 5]. Бетонирането на урбанизираната среда рязко редуцира възможностите за отдих и я прави неатрактивна. Всички тези фактори имат отрицателен ефект върху здравето на обитателите. Критичността на тези проблеми се обяснява от факта, че въпреки нарастването на големите български градове през последните десетилетия, в тях няма осигурени нови паркове и зелени зони и изобщо липсват каквито и да е данни за ново озеленяване.

По подобен начин стоят тези проблеми в българските курорти и зони за отдих и туризъм. Броят и капацитетът на хотелите и другите видове места за настаняване нарасна значително, но нови зелени площи не бяха осигурени. Така индикаторът „зелени площи на почиващ“ намаля два до четири пъти. От друга страна трябва да се вземе предвид, че функции като отдиха и туризма по принцип са свързани с много по-високи изисквания за осигуряване на открити пространства и озеленяване, въпреки че в действащото нормативна база такива изисквания не са фиксирани. Споменатите по-горе екологични ефекти като пречистване на въздуха, смекчаване на прегряването и топлинните острови, въглеродно секвестиране и ограничаване на климатичните промени безспорно са критично важни за средата за обитаване, но тяхното значение за отдиха още по-голямо. Ето защо отдихът несъмнено е дейност, която може да се реализира пълноценно само в среда с изобилие открити пространства и озеленяване.

За съжаление, тенденциите в развитието на традиционните български курорти от периода на социализма, както и рекреационните зони не показва подобряване на условията за отдих през последните три десетилетия. Българското общество очакваше с надежда новите етапи на изграждане на курортите и първите строежи бяха посрещнати с ентусиазъм, Но много скоро ентусиазмът беше заменен от разочарование преди всичко от загубата на открити зелени пространства. Както гражданите, така и професионалистите бяха единодушни в негативната си оценка и днес в обществото преобладава ясно изразено силно критично отношение към резултатите от развитието на туризма и отдиха.

Но от друга страна тези резултати дори и до момента не са задълбочено проучени и анализирани. Между специалистите и експертите е разпространено мнението, че причините и факторите за редица специфики на развитието са ясни. Но един по-задълбочен анализ показва, че това не е така. Например, като главна причина за неудачите в устройственото развитие неизменно се сочи приватизацията. От друга страна изключително популярна констатация очертава разликата в развитието на Слънчев бряг, Златни пясъци и Албена. Повечето експерти са убедени, че са наясно относно причините за тази разлика, но дори до момента процесите в трите курорта не са изследвани в детайл. До момента дори не са събрани достатъчно данни за това дали и доколко показателите, свързани със зелените площи в курортите са се променили или влошили през последните десетилетия.

Тази статия има за цел, първо, да изследва промените във функционалната структура на курортите Слънчев бряг, Златни пясъци и Албена с акцент върху зелените площи [1, 6]. Второ, да свърже установените проблеми със процесите на приватизация и да изследва как индикаторите за озеленяване се отнасят към промяната на собствеността. Трето, към какви изводи и препоръки водят установените резултати.

2. Емпирични изследвания.

Развитие на туризма в България към края на социалистическият период

В края на социалистическия период България вече имаше важна позиция и значителен натрупан опит в сферата на туризма. Българското Черноморие започна да привлича чуждестранни туристи и почиващи още от тридесетте години на 20-ти век, а през шестдесетте и седемдесетте години бяха изградени курортите Слънчев бряг, Златни пясъци и Албена, с което България стана летният курортен център на социалистическия лагер [1, 7]. Годините между 1985 и 1988 станаха връх развитието на черноморския туризъм у нас за целия 20-ти век като през този период българските средства за подслон предоставяха 40 и повече от 40 милиона нощувки на година. От тях около 55-58% бяха нощувки на български граждани, около 25-26% от другите социалистически държави, а останалите 13-14% от Западна Европа и други части на света [1, 7, 8].

Това успешно развитие се дължеше на благоприятните географски дадености и климатични условия, красивата природа и богатото биоразнообразие, на историческото и архитектурно наследство, както и успешната политика в областта на туризма и постепенно набирания опит. Но трябва да се подчертае, че докато силна страна на изградената материална база бяха добре планираните морски курорти, слаба страна беше недостатъчно високото качество и ниската категория на българските хотели[7, 8]. Българските почиващи използваха изключително легловата база на почивните станции с относително ниска категория, а висококачествени хотели с повече от три звезди бяха предназначени главно за западни туристи, които заплащаха престоя си в твърда валута. Висококачествените хотели бяха толкова малко и цените на нощувките бяха толкова високи спрямо доходите на населението, че тези средства за подслон бяха недостъпни за повечето българи.

Развитие на туризма по черноморското крайбрежие и в трите най-големи български курорта от 1990 г до днес

Още от началото на 1990-те всички българи очакваха, че за туризма у нас предстоят години и десетилетия на успешно развитие. Това беше така, защото не само професионалистите, но и редовите граждани бяха убедени в огромните предимства, които територията на страната, натрупаните традиции и изградената материална база осигуряваха за този сектор.

В действителност, още през първите години на прехода туризмът в България изпадна в криза, която продължи почти едно десетилетие. Към 2000 г. броят на нощувките в българските средства за подслон намаля с почти 80%. Но от началото на новия век последва бързо възстановяване, а периодът 2003-2009 отбеляза бум в нарастването на хотелската база. Само за 6 години между 2002 и 2007 г. броят на средствата за подслон нарасна повече от 2.5 пъти, като в област Бургас нарастването беше повече от 10 пъти. Бумът в строителството на ваканционни апартаменти беше още по впечатляващ - от 3-3.5 нови жилища на 1000 жители за година през периода 2000-2003 този брой се увеличи повече от 10 пъти и достигна (според издадените разрешения за строеж) 35-40 жилища на 1000 жители в трите черноморски области – Бургас, Варна и Добрич.

За тази статия особен интерес представлява развитието на най-големите български черноморски курорти във всяка от 3 области. Това развитие беше обусловено от икономическия модел на приватизация, който беше съобразен с характера на курортите като комплексно изградени урбанистични структури. Нашият модел беше следния: за всеки от беше създадено държавно акционерно дружество, върху което беше прехвърлена цялата собственост на всеки от курортите. Основна задача на тези акционерни дружества беше да реализират приватизацията на хотелската база и изградената инфраструктура. За служителите и мениджърите в съществуващите до момента социалистически предприятия, експлоатиращи хотелите до момента, беше предвидена възможност за участие приватизационният процес посредством така наречените работническо-мениджърски дружества (РМД). Капиталът на РМД дружествата се формираше от приватизационните бонове, разпределени между всички работници, служителите и мениджъри от социалистическите предприятия, но така набраният

капитал беше крайно недостатъчен за закупуване на хотелите и инфраструктурата. Затова в Слънчев бряг и Златни пясъци РМД дружествата не успяха да закупят значителна част от хотелите. В Слънчев бряг до края на 2002 година всички хотели бяха продадени на външни инвеститори и работническо-мениджърското дружество стана собственик единствено на инфраструктурата [9]. В курорта Златни пясъци РМД дружеството успях да закупя 76% от Златни пясъци АД, но чак след като повече от 60% от хотелите бяха продадени. Единствено в курорта Албена РМД „Албена 2000“ успя да събере достатъчен по обем свеж капитал И да закупи целият курорт с всички хотели и цялата инфраструктура За причината 13 и половина процента като създаде Инвестиционен фонд „Албена инвест“ и привлече инвестиции от банка БНП „Париба“ [9].

Какво значение имаше начина на приватизация за броя на хотелите в трите курорта? Броят на хотелите се увеличи в резултат на два модела на развитие – съответно, в границите на курортите от социалистическия период и на ново-застроени терени в тяхната периферия. Броят на хотелите в традиционните граници на курортите се увеличи главно като бяха създадени нови урегулирани имоти между съществуващите – там, където откритите пространства бяха достатъчно големи и позволяваха това. Този модел стана една съществена причини за презастрояване в курортите. В малко на брой случаи нови хотели бяха изградени за сметка на събарянето на съществуващи, но тази подмяна на хотелската база практически не оказа влияние върху загубата на свободни пространства. Друга вероятно най-съществена причина за презастрояване се породи от втория модел на развитие - застрояването на нови периферни терени. Този модел може да се наблюдава повече в южната и по малко в северната периферия на Златни пясъци, но той придоби особено големи мащаби в Слънчев бряг. Урбанизираната площ на Слънчев бряг се разрасна до такава степен, че към днешна дата границите на курорта от социалистическия период заемат едва около 60% от общата застроена територия. Таблица 1 показва нарастването на легловата база на трите курорта.

Табл. 1. Брой хотели и апартаментни сгради и брой легла в курортите Слънчев бряг, Златни пясъци и Албена

Курорти	В края на 1980-те		През 2020	
	Брой хотели	Брой легла	Брой хотели	Брой легла
Слънчев бряг	108	около 27,000	258	около 68-69,000
Златни пясъци	70	около 15,000	112	43,177
Албена	33	около 14,000	35	16,631

Как ще отрази това развитие върху откритите и зелени пространства в курортите? Очевидно, презастрояването причини редуциране на дела на свободните и открити пространства, което на свой ред редуцира процента на зелените площи. Освен това легловата база нарасна значително поради големия брой новопостроени сгради. Съответно увеличения брой на посетителите изисква повече зелени терени. Таблица 2 показва промяната в общата площ на зелените терени и показателя „зелени площи на посетител“

Табл. 2. Обща площ на зелените площи, процент от общата територия на курортите и показател „зелени площи (м2)/ посетител“

Курорти	В края на 1980-те			През 2020		
	хектари	процент	м2 / посетител	хектари	процент	м2 / посетител
Слънчев бряг	89.67	36.38%	39.07	80.97	14.88%	14.01
Златни пясъци	65.88	33.85%	55.36	61.51	29.28%	17.03
Албена	77.74	41.16%	65.33	77.50	40.82%	54.93

Както е видно от Таблица 2, въпреки че площта на слънчев бряг през разглеждания период се е увеличила с повече от 65%, зелените площи в Слънчев бряг са се редуцирали с 9.7 хектара, а показателят „зелени площи/ посетител“ е намалял почти 3 пъти [2, 9]. В Златни

пясъци намалението на зелените площи е значително по малко, но поради увеличеният брой на посетителите показателят е намалял двойно. В курорта Албена зелените площи са се запазили практически без изменение, а въпреки известно редуциране също поради броя на посетителите, показателят „зелени площи/ посетител“ се е запазил на много благоприятни нива.

3. Анализ и дискусия на получените резултати.

Професионалистите и гражданите у нас свързват проблемите са презастрояването на българските градове и курорти преди всичко с развитието на частната инициатива [2, 10, 11]. В началото на преходния период както професионалното, така и общественото мнение се отнасяха с максимална критичност към типичните за социализма неудачи в икономиката, поради нейната ниска ефективност, а също и в градското развитие, свързани главно с панелните сгради и комплекси в големите градове. Широко прието беше разбирането, че тези неудачи (най-вече в икономическото развитие) се дължаха на държавната форма на собственост. Затова както професионалните кръгове, така и почти всички обществени групи бяха убедени в необходимостта от приватизация както в областта на икономиката, така и в тази на урбанизма . Както беше посочено в уводната част, в началото на 1990-те българските граждани хранеха високи очаквания от предстоящото икономическо и урбанистично развитие, базирано на частната собственост. Но само няколко години по-късно критичните настроения към този тип развитие рязко се усилиха. Вероятно най-силно изразена е критичността към презастрояването на градовете. Главният упрек е към стремежа за осигуряване на максимални ползи и доходи от поземлените имоти от страна на частните собственици. Именно затова се смята, че частните собственици приватизацията е основната причина за презастрояване на българските градове и курортни зони.

В тази връзка вече беше изтъкнато, че важен аспект на настоящото изследване е да се анализират онези фактори, които влияят върху ефективността на урбанистичното планиране в условията на приватизация. Тезата на тази статия е, че е изключително важен фактор, свързан с приватизацията, е мащаба на собствеността [13]. Всяка стопанска и инвестиционна дейност изисква адекватен мащаб на собствеността. Различните дейности изискват различен мащаб, а приватизацията (както и колективизацията) служи, за да може да бъде установен мащаб на собствеността в съответствие с спецификата на съответната дейност. Очевидно, държавната форма на собственост се характеризира с неадекватно голям мащаб на използване на ресурсите както в икономиката, така и в урбанизма, поради което тази собственост се доказа като неефективна в тези две области. Но частните и колективните форми на собственост се отличават с огромно разнообразие на своите мащаби, поради което някои от тези форми са ефективни а други не са [14, 15]. Така например за терен за пасажерски хотел с 3 звезди ще е достатъчен имот с площ 0.1 - 0.2 ха, но за морски хотел теренът следва да е 2 до 3 пъти по-голям. За морски хотел с 4 звезди теренът следва да е с площ поне 1.5 хектара. Ето защо както опитът, така и редица проучвания показват, че в сферата на хотелиерството държавната форма на собственост е най-неефективна. Същевременно, от частната и колективни форми най ефективни са тези, които могат да осигурят мащаб на използване на земята според посочените критерии и норми [9, 16]. Относително дребният мащаб на поземлените ресурси, необходим за тризвезден пасажерски хотел, позволява такъв поземлен имот да бъде придобит дори от фирми с не много големи финансови възможности. Но придобиването на терен за ваканционен хотел с 4 звезди изисква значително по-голям финансов потенциал, присъщ на една по-голяма фирма [9]. За да могат пазарни участници с по-ограничени възможности да придобият такъв имот, те трябва да се обединят в кооператив, колективна фирма или акционерно дружество.

По-сложен е въпросът за необходимата земя за зелените площи, тъй като тези площи могат да бъдат различни видове и не за всеки вид нормативите са достатъчно изчерпателни. Например, у нас липсва научно обоснован и приложим норматив за публичните зелени площи в курортите. Очевидно, от критично значение за прилагане на нормативите е дали паркова среда е осигурена в индивидуалните имоти на хотелите или тази функция се осигурява изцяло

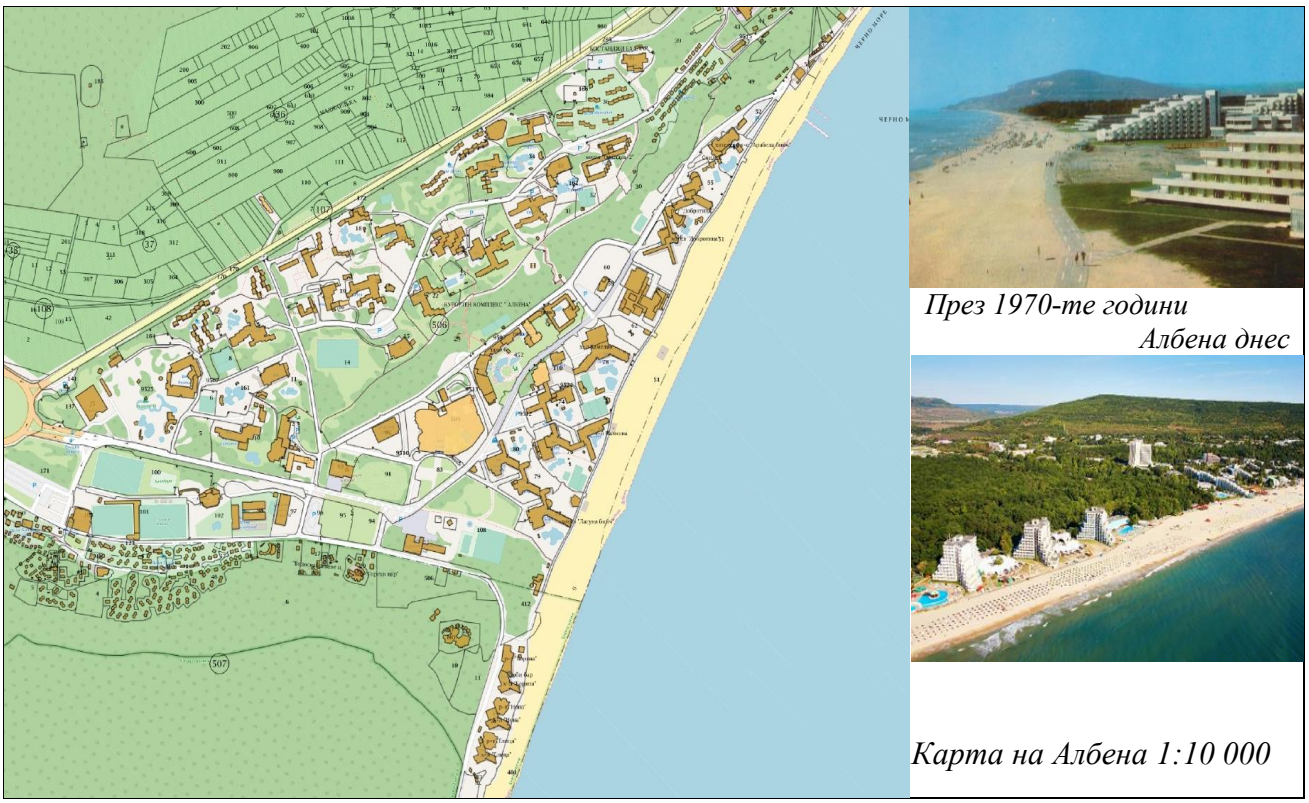
от публични зелени площи. В последния случай можем да приемем, че минималният показател е поне 20 кв. метра, а оптималният следва да е 40-50 кв. метра зелени площи на посетител [9].

В тази връзка е необходимо да анализираме как се е променил мащаба на използване на поземлените ресурси при приватизацията на трите курорта. Резултатите от изчислението на средната площ на поземлените имоти за хотелиерство са показани на Таблица 3. Данните показват, че като цяло поземлените имоти в курорта Слънчев бряг са намалели почти 7 пъти, докато в курортите Златни пясъци и Албена средната площ на хотелските парцели практически не се е променила. Значението на различните фактори може да се оцени много по-точно, когато се отчитат промените в границите на курортите преди 1990 [7, 9]. Очевидно, за намаляването на средната площ на всички имоти най-голямо влияние имат размерите на периферно разположените имоти извън традиционните граници на курортите. Това са терени, които през социалистическия период са били възстановени на техните първоначални собственици при ликвидирането на кооперативните стопанства (ТКЗС). В последствие предназначението на тези терени е променено от такова за селскостопански цели в урегулирани поземлени имоти за строителство на хотели и ваканционни сгради. Видно от таблицата, средната площ на такива имоти на територията на Слънчев бряг през социалистическия период е било почти 20000 м2 за един хотел, независимо че са преобладавали хотели с ниска категоризация [6, 7, 9]. Това се обяснява с държавната собственост върху земята, при което урбанистите са предвиждали възможно по-големи терени без да се съобразяват с цената на този ресурс. Обратно, при трансформирането на частни селскостопански имоти в такива за застрояване, частните собственици през периода 2000-2015 г., например, са били готови да направят компромис с функционалните изисквания, но да строят в малки имоти (средно малко под 2000 м2) при максимална интензивност на застрояване. Очевидно, доколкото частните собственици на земя са заинтересовани от реализирането на максимално високи приходи от своите имоти, те едва ли пропускат факта, че максимизирането на приходите изисква оптимизиране на баланса между инвестициите в строителство на хотели и инвестициите в благоустройство и озеленяване на средата [6, 7, 9]. Тоест, частните собственици са наясно, че загубата на открити и зелени пространства влошава средата за отдих и понижава стойността на предлаганите туристически услуги. В този смисъл отделният собственик би бил склонен да намали интензивността на застрояване, за да има повече открити и зелени пространства, но само ако това важи и за всички други собственици. С други думи, проблемът не е толкова в мотивацията на отделния частен собственик, а в липсата на ефективни методи на координация между всички собственици от дадена зона или в границите на курорта. Проблемът е, че без ефективни правила, отделният собственик няма контрол върху средата и затова не е мотивиран да опазва откритите пространства. Това обяснява защо в Албена откритите пространства и зеленината са съхранени – именно защото дружеството-собственик на курорта има пълен контрол върху средата в курорта, за разлика от възможностите на собствениците в Слънчев бряг и Златни пясъци.

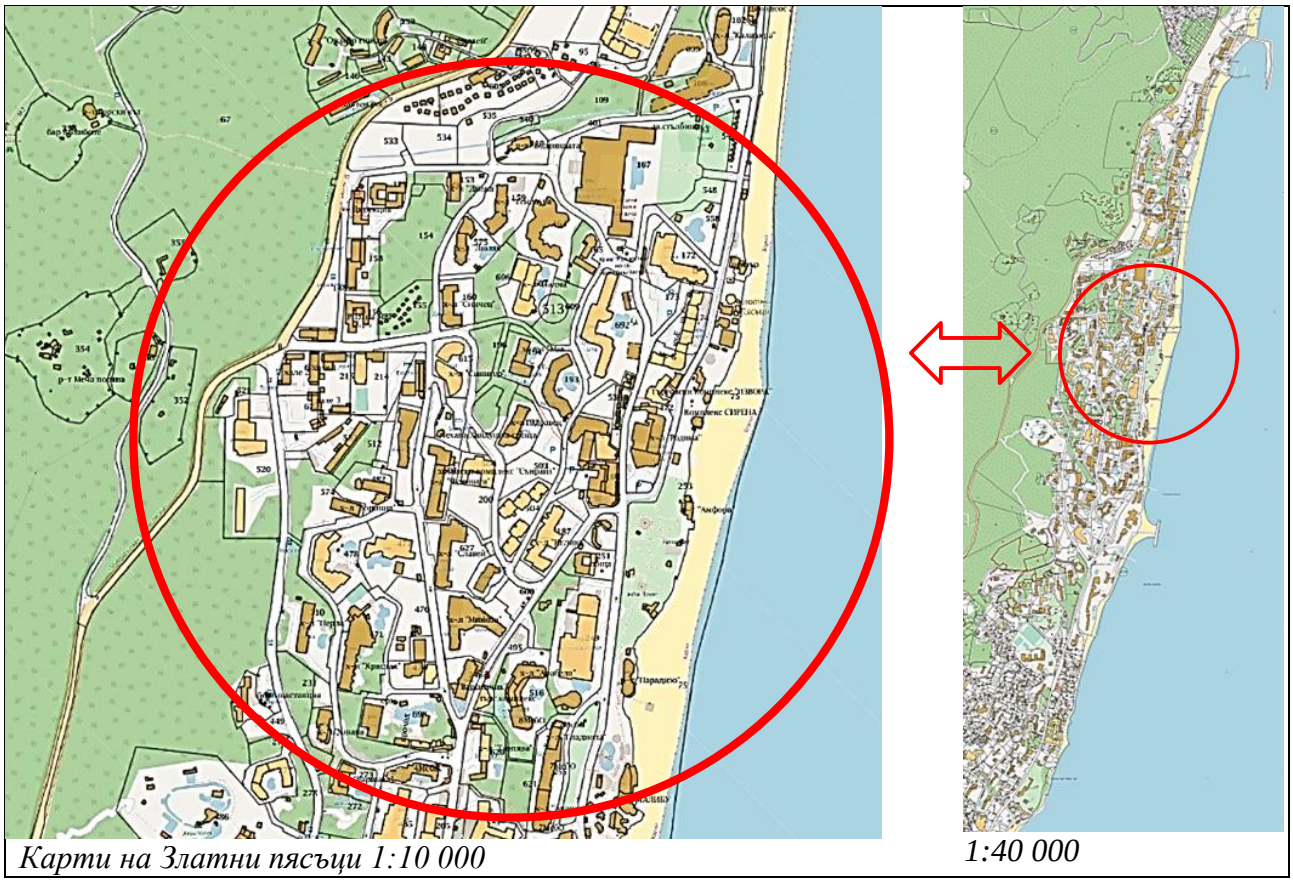
Табл. 3. Средна площ (в хектари) на поземлените имоти за хотелите, построени през двата основни периоди на развитие на курортите

Курорти	Хотели, построени преди 1989	Хотели, построени след 2000		Средно за всички имоти в курорта към 2020
		Нови хотели в стари граници	Нови хотели на нови периферни терени	
Слънчев бряг	1.96	0.58	0.19	0.31
Златни пясъци	0.75	1.09	0.67	0.83
Албена	1.21	1.19	0.98	1.20

Фигури 1, 2 и 3 илюстрират презастрояването на средата и загубата на зелени площи в трите морски курорта.



Фиг. 1. Плътност на застрояването на Албена – карта и снимки



Фиг. 2-а. Плътност на застрояването на Златни пясъци - карти

Фиг. 2-б. Плътност на застрояването на Златни пясъци - снимки

Фиг. 3. Плътност на застрояването на Слънчев бряг – карти и снимки

Системите от правила и нормите имат ключово значение, когато вземем предвид взаимовръзките между тях и мотивацията на частните собственици при различни мащаби на

собствеността [15, 16, 18, 19]. Мащабът на собствеността и, съответно, мащабът на използване на поземлени ресурси са от първостепенна важност за начина и правилата на управление на ресурсите [13, 15, 19, 20]. Ако имотите са със средна площ 1.5 до 2 ха, озеленяването може да се осигури в рамките на отделния имота. Но когато имотите са със средна площ под 0.4 ха или дори 0.2 ха, както е в ново-урбанизираните терени в Слънчев бряг, по-ефективно е зелените терени да се ползват съвместно от посетителите и обитателите на няколко етажни сгради [7, 9]. В този случай публичните зелени площи са от решаващо значение за обезпечаване на необходимите екологични условия и възможности за отдих. Главно изискване, за да може тези условия да бъдат осигурени, е общината да разполага с достатъчно поземлен ресурс за осигуряване на достатъчно зелени площи. Тъй като поземлените ресурси в курортите са твърде скъпи, а финансовите средства, с които разполагат местните са изключително ограничени, единственият възможен и справедлив начин за осигуряването на необходимото озеленяване е чрез придобиване по член 16 от ЗУТ [16, 18]. Предвид посочената критична важност на зелената площи за развитието на отдиха и факта, че тези площи ще обслужват клиентите на хотелите, изградени в частните имоти, процентът от земята, който местните власти трябва да придобият, е необходимо дори да бъде по-висок от предвидените в член 16

4. Изводи и препоръки.

Цел на тази статия беше да оцени някакво си дължи презастрояването на българските курорти. След характерната за деветдесетте години на 20-ти век критичност към централното планиране, още от края на последното десетилетие на века се засили критичността към пазара и частната собственост. Днес повечето професионалисти и граждани у нас са убедени, че приватизацията и частната собственост са главната причина за презастрояването. Тази статия заема различна позиция. Нито колективизацията, нито приватизацията сами по себе си не са причина за ниска ефективност на икономическото и урбанистичното развитие. Всяка дейност изисква определена степен на частност или колективност и както колективизацията, така и приватизацията могат да бъдат изключително полезни, за да се установи адекватен мащаб на собствеността. Тъй като преобладаващата форма на собственост до 1990 г. беше държавната, очевидно приватизацията осигуряваше правилната посока на развитие [16, 18, 21], но въпреки това ключовият въпрос е дали приватизацията е довела до оптимален мащаб на собствеността.

Резултатите от развитието на трите курорта водят до извода, че въпреки твърде дребната форма на собственост в периферните райони на Слънчев бряг, в повечето случаи мащабът на имотите за хотели е довел до по-ефективно използване на поземлените ресурси. Но не е така с мащаба на имотите за озеленяване. Собственици на земя готовност биха приели да се отнеме от техните имоти площ за озеленяване, която да позволява изграждането на екологична и атрактивна зелена среда. Проблемът е, че член 16 на ЗУТ [16] не гарантира справедливо разпределение на тежестта за развитие на зелената система между всички собственици. Необходимо е усъвършенстване не законовият механизъм с цел гарантиране на справедливост при набиране на приноса от всички собственици.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Slaev, A.D., Hirt, S. “Planning, Pluralism, Markets: Experiences from Post-Socialist Varna,” Planning Theory & Practice, 23:3, 461-475, 2022.

[2] Slaev, A.D., Kovachev, A., Nozharova, B., Daskalova, D., Nikolov, P., Petrov, P, “Overcoming the failures of citizen participation: The relevance of the liberal approach in planning”, Planning Theory 18(4) 448-469, 2019.

[3] Иванов, В., Симов, О., Аспарухов, С. “Повишаване на енергийната ефективност и здравословен микроклимат чрез средствата на пространствената организация в жилищните територии”. Годишник на Университета по архитектура, строителство и геодезия 50(2), стр. 59-72, 2017.

[4] Slaev, A.D., Daskalova, D. “Complex property rights and Coasean bargaining in natural resource management”. Journal of Environmental Policy & Planning 22(4): 486-500, 2020.
[5] Slaev, A.D., Collier, M. “Managing natural resources: Coasean bargaining versus Ostromian rules of common governance”. Environmental Science & Policy, 85: 47-53, 2018.
[6] Slaev, A.D., Alexander, E.R., Zdravkov, Z., Ivanov, V., Georgieva, S., “Market tools for the provision of urban green spaces in post-socialist Sofia”, Land Use Policy 122(1): 1-9, 2022.
[7] Anderson, R.; Hirt, S.; Slaev, A.D. “Planning in market conditions: The performance of Bulgarian tourism planning during post-socialist transformation”. Journal of Architectural and Planning Research, 29(4): 318-334, 2012.
[8] Davcheva, M., & Tasheva, S. “The Brand: Sunny Beach and Albena, Bulgaria.” Central Asian Journal of Art Studies, 1(3), 2016.
[9] Slaev, A.D. “Matching the degree of privateness/collectiveness to the scale of resource use.” Land Use Policy 112, 105809, 2022.
[10] Slaev, A.D., Zeković, S., Kovachev, A., Maričić, T., Bajić, T. “Regulating Market-led Urban Expansion in the New Master Plans of Sofia and Belgrade.” SPATIUM 39: 38-46, 2018.
[11] Slaev, A.D., Nedović-Budić, Z., Krunić, N., Petrić, J., Daskalova, D. “Suburbanization and sprawl in post-socialist Belgrade and Sofia”. European Planning Studies, 26(7): 1389-1412, 2018.
[12] Slaev, A.D., Nedović-Budić, Z. “The Challenges of Implementing Sustainable Development: The Case of Sofia’s Master Plan”. Sustainability 9(1):15, 2017.
[13] Slaev, A.D. “Complex private-common property rights in institutional and planning theories”. Planning Theory 19(2) 193–213, 2020.
[14] Ostrom, E. (1990) Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. New York: Cambridge University Press.
[15] Moroni, S., & Cozzolino, S. “Conditions of actions in complex social–spatial systems”. In Handbook on Planning and Complexity. Edward Elgar Publishing, 2020.
[16] Slaev, A.D., Zdravkov, Z., Ivanov, V., Georgieva, S., Kovachev, A. “Coordinating planning with the market in post-socialist Sofia, Bulgaria”. Spatium 47: 1-15, 2022.
[17] Daskalova, D., Slaev, A.D. “Diversity in the suburbs: Socio-spatial segregation and mix in post-socialist Sofia”. Habitat International 50, 42-50, 2015.
[18] Slaev, A.D., Cozzolino, S., Nozharova, B, Ilieva, J. “The spontaneous rules of spontaneous development.” Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2022.
[19] Shahab, S. “Transaction Costs in Planning Literature: A Systematic Review.” Journal of Planning Literature, 37(3), 403-414, 2021.
[20] Shahab, S., Viallon, F.X. “A transaction-cost analysis of Swiss land improvement syndicates”. Town Planning Review 90(5), 545-565, 2019.
[21] Shahab, S., Viallon, F.X. “Swiss land improvement syndicates: ‘Impure’ Coasian solutions?” Planning Theory 20(1), 44–62, 2021.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

ОТ СИГУРНОСТТА НА ТРЕЗОРА ДО НЕСИГУРНОСТТА НА ЗАГАДКАТА: ФУНКЦИОНАЛНАТА МЕТАМОРФОЗА НА ЕДНА КУЛТУРНА ЦЕННОСТ

Доротея Димитрова[1]

РЕЗЮМЕ:

Докладът проследява и анализира историята на една сграда - недвижима културна ценност, построена през 1925 г. в сърцето на Стара Варна. На преден план са представени множеството промени и преустройства, които тя е "претърпяла" за вековната ѝ история, изразени предимно във функционално отношение - някогашната Кредитна банка на ул. "Габрово" №2 днес поставя под въпрос нуждите на обществото - "Може ли една банкова институция да се превърне в "сцена" за съвременни преживявания?" На база на историческия анализ, архитектурното заснемане и няколко разговора със замесени лица, е представено идейно решение с концепция, която цели да осъвремени първоначалните функции, така че те да "работят" съвместно и от полза на новите нужди на гражданите, без това да нарушава външния облик на сградата.

Ключови думи: НКЦ, Стара Варна, банкова сграда, историческо проучване, периодизация, архитект, преустройство, архитектурно заснемане, патологии, концепция

FROM VAULT SECURITY TO ENIGMATIC UNCERTAINTY: THE FUNCTIONAL METAMORPHOSIS OF AN ARCHITECTURAL HERITAGE

Doroteya Dimitrova[1]

ABSTRACT:

The report traces and analyzes the history of a building – an architectural heritage, constructed in 1925 in the heart of Old Varna. It focuses on the numerous changes and transformations the building has "undergone" throughout its century-long history, primarily in terms of function. The former Credit Bank at "Gabrovo" Street №2 today raises a societal question: "Can a banking institution be transformed into a 'stage' for contemporary experiences?" Based on historical analysis, architectural survey, and several interviews with involved individuals, a conceptual proposal is presented. The aim is to modernize the building's original functions so they can co-exist and serve the current needs of citizens, without compromising the building's external appearance.

Keywords: architectural heritage, Old Varna, bank building, historical research, periodization, architect, transformation, architectural survey, pathologies, concept

[1] Доротея Димитрова Димитрова, студент, ВСУ "Черноризец Храбър", Варна
Doroteya Dimitrova Dimitrova, student, VFU "Varna Free University", Varna,
e-mail: dorotea.dimitrowa@gmail.com

1. Увод.

В съвременното градско пространство архитектурното наследство често е поставено между две крайности – изоставяне до разруха или прекомерно адаптиране. Един особено интересен пример в тази насока е **Кредитната банка на ул. „Габрово“ №2** – архитектурен маркер на социално-икономическите трансформации на град Варна, изразени в радикалното функционално преосмисляне на сградата.

Настоящият доклад изследва:

- историческия контекст, в който сградата е създадена – както като архитектурен обект, така и като институционална структура;
- градоустройствените фактори - достъпност, функционално зониране и ценност на средата;
- и синтезира всички архивни графични материали, открити по време на обследването, заедно с архитектурното заснемане, направено през октомври 2024 г., в една цялостна визуална хронология на последователните преустройства, наречена “периодизация”.

В заключение на изследването се предлага идейно предложение за възможна адаптация на неизползваемите зони, която цели да възстанови част от нейната обществена значимост и да я интегрира по-пълноценно в съвременния културен и градски контекст. Главна стратегия на проектното решение е радикалното разграничаване и отделяне на два вида обществено-обслужващи дейности, както в обем, така и в план.

2. Историческо проучване.

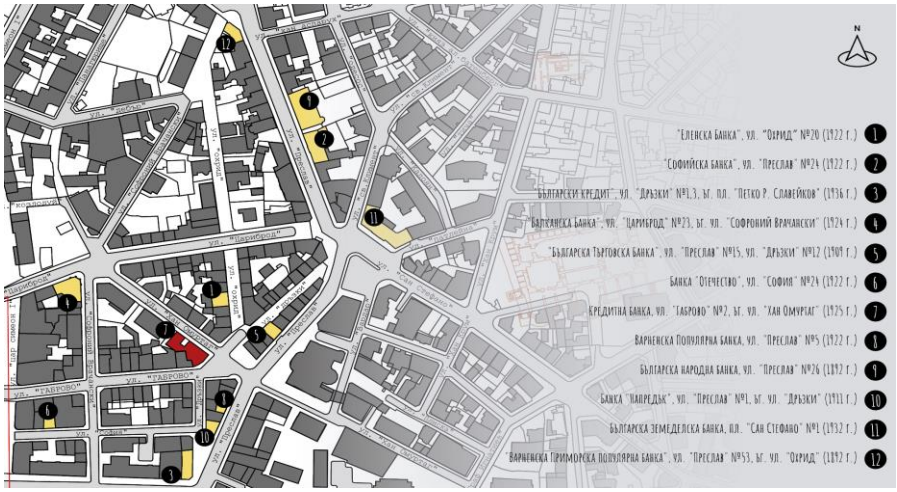
Варна е един от най-древните градове по българското Черноморие, основан през 6-ти век. пр.н.е. от йонийски колонизатори. През вековете градът преживява различни етапи на развитие, включително римско, византийско и османско владичество. След Освобождението през 1878 г., Варна започва да се трансформира от ориенталски град с тесни и криви улици в модерен европейски град.

В края на XIX и началото на XX век, в очертанията на “Стара Варна” се оформя ядрото на административния, културния и търговския живот. Там са концентрирани всички сгради с обществено значение – хотели, култови и културни сгради, дюкяни, кръчми, пощата, библиотеката, общината, както и много жилищни структури, които са били разделени на “махали” с етническо значение *(Фиг.1)*. Главните улици изпълнявали важна икономическа функция, свързвайки съседните села с варненското пристанище. Тази инфраструктура е превърнала града в значим търговски център с важна роля в регионалната и международна стокова циркулация *[1]*.

Фиг. 1. Маршрути от миналото - авторска схема, базирана на литературен източник: Кацарски, Г.:”Варна - Архитектура, паметници, история, личности” [1]

В този контекст, в последствие възниква необходимостта от изграждане на модерни банкови институции, които да отговорят на нарастващите нужди на местното население.

Банковите сгради не само предоставят финансови услуги, но и символизират стабилност и доверие в обществените и икономическите процеси. Издигането на **Кредитната банка на ул. „Габрово“ №2** през 1925 г., както и много други *(Фиг. 2)*, е отражение на тези тенденции *[2]*.

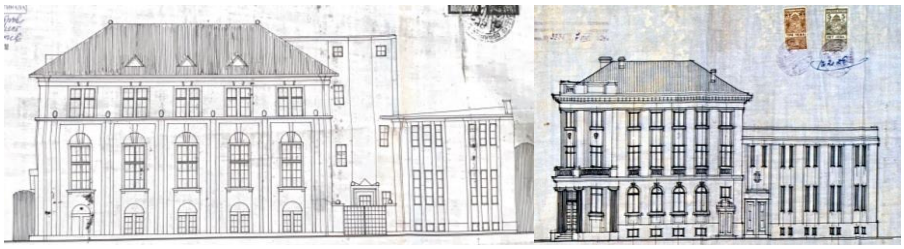


Фиг. 2. Паметници на културата, предназначени за банки, строени в периода 1892-1936 г. - авторска схема, базирана на интернет източник: “https://www.varnaheritage.com”

Анализът се допълва от вестникарски публикации от периода на строежа, които предоставят автентична представа за общественото възприятие и значимостта на сградата. В 721-ви *[3]* и 724-ти *[4]* брой от вестник „Търговско-промишлена защита“, от 1926 г. се посочва, че Кредитната банка първоначално е функционирала в друго помещение, разположено в близост до настоящата ѝ локация. Поради разрастващите се нужди на институцията, възниква необходимост от нова, по-голяма и самостоятелна сграда, като задачата по проектирането ѝ е възложена на арх. Александър Дубовик през 1924 г. По сведения от архивната документация на настоящите собственици *[6]*, през 1925 г. сградата получава своето разрешение за строеж с административен адрес ул. “Габровска” (дн. ул. “Габрово”).

Арх. Александър Иванов Дубовик (1894–1979) е сред значимите представители на ранния архитектурен модернизъм в България. Образованието си завършва през 1922 г. във Висшето техническо училище в Берлин, като паралелно се обучава в Училището за приложни изкуства и Художествената академия в Шарлотенбург *[5]*.

Автор е на редица обществени сгради с ясно изразен композиционен и функционален баланс, като сред най-отличителните му реализации са именно двете банкови сгради, разположени в сърцето на Стара Варна – Балканската банка (1924 г.) и Кредитната банка (1925 г.) *[6]*. Те не само демонстрират разпознаваемия почерк на автора, но и сочат именно към проблематиката на доклада и поставените под въпрос нужди на обществото.

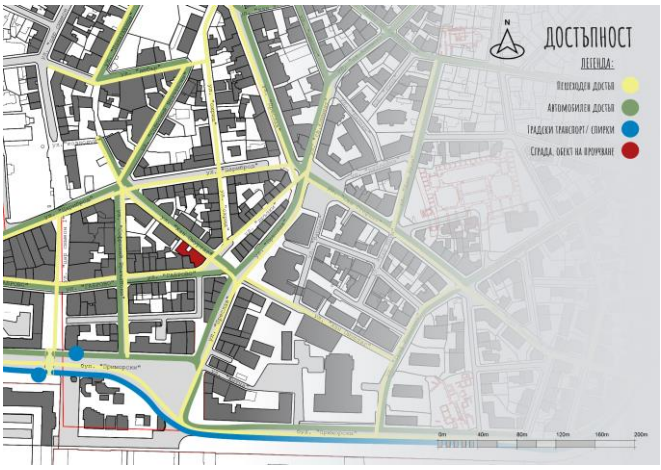


Фиг. 3. Чертежи на главната фасада на Кредитната банка (в ляво) [6] и на Балканската банка (вдясно) [2]

Сградата, разположена на ул. "Цариброд" №23 и ъг. ул. "Софроний Врачански" *[2]*, в която днес се помещава Българската народна банка (БНБ), споделя с обекта на изследване, както общ архитект, период на строителство, първоначална функция, обемно и фасадно решение, така и настояща съдба *(Фиг.3)*.

3. Градоустройствено проучване.

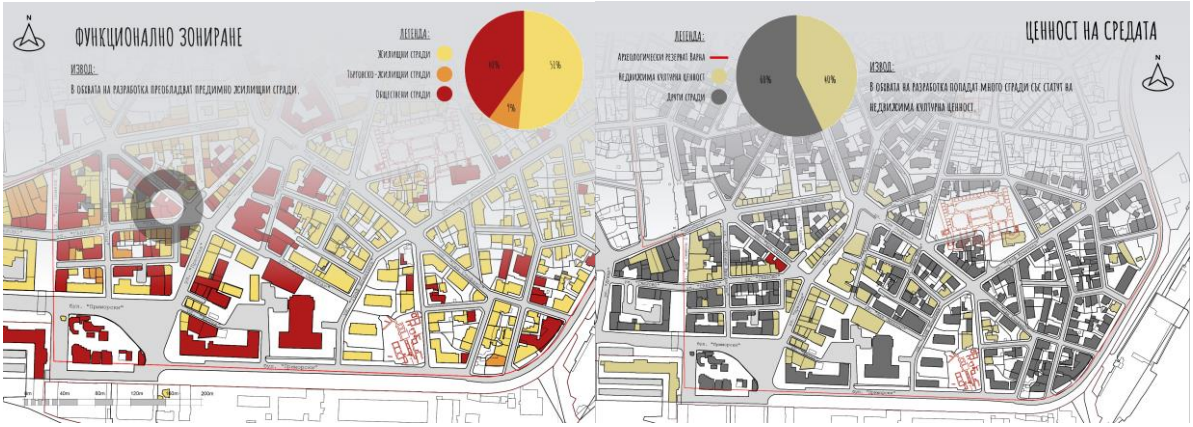
Градоустройственият анализ показва, че сградата е ясно свързана с ключови транспортни точки – намира се близо до ЖП гарата, пристанището и спирки на градския транспорт. Въпреки наличния автомобилен достъп, преобладава пешеходното движение – показател за добре съхранен човешки мащаб на средата *(Фиг. 4)*.



Фиг. 4. Достъпност на средата - авторска схема, базирана на интернет източник: "https://kais.cadastre.bg/bg/Map" (посетен октомври 2024 г.)

Функционалната схема разкрива доминиращо жилищно застрояване, допълнено от значителен дял обществени сгради – свидетелство за някогашната роля на района като административен и социален център *(Фиг.5)*.

Схемата за ценност на средата отчита висока концентрация на културни ценности и относително добро ниво на опазване спрямо други зони, което подчертава устойчивото присъствие на архитектурното наследство в тъканта на града *(Фиг.5)*.



Фиг. 5. Функционално зониране и ценност на средата - авторски схеми, базирани на интернет източници: "https://kais.cadastre.bg/bg/Map" и "https://www.varnaheritage.com"

3.1. Извод от градоустройственото проучване.

Изследваната зона демонстрира балансирано съчетание между достъпност, функционално разнообразие и културна стойност, което я утвърждава като важен и исторически наситен елемент от градската тъкан на Варна.

4. Архитектурно заснемане.

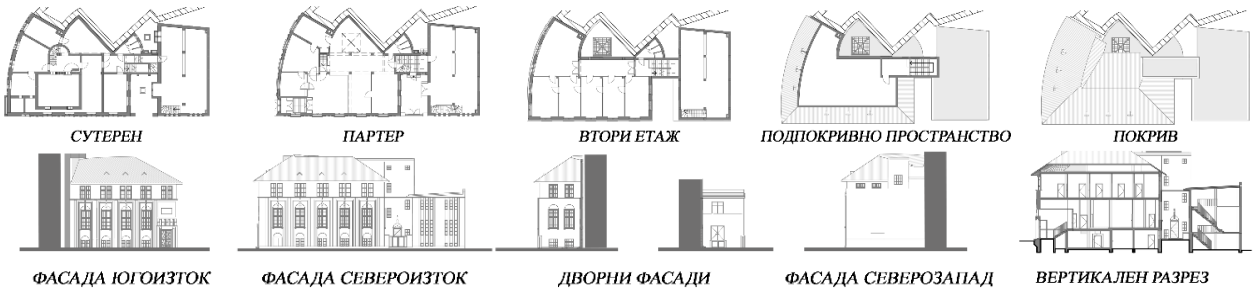
По време на проучването са открити и използвани оригинални архивни чертежи от 1925, 2002, 2003 и 2017 г., предоставени от собствениците на сградата *[6]*. На базата на тези

материали е изготвена архитектурна периодизация, която идентифицира 5 отчетливи етапа на експлоатация.

4.1. Периодизация - първи етап - 1925 г. *(Фиг. 6)*

Архивните чертежи от 1925 г. *[6]*, изготвени от арх. Александър Дубовик, представят сградата в нейната първоначална форма с типичните за българския модернизъм черти. Композицията включва два основни обема: по-висок с ветрилообразен план и многоскатен покрив и по-нисък с неправилна правоъгълна форма в план и плосък покрив. Двата обема, съдържащи по два етажа и по един сутерен с различни конструктивни височини, се "хармонизират" в трети обем с вертикална комуникация, "играещ ролята" на топла връзка.

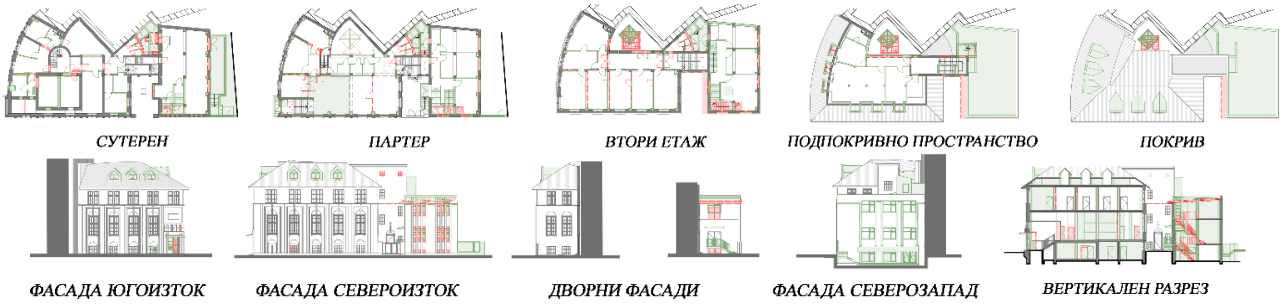
Функционалното разпределение включва зона за обслужване на клиенти на партера, офиси на горния етаж и трезор в сутерена на основния обем, докато по-ниският е предвиден за склад. Фасадите са решени с ритмично вертикално членение от лизени и прозоречни отвори. Главен корниз, визуално изравняващ височините на двата обема, създава композиционен баланс и своеобразна „атика" за надвишаващото ниво. Основният вход, разположен откъм площад „Буров" и ул. „Габрово", е акцентиран с плоча с герб и надпис „КБ", докато служебният достъп е от ул. „Хан Омуртаг". За оригиналния вид на фасадата на Кредитната банка свидетелстват кадри от небезизвестния български филм "Тютюн" от 1962 г.



Фиг. 6. Авторски чертежи, базирани на архивни чертежи от 1925 г.[6]

4.2. Периодизация - втори етап - 2002 г. *(Фиг. 7)*

През 2001 г. сградата е придобита от друга банкова институция. Архивни чертежи от 2002 г. *[6]* документират първата значима вътрешна намеса – премахнати са голяма част от оригиналните преградни стени и стълбището на складовия обем, на чието място са изградени нови. Разпределението е преструктурирано чрез обединяване и разделяне на помещения, което води до отклонение от първоначалната пространствена логика, въпреки запазената конструктивна рамка.



Фиг. 7. Авторски чертежи, базирани на архивни чертежи от 2002 г.[6]

С този етап започва функционалната трансформация на сградата – задният двор е "усвоен" - изградена е пристройка за разширение на санитарните помещения, а складовият обем е адаптиран за офисна функция - подменени са прозоречните отвори, а чрез изкопни работи е осигурен нов достъп към сутерена от северозападната част на имота.

4.3. Периодизация - трети етап - 2003 г. *(Фиг. 8)*

Година по-късно, през 2003 г., по-малкият обем на сградата е надстроен с два допълнителни етажа – един пълноценен етаж, който следва геометрията на съществуващия обем, и един мансарден етаж, оформен под скатен покрив и единствено осветяван от новопроектираните капандури. Така са включени още офис помещения, които са организирани по нова функционална логика. Като в резултат се променя цялостният силует на сградата откъм улица "Хан Омуртаг".

Фиг. 8. Авторски чертежи, базирани на архивни чертежи от 2003 г.[6]

4.4. Периодизация - четвърти етап - 2017 г. *(Фиг. 9)*

През 2017 г. подпокривното пространство над левия обем и целият десен обем на сградата са придобити от нови собственици, които ги адаптират за хотелска функция. Офисните помещения са преобразувани в хотелски стаи с индивидуални санитарни възли, а първото наземно ниво е оформено като лоби с нов вход от северозапад чрез метално стълбище с ажурен парапет.

Интериорът е изцяло обновен с нови инсталации, окачени тавани и съвременни довършителни решения, които обаче се разминават с оригиналния архитектурен характер. Въпреки това, фасадата остава почти непроменена. Подпокривният етаж на десния обем е преустроен в апартамент, достъпен чрез множество сложни връзки във вертикално отношение.

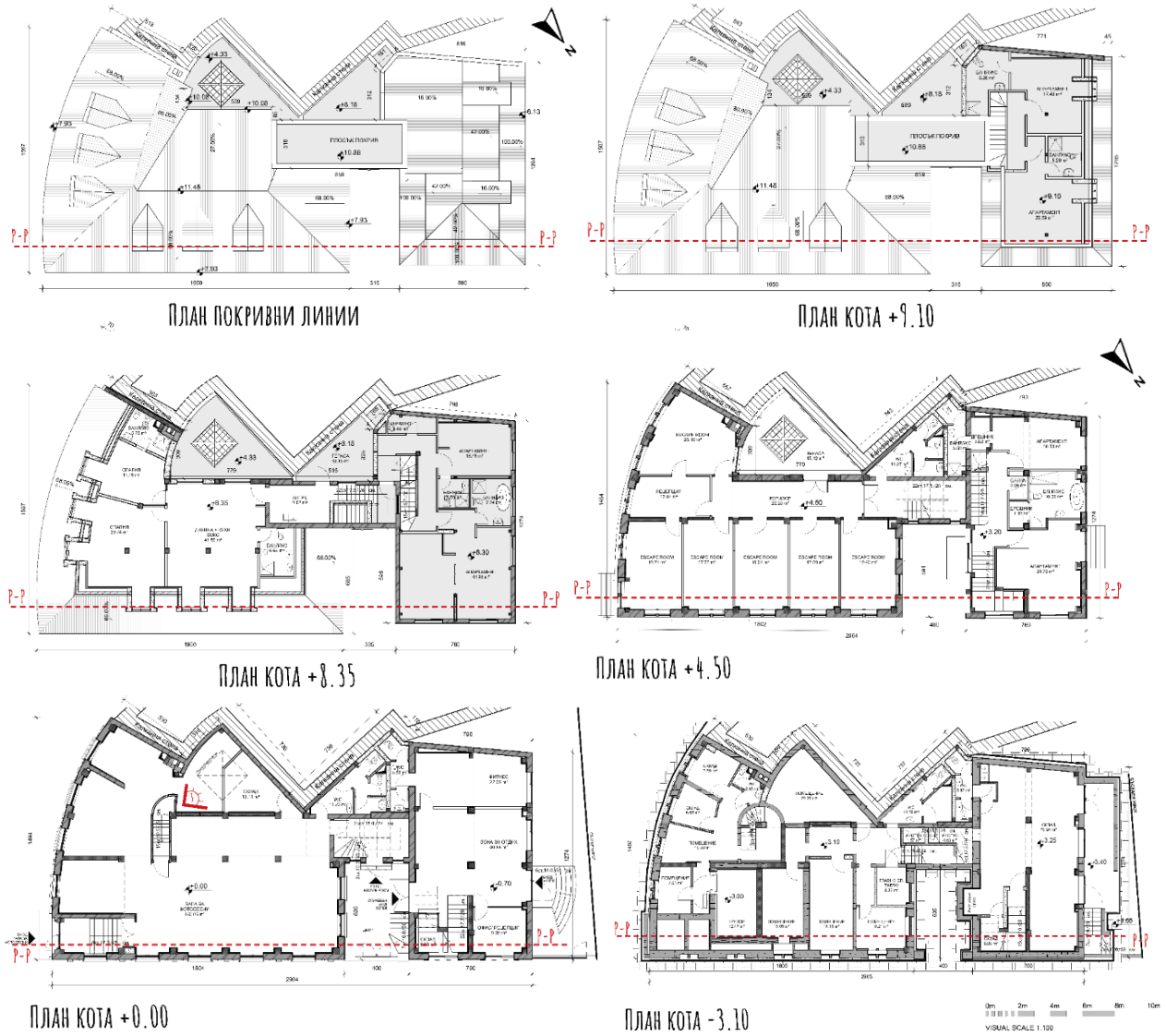
През 2021 г. новите собственици регистрират своята част от сградата с отделен адрес – ул. „Хан Омуртаг". Същата година банковата институция напуска и започва да отдава под наем своя дял от сградата.

Фиг. 9. Авторски чертежи, базирани на архивни чертежи от 2017 г.[6]

4.5. Архитектурно заснемане - пети етап - 2024 г. *(Фиг. 10)*

През октомври 2024 г., в рамките на архитектурното обследване, е установено актуалното състояние на: партерното ниво - студио за зимни фотосесии, и на горното ниво - зона за развлечения (escape rooms) с достъп от бившия служебен вход на банката.

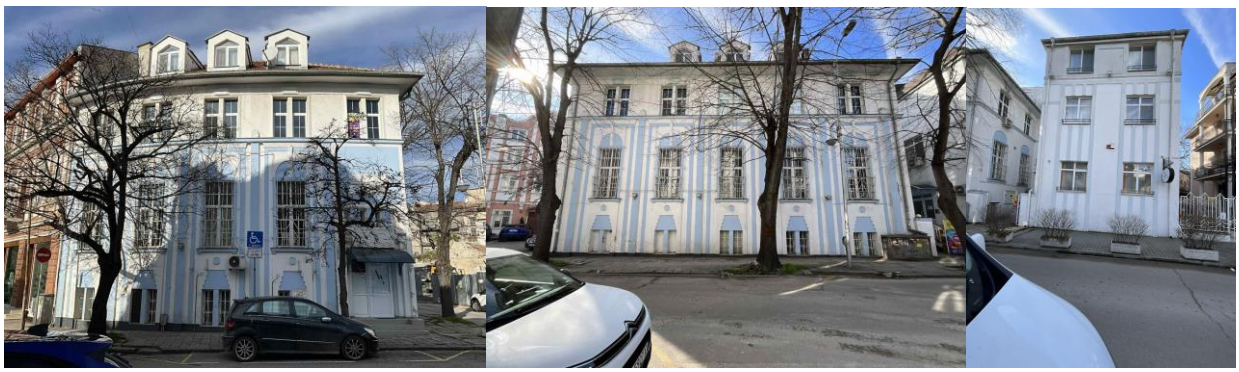
Изработени са авторски чертежи, изобразяващи всички нива на сградата.



Фиг. 10. Авторски чертежи, базирани на архитектурно заснемане от 2024 г.

4.6. Екстериорни зрителни конуси - 2024 - 2025 г. ***(Фиг. 11, 12, 13)***

Въпреки наличието на фасадни увреждания с патологичен характер – капилярна влага, олющване на мазилката, архитектурно замърсяване (включително монтирани климатици, камери за видеонаблюдение, осветителни тела и метални рамки за реклами), както и поява на паразитна растителност и пукнатини (основно в зоните около нишите за осветяване на сутеренното ниво) – сградата се намира в много добро конструктивно и визуално състояние. В контекста на съпоставката с други недвижими културни ценности, разположени в градската тъкан, обектът демонстрира високо ниво на съхранение и поддръжка, надхвърлящо обичайното за този тип сгради.



Фиг. 11. Зрителни конуси към сградата от югоизток и североизток - личен архив (януари 2025 г.)[8]

Фиг. 12. Зрителни конуси към дворните фасади - личен архив (януари 2025 г.)[8]; и зрителен конус към сградата от северозапад - личен архив (октомври 2024 г.)[8]

Запазена е голяма част от архитектурните детайли - инициалите на банката - "*КБ*" все още фигурират, както над входа на сградата, така и по металните решетки на прозорците. Запазени са релефите под и над прозоречните отвори, главният корниз и входните порти.

Фиг. 13. Оригинални фасадни детайли - личен архив (януари 2025 г.)[8];

4.7. Интериорни зрителни конуси - 2024 г. ***(Фиг. 14, 15)***

Интериорните зрителни конуси, заснети на място, визуализират отчетливо различията между трите функционални зони на сградата – освен контрастите в интериорния дизайн, изображенията разкриват различия и във възприятието на пространството, както и в специфичните проблематики, свързани с тяхното използване, поддръжка и комуникационна логика, подчертавайки необходимостта от по-цялостен архитектурен подход при бъдеща адаптация на сградата.

Първите четири изображения показват състоянието на хотелската част в по-малкия обем – поддържана, със съвременна интериорна визия, но с открояващ се проблем в комуникационната система.

Фиг. 14. Интериорни зрителни конуси в хотелската част - личен архив (октомври 2024г.)[8]

Следващите три снимки представят бившата банкова зона, днес използвана сезонно за фотосесии – големи, но слабо поддържани и в значителна степен - неизползваеми пространства.

Последната снимка показва коридора към escape room етажа – функциониращ, но без представителност и архитектурна завършеност, водещи до дисонанс между съдържание и среда.

Фиг. 15. Интериорни зрителни конуси в партерното ниво и в коридора на escape room нивото - личен архив (октомври 2024 г.)[8]

5. Концепция на проектното решение.

Функционалната метаморфоза на **Кредитната банка на ул. „Габрово“ №2,** проследена в пет отчетливи етапа, отразява динамичните социални, икономически и културни трансформации в градската среда. Макар продиктувани от конкретни нужди, вътрешните промени водят до пространствен дисбаланс и усложнена комуникационна логика.

В отговор на това, идейното решение *(Фиг.16)* не цели възстановяване на първоначалния вид, а предлага устойчив модел на съвместимост между съвременните изисквания и културната стойност на сградата. Двата обема се разграничават ясно – като автономни, но координирани функционални единици, които функционират паралелно без конфликт. Съществен акцент е поставен върху оптимизацията на връзките и премахването на наложени във времето усложнения в комуникационната система.

Основният обем се трансформира в културно-развлекателна зона, обединяваща сутерен, партер и горен етаж. Партерът изпълнява ролята на входно пространство с рецепция, бар и зони за бордови игри, а останалите две нива - escape room зали, свързани чрез нова вертикална комуникация. Обособена е компактна пристройка, осигуряваща нужните санитарни възли за трите нива и асансьор за достъпност, без това да нарушава фасадната композиция.

По-малкият обем запазва хотелската си функция, но с опростена вертикална комуникация, концентрирана в съществуващото ядро, което ще бъде реконструирано с нови, по-ефективни стълбищни рамена.

Фиг. 16. Идейно решение - авторски чертежи

6. Заключение.

Проектното предложение се стреми не само да реорганизира пространствата, но и да преосмисли идентичността на сградата в съвременен контекст – като място за преживяване, взаимодействие и активна градска функция.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кацарски, Г.:"Варна - Архитектура, паметници, история, личности", изд."Инвентив студио", Варна, 2017
[2] https://www.varnaheritage.com (посетен октомври 2024 г.)
[3] Вестник „Търговско-промишлена защита" бр. 721 (3-4 с.), 05/02/1926
[4] Вестник „Търговско-промишлена защита" бр. 724 (3 с.), 24/02/1926
[5] Тодоров, Петър и колектив: "АТРЕнциклопедия Варна - Архитектура (том 3)", изд. "МС", Варна, 2012, стр. 119-120
[6] Личен архив - Магдалена Маринова и Михаела Лефтерова
[7] https://kais.cadastre.bg/bg/Map (посетен октомври 2024 г.)
[8] Личен архив - Доротея Димитрова (от периода октомври 2024 г. - януари 2025 г.)

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

КЪЩА-МУЗЕЙ АНТОН НОВАК: КОНСЕРВАЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ, АДАПТАЦИЯ

Теа Цветанова[1]

РЕЗЮМЕ:

Докладът представя проучване и проект за реставрация, консервация и адаптация на къщата на л.арх. Антон Новак, разположена на бул. Приморски No 24, район Одесос, Приморски парк, гр. Варна, България. Макар и първоначално да е замислена като стандартна жилищна постройка, тя се е превърнала в емблематичен символ на града като дом на създателя на т.нар. „Морска градина Варна“. Проучването започва с биографичен портрет на л.арх. Антон Новак и приноса му за оформянето на Приморски парк Варна, последван от исторически анализ на развитието на парка и урбанистично изследване на взаимодействието на къщата със заобикалящата я градска среда. Извършени са подробни проучвания на планове и периодизацията на изменения, подкрепени от фотографско и архитектурно заснемане и обследване на фасадни патологии. На база на събраните данни е разработена концепция запазваща автентичността и духа на къщата, като същевременно я осъвременява. Проектът предвижда вътрешно преустройство в къща-музей с експозиционни и образователни зони.

Ключови думи: недвижимо културно наследство; реставрация; консервация; адаптация; л.арх. Антон Новак; Приморски парк Варна; къща-музей.

ANTON NOVAK HOUSE-MUSEUM: CONSERVATION, RESTORATION, ADAPTATION

Tea Tsvetanova[1]

ABSTRACT:

This paper presents a study and design proposal for the restoration, conservation, and adaptation of the residence of l.arch. Anton Novak, located at 24 Primorski Boulevard, Odessos District, Sea Garden, Varna, Bulgaria. Although originally conceived as a standard residential building, it has become an emblematic symbol of the city as the home of the founder of the “Sea Garden Varna”. The study begins with a biographical portrait of l.arch. Anton Novak and his contribution to the shaping of the Sea Garden of Varna, followed by a historical analysis of the park’s development and an urban study of the interaction between the house and its surrounding urban context. Alterations were analyzed via documented surveys of plans and façade conditions. Based on the collected data, a concept has been developed, preserving the authenticity and spirit of the house while modernizing it. The project envisions an interior transformation into a house-museum with exhibition and educational zones.

Keywords: immovable cultural heritage; restoration; conservation; adaptation; l.arch. Anton Novak; Sea Garden Varna (Primorski park); house-museum.

[1] Теа Ивелинова Цветанова, студент, ВСУ “Черноризец Храбър”, Варна
Tea Ivelinova Tsvetanova, student, VFU “Chernorizets Hrabar”, Varna,, e-mail: tea_959595@abv.bg

1. Увод.

Недвижимото културно наследство е основополагащ елемент от историческата памет и културна идентичност на всяко общество. Опазването му изисква балансиран подход между запазване на автентичността и адаптиране към съвременните нужди на обществото.

Къщата на л.арх. Антон Новак, разположена в Приморски парк Варна, е ярък пример за обект с историческа и социална стойност. Въпреки, че не притежава характерен архитектурен стил или богата декоративна украса, тя е автентичен представител на началото на XX в. и свидетелства за битовите и конструктивни решения на тази епоха. Макар и сградата да не е обявена за паметник на културата, според чл. 83 от Закона за опазване на културното наследство, тя се намира в Приморски парк Варна (културна ценност от национално значение) и попада в т.нар. историческо ядро на гр. Варна. Основната ѝ ценност произтича от непосредствената ѝ връзка с живота и делото на л.арх. А. Новак – създател на „морската градина“ *[1], [2], [3], [4]*.

Целта на настоящия доклад е да представи процеса на изследване – от биографичния портрет на л.арх. Антон Новак и историко-градоустройствения контекст на Приморски парк, през техническата оценка на състоянието на сградата, до концептуалното предложение за превръщането ѝ в къща-музей.

2. Периодизация.

Периодизацията представя промените по хронологичен ред за сградата в ясно дефинирани етапи според характерните за тях архитектурни и конструктивни интервенции, за да улесни систематичния анализ и планирането на реставрация [*Фиг. 1*].

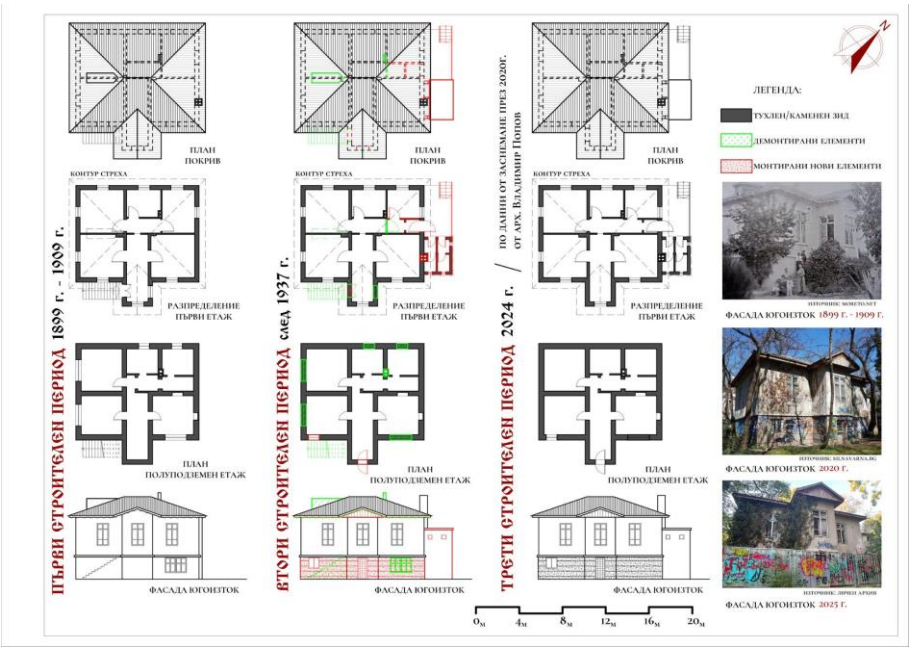
През **първия строителен период (1899-1909 г.)** е изградена оригиналната обемно-пространствена схема на къщата: жилищен етаж с входно антре и пет стаи, както и полуподземен етаж с коридор, второ антре и пет изби. Фасадата е строго симетрична, със засилен централен ризалит, външно стълбище, плитък корниз на нивото между етажите и висок цокъл. Покривът е скатен със скромна капандура, а главният вход е ориентиран към Югоизточната фасада, ориентирана към морската градина.

През **втория строителен период (след 1937 г.)** е премахнато външното стълбище и покривната капандура, входът е пренасочен към нова пристройка на Северозападната фасада, ориентирана към бул. Приморски, в която се обособени тоалетни. Някои прозоречни отвори са зазидани или видоизменени, а в нивото на цокъла е нанесена рустикална мазилка с характерен червен оттенък. През този период се сменя и предназначението от жилищно в административно и обслужващо.

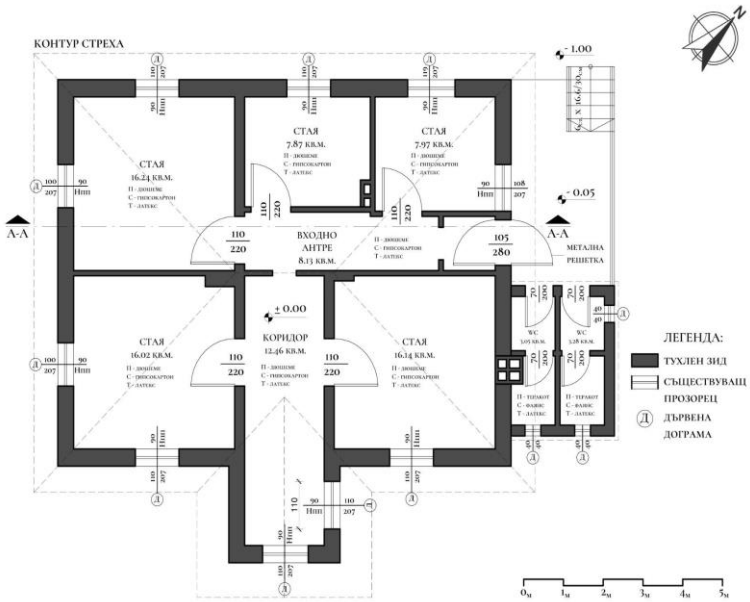
Сградата в голям смисъл запазва своя характерен обем и пропорции от първоначалния проект, но натрупва функционални и естетически наслагвания, които предстои да бъдат ключово разграничени и коригирани в рамките на реставрационната концепция [*6*].

3. Архитектурно заснемане.

За обследването е използван метод на цифрово и ръчно заснемане на плановете, разреза и фасадите. Чертежите показват актуалното състояние на къщата, необходими за оценка на конструктивното състояние и за формулиране на бъдещите реставрационни действия. Те са предоставени от Община Варна и са по данни от заснемане през 2020 г. от арх. Владимир Попов и включват: Ситуационен план; План на полуподземен етаж; План на първи етаж [*Фиг. 2*]; План покрив; Разрез [*Фиг. 3*]; Фасада Югоизток; Фасада Югозапад; Фасада Североизток и Фасада Северозапад.



Фиг. 1. Периодизация. Изчертано от автора, по данни от арх. заснемане на арх. Владимир Попов, Община Варна (2020 г.).



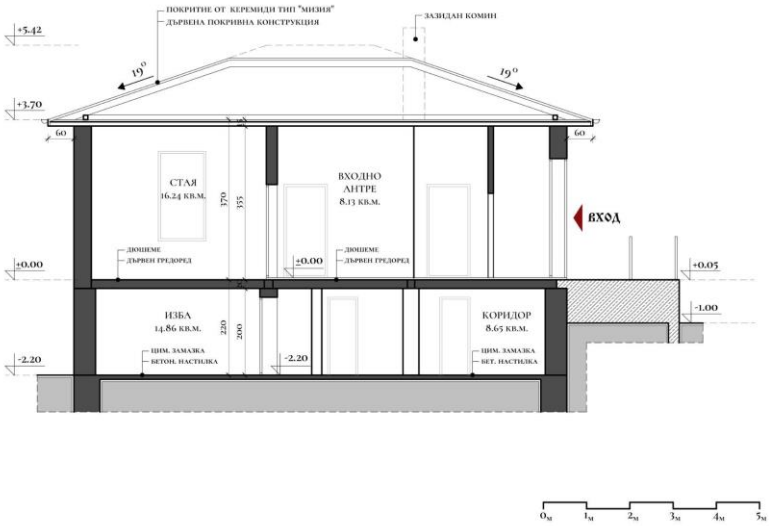
Фиг. 2. План на първи етаж. Изчертано от автора, по данни от арх. заснемане на арх. Владимир Попов, Община Варна (2020 г.).

4. Патологии на фасадите.

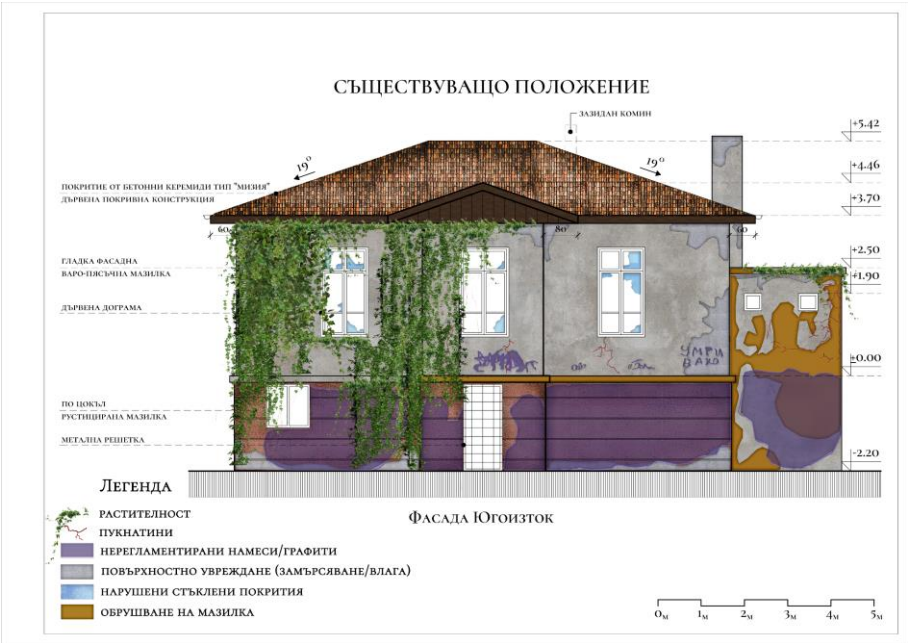
Обследването на фасадите разкрива множество повреди, които изискват спешна намеса, нарушават естетическия облик и ускоряват разрушаването на повърхностния слой. Като най-съществени са пукнатините, обрушването на мазилката или пълната й липса. Освен това по външните стени има следи от графити, а част от прозорците са счупени или липсват.

Най-сериозни увреждания са свързани с носещите конструктивни елементи – дървените гредореди на подовата конструкция и покривната конструкция. Те показват напреднала степен на увреждане: деформации, прогниване и наличие на активна биологична атака от дървояди. Тези процеси застрашават носимоспособността и дълготрайността на сградата и изискват своевременна намеса [5].

Състоянието на фасадите е представено, чрез графично изчертаване с нанесени патологии [*Фиг. 4*] и допълнено с фотографско заснемане [*Фиг. 5*].



Фиг. 3. Разрез. Изчертано от автора, по данни от арх. заснемане на арх. Владимир Попов, Община Варна (2020 г.).



Фиг. 4. Патология на Фасада Югоизток. Изчертано от автора.

5. Концепция – консервация, реставрация и адаптация.

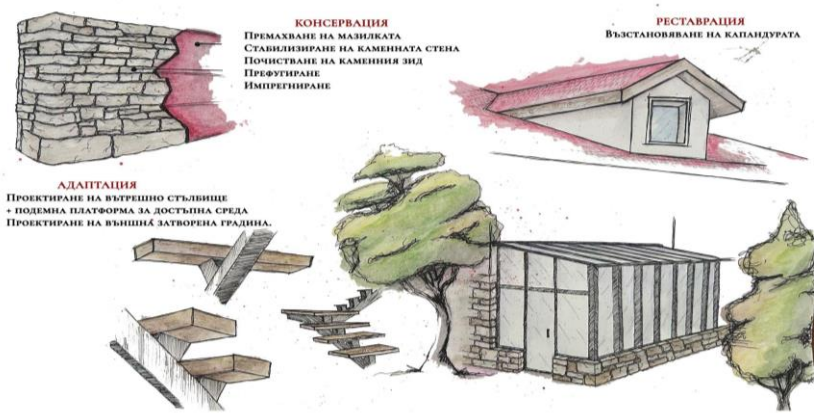
Предложената концепция за бъдещето на къщата на л.арх. А. Новак се основава на три взаимосвързани направления – консервация, реставрация и адаптация, съобразени с автентичността на сградата и нейния потенциал като културен и образователен център [*Фиг. 6*].

Консервационните дейности включват цялостно премахване на компрометираната варова и рустикална мазилка, стабилизиране на каменната зидария и конструктивните елементи, почистване на фасадните повърхности, префугиране и импрегниране с цел дългосрочна защита [*Фиг. 7*].

Фиг. 5. Фотографско заснемане на Фасада Югоизток, източник Морско око.

Реставрационният подход предвижда възстановяване на характерната за първоначалния облик капандура, което ще върне част от историческата идентичност на сградата и ще подобри нейните функционални и естетически качества [*Фиг. 8*].

Адаптационната стратегия обхваща намеси, насочени към осъвременяване и функционално преосмисляне на сградата. Проектира се вътрешно стълбище с подемна платформа за осигуряване на достъпна среда, както и оформяне на външна затворена градина – пространство за отдих и връзка със заобикалящия ландшафт, на мястото на сегашната пристройка, която не е автентична [*Фиг. 9*].



Фиг. 6. Ръчни скици, свързани с концепцията. Скицирано от автора.

Фиг. 7. Фасада Югоизток, проектно решение. Изчертано от автора.

Фиг. 8. Фасада Югозапад, проектно решение. Изчертано от автора.

Фиг. 9. Фасада Североизток, проектно решение. Изчертано от автора.

6. Проектно решение.

С оглед на силната връзка между сградата и личността на л.арх. Антон Новак – създателя на морската градина и виден градинар, се предлага адаптирането й като тематична къща-музей, която да представя не само неговата биография, но и историята на градинарството, озеленяването и екологичните практики.

Функционалната програма включва:

- **Експозиционна зона** [*Фиг. 10*]:

• Постоянна изложба за живота и дейността на л.арх. А. Новак, включваща негови проекти, инструменти и архиви.

• Зала, посветена на историята на Приморски парк Варна с интерактивни визуализации.

• Глобална перспектива към историята на градинарството и ландшафтната архитектура, представена чрез архивни материали и съвременни технологии.

- **Образователен център** [*Фиг. 11*]:

• Пространства за провеждане на работилници по градинарство, озеленяване и екологично образование.

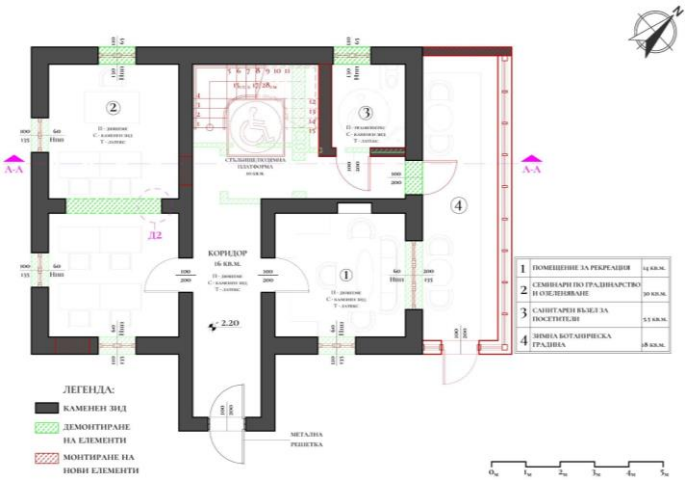
• Зала за лекции и демонстрации, посветени на устойчивите и иновативни екологични практики.

- **Малка ботаническа градина**:

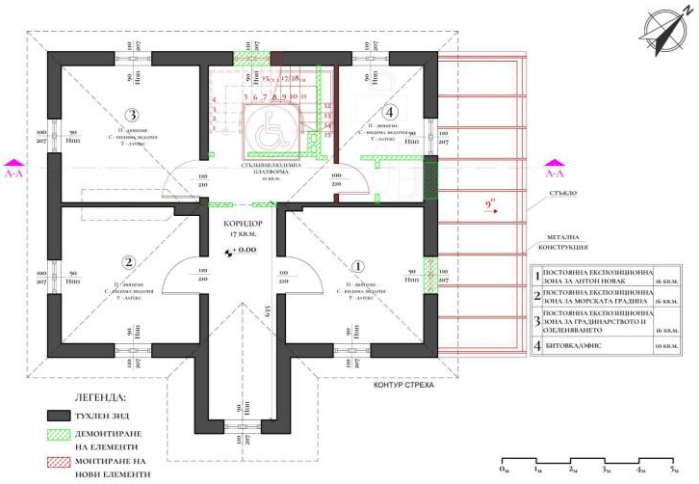
• Озеленяване на прилежащия терен с редки растителни видове, използвани от Новак.

• Демонстрационни зони – японска градина, лечебни растения и други тематични насаждения.

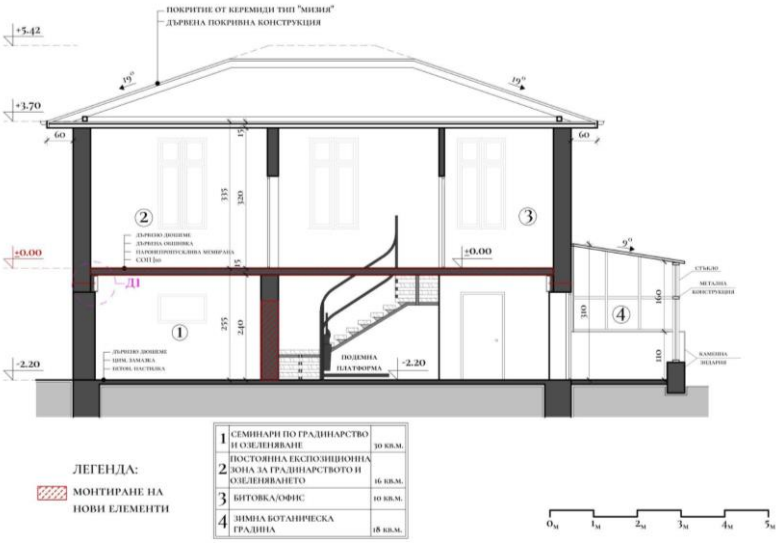
В рамките на проектното решение са разработени два конструктивно-архитектурни детайли, необходими за изпълнение на нормативните изисквания и функционалната свързаност на новите вътрешни зони [*Фиг. 12*].



Фиг. 10. План на полуподземен етаж, проектно решение. Изчертано от автора.

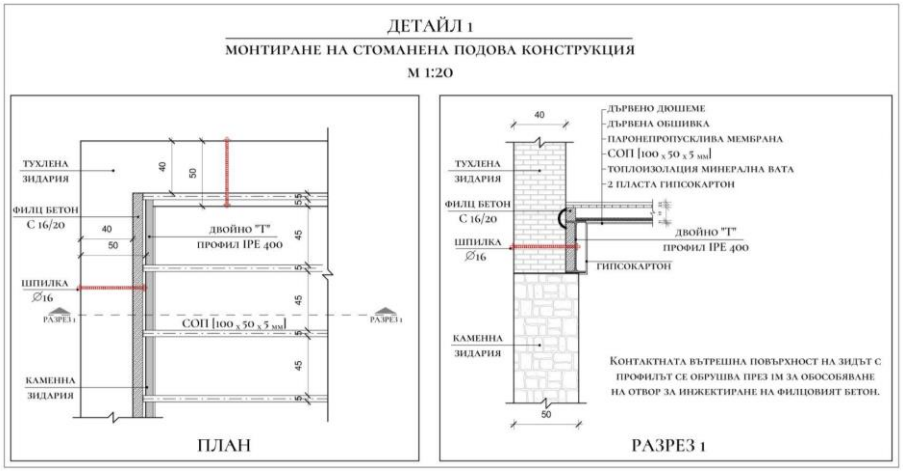


Фиг. 11. План на първи етаж, проектно решение. Изчертано от автора.



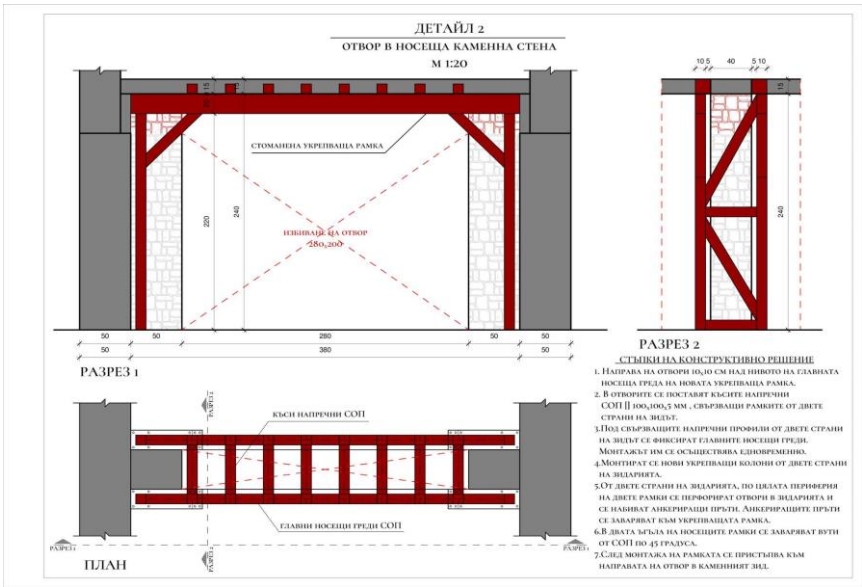
Фиг. 12. Разрез, проектно решение. Изчертано от автора.

Първият детайл засяга повдигането на таванската конструкция с цел осигуряване на по-голяма светла височина [*Фиг. 13*].



Фиг. 13. Детайл 1, монтиране на стоманена подова конструкция, съгласуван с инж. Спас Спасов. Изчертано от автора.

Вторият детайл засяга укрепване на отвора, направен с цел по-големи пространства [*Фиг. 14*].



Фиг. 14. Детайл 2, отвор в носеща каменна стена, съгласуван с инж. Спас Спасов. Изчертано от автора.

7. Заключение.

Къщата на л.арх. Антон Новак не е просто стара сграда, изгубена в сенките на времето. Тя е свидетел на един живот, отдаден на красотата, на общественото добро, на изкуството да преобразяваш пространството така, че то да вдъхновява поколения наред. И ако Приморският парк е сърцето на Варна, то тази къща е неговият тих глас – дълго пренебрегван, почти заглъхнал, но все още жив.

С този проект се прави нещо повече от реставрация. Връща се паметта. Възстановява се справедливостта към една личност, оставила дълбока следа в културния облик на града, но призната едва след смъртта си. Къщата има шанс да се превърне в живо място – музей и образователен център, който не просто разказва историята на Новак, а вдъхновява нови поколения градинари, урбанисти и граждани да обичат и пазят зелените пространства.

Визуализациите [*Фиг. 15, Фиг. 16*], включени в проекта, предлагат поглед към едно възможно бъдеще – в което сградата отново диша, говори и посреща хора. Не като носталгичен реликт от миналото, а като съвременен културен дом със смисъл, мисия и живот.

Фиг. 15. Визуализация 1, Фасада Северозапад и Фасада Югозапад. Източник - автора.

Фиг. 16. Визуализация 2, Фасада Югоизток и Фасада Североизток. Източник - автора.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Полакова, Н.: "Българските Чехи", изд. "БАН", София, 2020

[2] Новак, В.: "Антон Новак - Създател на зеленото сърце на Варна", изд. "ФИЛ", Варна, 2023

[3] Георгиева, Д.: "Личности, които промениха Варна", изд. "Славена", Варна, 2019

[4] Трошев, К. Г.: "Антон Новак 1860-1945", изд. "Славена", Варна, 2006

[5] Милева, Г. В.: "Изследване на сигурността на недвижимото културно наследство", изд. "ВСУ" Черноризец Храбър", Варна, 2017

[6] "Дигитална библиотека на Пенчо Славейков" [Онлайн]. Налично на: https://www.europeana.eu/bg/collections

[7] "Регионален исторически музей Варна" [Онлайн]. Налично на: https://www.museumvarna.com/

[8] "Антон Новак. Създател на зеленото сърце на Варна" [Онлайн]. Налично на: https://history.varna.bg/антон-новак/антон-новаксъздател-на-зеленото-сърце-на-варна

[9] "Морската градина в миналото" [Онлайн]. Налично на: https://www.gradvarna.com/sea_garden_past.htm

ЗВУКЪТ НА СЕЦЕСИОНА: КЪЩАТА НА АТАНАС БУЙНОВ КАТО АРХИТЕКТУРЕН РЕЗОНАНС В РИТЪМА НА ВРЕМЕТО

Димана Йотовска[1]

РЕЗЮМЕ:

Проучването е насочено към архитектурните и историческите характеристики на една от перлите сред недвижимите културни ценности в историческия център на град Варна - жилищно-търговската сграда на Атанас Буйнов. Чрез анализ на автентичната конструкция, декоративните елементи и историческото значение на сградата в стил сецесион, се изследват архитектурните специфики и място й в контекста на градската среда и културното наследство на град Варна. Разгледани са етапите на строителство, последвалите промени през годините и съвременните подходи за реставрация и адаптация. Изследва се взаимодействието между автентичната идентичност и съвременните изисквания за функционалност, като акцентът е поставен върху създаването на многофункционален културен ресурс, въплъщаващ духа на мястото и неговата историческа приемственост.

Ключови думи: историческо проучване, периодизация, архитектура, архитектурно заснемане, НКЦ, реставрация, адаптация, реконструкция, концепция, сецесион

THE SOUND OF SECESSION: THE ATANAS BUYNOV HOUSE AS AN ARCHITECTURAL RESONANCE IN THE RHYTHM OF TIME

Dimana Yotovska[1]

ABSTRACT:

This research is focused on the architectural and historical characteristics of one of the architectural pearls in the historical city of Varna - the residential and commercial building of Atanas Buynov. Through an analysis of the structure's authenticity, decorative elements, and historical significance of its Secession-style architecture, the study will explore the building's architectural specifics and place within both the urban environment and Varna's cultural heritage. The study will also examine the building's stages of constructions, subsequent changes over time, and contemporary approaches for restoration and adaptations. Lastly, the interaction between authentic identity and modern functional requirements will be explored, with emphasis placed on creating a multifunctional cultural resource that embodies the spirit of Buynov's residence and historical legacy.

Keywords: historical research, periodization, architecture, architectural survey, architectural heritage, restoration, adaptation, reconstruction, concept, cultural heritage, Secession

[1]Димана Викторова Йотовска, студент, ВСУ “Черноризец Храбър”, Варна
Dimana Viktorova Yotovska, student, VFU “Varna Free University”, Varna,
e-mail: dimana_vy@abv.bg

1. Увод.

„*Архитектурният резонанс*“ подчертава твърдението, че една сграда съществува не само като физически обект, но носи и ехо от културната, социалната и естетическата памет на времето, в което е създадена. В този контекст, **къщата на Атанас Буйнов**, разположена на **ул. „Фредерик Шопен“ №16** в сърцето на град Варна, се откроява като значима недвижима културна ценност, която не само въплъщава характерните черти на сецесионната естетика, но и функционира като културен артефакт, отразяващ социалните и историческите трансформации в България в началото на XX век.

Къщата на Атанас Буйнов е ценен символ в културно-историческата тъкан на град Варна. Архитектурната ѝ стойност надхвърля нейните естетически форми и декоративни детайли, като разкрива по-дълбокото ѝ значение в условията на урбанистичното и културно развитие на града. Като част от градската структура, сградата въплъщава ключови архитектурни и социални тенденции и илюстрира процесите на модернизация, през които преминават българските градски пространства в епохата на сецесиона. В този смисъл тя следва да бъде разглеждана не само като произведение на архитектурното изкуство, но и като свидетелство за историческите процеси, вписани в развитието на градската среда и архитектурния силует.

Сградата, отличаваща се с богато историческо наследство и характерни архитектурни особености, подлежи на процес на проучване и анализ, архитектурно заснемане на съществуващото ѝ състояние, реставрация и адаптация, който налага прецизен и отговорен подход към съхраняването на културните ѝ стойности, съчетан с иновативни решения, съобразени с изискванията на съвременната градска среда.

Методологията на настоящото изследване включва поетапен анализ на исторически източници и документация, като акцентът е поставен върху ценността на средата, функционалната структура и стиловата периодизация — от оригиналния сецесион до възможностите за съвременна интерпретация. В заключителната част се представя идейна концепция за реконструкция и адаптация, фокусирана върху създаването на културен комуникационен център - кафене „*До минор*“, съчетаващ историческа приемственост и съвременна функционалност.

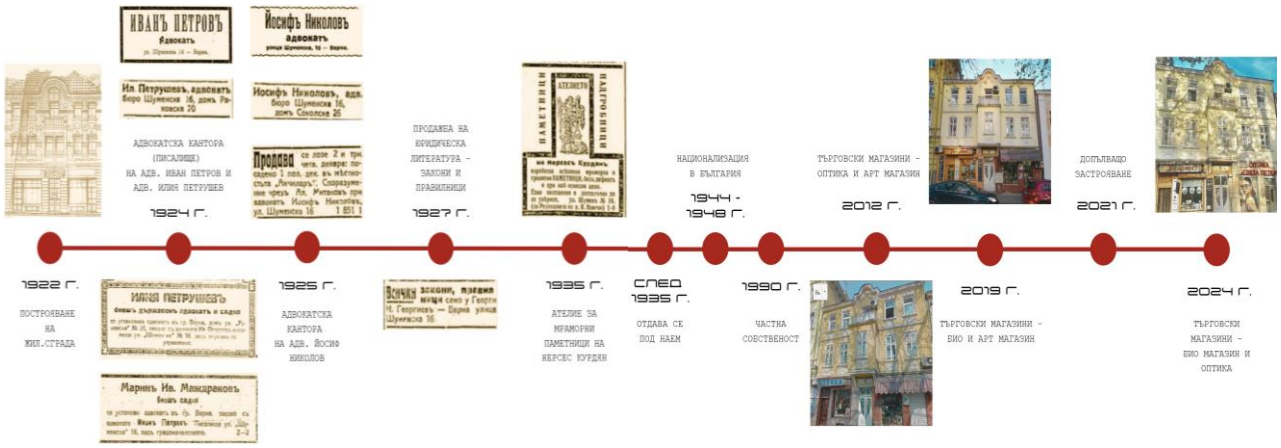
2. История на къщата на Атанас Буйнов.

Къщата на Атанас Буйнов, изградена през **1922 г.**, се явява ярък пример за архитектурен обект в стил **сецесион**, отличаващ се с богата орнаментика, органични форми и стремеж към естетическа цялост. Сградата е част от автентичния архитектурен ансамбъл на град Варна и носи белезите на социално-икономическите и културни промени, съпътствали началото на XX век.

Към 1922 г. собствеността на сградата е била на **Атанас Пандов Буйнов**, по-късно наследена от **Пенелопа Николова Буйнова** и **Живко Атанасов Буйнов**. Проектантският екип включва **зидаря Илия Буйнов**, преселник от Македония, и **инж. Стефан Сапарев** като главен проектант.

В различни етапи от съществуването си сградата е изпълнявала разнообразни функции – от адвокатска кантора през 1924 г. до ателие за изработка на мраморни паметници през 1935 г. Тези трансформации в нейното предназначение отразяват както динамиката на градската среда, така и променящите се социални потребности на местната общност.

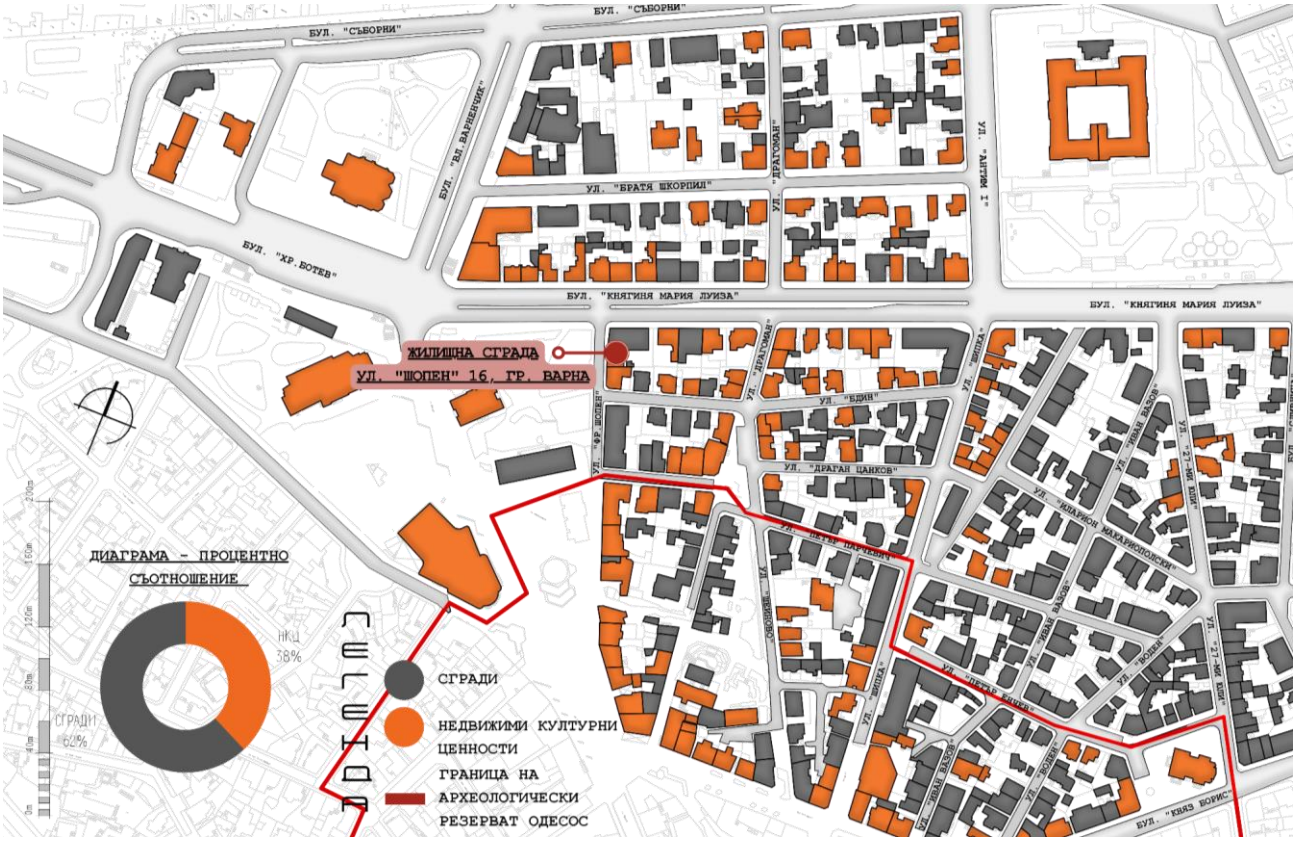
Настъпилите промени през последните десетилетия в начина на използване на обществените зони в сградата, включително тяхното преоформяне в пространства с търговска функция, илюстрират процес на функционална адаптация, който свидетелства за архитектурна гъвкавост и социална релевантност в условията на съвременния град (*фиг. 1.)*.



Фиг. 1. Времева линия на обекта; авторска схема; [1]; [2]; [3]; [4]; [5]

3. Ценност на средата.

Сградата на ул. „Фредерик Шопен“ №16 е разположена в историческа градска тъкан с висока културна наситеност, в която преобладават сгради — недвижими културни ценности. Градоустройственият контекст се характеризира с квартално застрояване, оформено чрез фасадни фронтове в стил сецесион, неокласицизъм и еклектика. Наличието на множество сгради със статут на културна ценност в непосредствена близост придава на средата изключителна историческа стойност. В тази връзка, всяка намеса следва да бъде осмислена като принос към опазването на ансамбловия характер и идентичността на културното наследство на град Варна (*фиг. 2.)*.



Фиг. 2. Ценност на средата; авторска схема

4. Функционално зониране.

Функционалната структура на градската среда отразява устойчив модел на смесено предназначение, характерно за периода на създаване на обекта. Преобладаващата типология на околните сгради включва търговски функции на приземен етаж, комбинирани с един или два жилищни етажа в горните нива на сградите. Тази структура е резултат от развитието на града в края на XIX и началото на XX век, при което се търси съвместяване на обществено-достъпни и частни функции в рамките на един и същи обект. Подобен модел създава живи, социално активни фасадни фронтове и допринася за устойчивото градско обитаване. По настоящо изследване сградата вписва своето функционално решение именно в този контекст, продължавайки исторически утвърдената логика на зониране в централната част на града (*фиг. 3.)*.

Фиг. 3. Функционално зониране; авторска схема

5. Архитектурни характеристики.

5.1. Стилови особености.

Къщата на Атанас Буйнов е пример за архитектурен обект в стил сецесион, който се отличава със своите органични форми, декоративни елементи и внимание към детайлите. Главната фасада е композиционно организирана в три основни вертикални полета, които подчертават симетрията и хармоничния баланс на структурата. Богатата орнаментика, включително растителни мотиви, хералдически елементи и лаврови гирлянди, създава усещане за изтънченост и монументалност. В съчетание с еркерите и балконите тези декоративни елементи формират характерен акцент, който придава на сградата отличим архитектурен облик в рамките на градската морфология.

5.2. Архитектурни елементи и детайли.

Фасадата на сградата е обогатена с множество архитектурни елементи, сред които картуши, стилизирани розети и геометрични орнаменти, които допринасят за нейната изразителност и пластична динамика. Прозоречните отвори, оформени с ключови камъни и декоративни пана, играят съществена роля в изграждането на естетическия облик и внасят ритмичност в композицията. Особено впечатляващ е еркерът на първия етаж, който е композиционно продължен към втория, създавайки визуална дълбочина и плавен преход, в пълна хармония със стилистичните принципи на сецесиона (*фиг. 4.).*

Фиг. 4. Къщата на Атанас Буйнов, главна фасада, личен архив: 2024 г.

5.3. Архитектурно разпределение и конструктивни характеристики.

Архитектурният план по оригинален проект (1922 г.) е симетричен, като партерът включва два търговски обекта (адвокатски кантори и дюкяни), перални помещения и салон с еркер. Вътрешната комуникация между етажите се осъществява чрез П-образна стълбищна клетка. Разпределението на първия и втория етаж следва концепцията на партера и включва две стаи, кухня и санитарен възел.

След направено архитектурно заснемане на съществуващото положение, сградата включва сутерен, партерен етаж с обществено предназначение, два жилищни етажа и таван. Внушителната форма на обекта е подчертана от масивна конструкция с тухлени носещи стени и дървен гредоред. Покривът е покрит с керемиди, а застроената площ възлиза на 116 кв.м. Като част от сключено застрояване, имотът включва малък вътрешен двор в задната част, който допълва функционалността на сградата.

6. Периодизация - от сецесион към съвременна интерпретация.

Сградата на ул. „Фредерик Шопен" №16 преминава през няколко етапа на трансформация, отразяващи социално-икономическите и културни промени през последното столетие. Проектирана и построена през 1922 г. в стил късен сецесион, тя се отличава с богата фасадна орнаментика по оригинален проект, симетрична композиция и ясно изразена жилищна функция. В периода 1950–1970 г. декоративните елементи са частично премахнати, а фасадата - опростена в духа на социалистическата естетика. През 2021 г. се наблюдава адаптация на приземния етаж към търговски нужди, която води до загуба на архитектурна цялост (*фиг. 5.).*

В резултат на архитектурното заснемане на съществуващото състояние са идентифицирани множество фасадни увреждания, сред които разрушена профилировка на корниза, частично заличени декоративни щукатурни елементи, пукнатини и олющване на мазилката, следи от атмосферна влага, наличие на нерегламентирани технически намеси, корозирали метални парапети, подлежащи на реставрация (*фиг. 6.).*

Фиг. 5. Периодизация; авторска схема; [5]

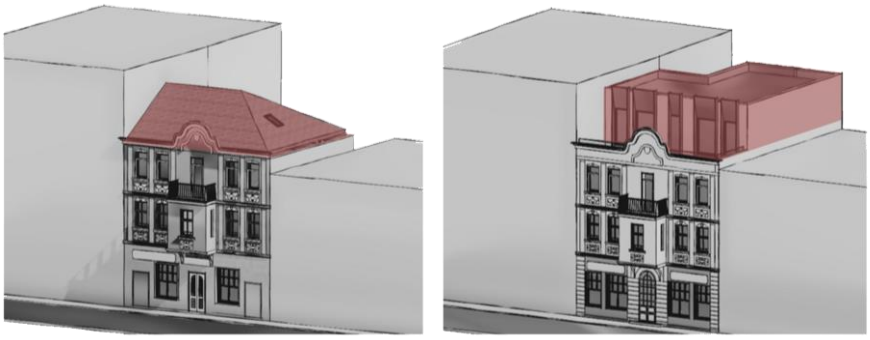
Фиг. 6. Съществуващо положение - арх. заснемане; фасада по ул. „Фредерик Шопен“ №16; фасада към вътрешен двор; авторска схема

7. Идеен проект за преустройство и реконструкция.

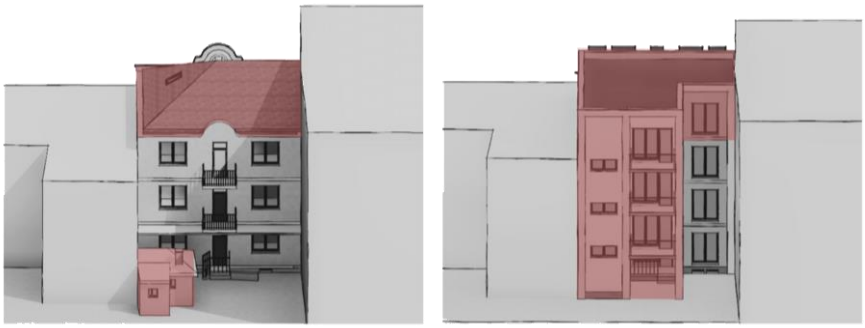
В рамките на изследването е предложена концепция за преустройство, реконструкция и архитектурна адаптация на сградата, съчетаваща съвременните функционални изисквания и съхраняването на историческата и естетическата стойност на обекта. Основният акцент в проекта е надстрояването на сградата с допълнителен жилищен етаж, включващ двустаен апартамент с просторна тераса, ориентирана към ул. „Фредерик Шопен“. Предвижда се пространството да отговаря на критериите за комфорт и естетика, в синхрон с урбанистичните условия на централната градска зона.

Предложената надстройка е осмислена като съвременен архитектурен жест, който съзнателно прилага принципа на концептуален контраст спрямо историческата субстанция. Вместо да имитира автентичната архитектура, новата намеса я допълва чрез ясно разграничаващ се, но хармонично съотнесен език — чрез съвременни материали, прецизна геометрия и премерена цветова палитра. Този подход не само съхранява, но и актуализира културната стойност на сградата, превръщайки я в активен участник в съвременния архитектурен и обществен диалог. Визуалният и идейният контраст се превръщат в инструмент за подчертаване на историческата приемственост и културната многопластовост, като отговарят на съвременните принципи за подход към опазване на недвижимите културни ценности. (*фиг. 7.).*

Част от архитектурната интервенция включва изграждането на пристройка с ясно дефинирана функция - вертикална комуникация, разположена в съответствие с противопожарните норми (*фиг. 8.)* Пристройката е свързана с основния обем на сградата по начин, който оптимизира пространствената организация, като същевременно предлага допълнителни помещения към всеки от жилищните етажи. Визията на пристройката е разработена чрез използване на близки по характер материали и цветови тоналности. Добавянето на елементи — като стъклени парапети и фасадни панели — цели да подчертае съвременния характер на намесата, без да нарушава цялостната архитектурна хармония на сградата и заобикалящия я градски силует (*фиг. 9.).*



Фиг. 7. Концепция за реконструкция - надстройка, изглед от ул. “Фр. Шопен” - съществуващо положение и проектно предложение; авторска схема



Фиг. 8. Концепция за реконструкция - пристройка, изглед от вътрешен двор - съществуващо положение и проектно предложение; авторска схема

Фиг. 9. Идеен проект, фасадно решение; фасада по ул. „Фредерик Шопен“ №16; фасада към вътрешен двор; авторска схема

8. Концепция за функционална адаптация — кафене „*До минор*“ — културен комуникационен център.

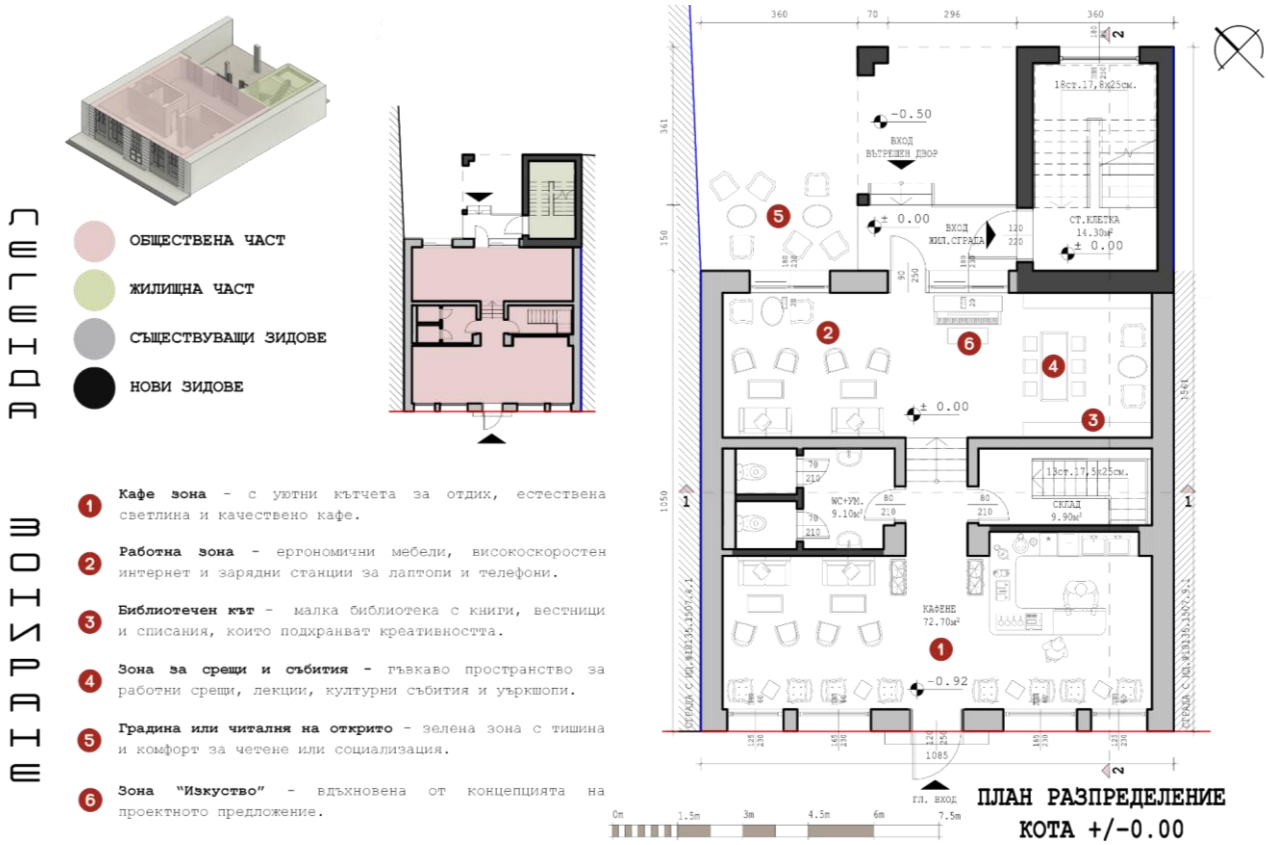
Като част от предложената адаптация на сградата се разработва концепция за създаване на иновативно многофункционално пространство, насочено към интегриране на културна, социална и творческа функция в съвременния градски живот. Проектът предвижда трансформиране на част от приземното ниво в културно-обществено пространство под името „*До минор*“ — място, където се срещат културата, изкуството и социалното взаимодействие.

Концепцията залага на съчетанието между уютна атмосфера на кафене с условия за четене, учене, работа и неформално общуване. Пространството е замислено като отворена комуникационна платформа, ситуирана на ключова локация в централната градска част на Варна, в непосредствена близост до основни културни институции и транспортни възли, превръщайки го в достъпна и стратегическа точка за различни социални и възрастови групи. Чрез гъвкава интериорна организация и внимателен подбор на функции, кафене „*До минор*“ цели да се превърне в съвременен урбанистичен акцент — пространство, което насърчава обмена на идеи, вдъхновява творчески процеси и подкрепя културната свързаност на общността.

Основна роля в идентичността на кафенето играе музикалната тематика, вдъхновена от творчеството на Фредерик Шопен. Звукът на неговата музика — от динамични полонези до меланхолични ноктюрни — съпътства атмосферата през целия ден, като създава уникално сетивно преживяване и придава допълнителна стойност на пространството.

Акцентен елемент в интериора е разположеното в централната зона на пространството пиано. То функционира не само като декоративен елемент, но и като жива сцена за музикални изпълнения от посетителите — независимо дали професионалисти или ентусиасти. По този начин пространството се превръща в арена за неформално културно участие и диалог, в духа на интерактивното изкуство и споделеното преживяване (*фиг. 10.)*

Смисловото и пространствено изграждане на кафене „*До минор*“ е водено от разбирането за културното заведение не просто като търговски обект, а като съвременен културен център — органично вписан в архитектурната и социалната тъкан на града.



Фиг. 10. Идеен проект - концепция за функционална адаптация — „Кафе в до минор“; авторска схема

9. Заключение.

Осъществяването на концепцията за преустройство, реконструкция и адаптация на къщата на Атанас Буйнов се явява осъзнат културен жест – диалог между минало и настояще, между паметта и съвременния живот. Проектът утвърждава значимостта на културното наследство като активен участник в градската динамика. Чрез интегрирането на историческата сграда в съвременната тъкан на град Варна, се създава устойчива архитектурна и социална връзка, която демонстрира как наследството може да бъде не само съхранено, но и преосмислено в полза на общността. Тази трансформация не само ще възстанови архитектурната стойност на сградата, но и ще я превърне в жив многофункционален център, който да отговаря на нуждите на обществото и да стимулира културния туризъм.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В-к “Народно дело”: бр. 29/06.02.2012 г./;
[2] В-к “Народно дело”: бр. 46/27.02.2012 г./;
[3] В-к “Народно дело”: бр. 262/19.11.2012 г./;
[4] “Информационен регистър на варненското недвижимо културно наследство,” Varnaheritage.com. [Online]. Available: https://www.varnaheritage.com/.;
[5] Архив-Община Варна.

[6] Горанов, арх. Камен Бебинов (1925-1985), Дело № V-3, “Архитектурата на гр. Варна от периода на капитализма”, научна разработка, арх. Марияна Георгиева - Везнева. 1 част.;
[7] Кацарски, Георги (2017). АРХИТЕКТУРНИ ПАМЕТНИЦИ - ИСТОРИЯ, ЛИЧНОСТИ. Варна: Издателство «Инвестив Студио».;
[8] Минчев, Александър (2006). Одесос през късната античност (IV - нач. на VII век) - 10 книги за Варна.;
[9] Савов, Н., (2006). ПАМЕТНИЦИТЕ НА ВАРНА. Варна: Издателство «Бард»;
[10] Тодоров, Петър (2015). ЕНЦИКЛОПЕДИИ ВАРНА. Варна: Издателство «МС ООД».

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

VARNA FREE UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE

СПОМЕН ЗА АРХИТЕКТУРАТА: АДАПТАЦИЯ НА НЕДВИЖИМОТО КУЛТУРНО НАСЛЕДСТВО В ГРАДСКАТА СРЕДА

Милена Георгиева [1]

РЕЗЮМЕ:

Културното наследство олицетворява спомените от миналото, носейки със себе си предизвикателството за съхранение при интегрирането на модерното в културната памет. Възможностите за адаптация в съвременната градска среда чрез модерен архитектурен израз и разпознаваема функция, създават нова перспектива за възраждане на културните ценности. Архитектурата се превръща от спомен в активно преживяване на културната идентичност. Представена е проблематиката при адаптацията на жилищна сграда, намираща се на ул. “Петър Парчевич” №15, и трансформация на обекта в бутиков хотел. Основен акцент се поставя върху архитектурната намеса, която уважава историческата тъкан, но същевременно въвежда нов живот чрез съвременна функция. Адаптацията е разгледана като специфична форма на опазване на недвижимото културно наследство, която не само съхранява материалната обвивка, но и придава нов социален, икономически и културен живот. Чрез проучването се изследват границите между опазване и интерпретация, както и ролята на бутиковия хотел като инструмент за културна ревитализация.

Ключови думи: културно наследство, интегриране, градска среда, бутиков хотел, ул. Петър Парчевич №15, Варна

MEMORY OF ARCHITECTURE: ADAPTIVE TRANSFORMATION OF CULTURAL HERITAGE IN THE URBAN ENVIRONMENT

Milena Georgieva[1]

ABSTRACT:

Cultural heritage embodies memories of the past, bringing with it the challenge of preservation in the integration of the modern into cultural memory. The possibilities for adaptation in the contemporary urban environment through modern architectural expression and recognizable function create a new perspective for the revival of cultural values. Architecture is transformed from a memory into an active experience of cultural identity. The problem of adapting a residential building located at 15 Petar Parchevich Street and transforming the site into a boutique hotel is presented. The main emphasis is placed on the architectural intervention that respects the historical fabric, but at the same time introduces new life through a contemporary function. Adaptation is considered as a specific form of preservation of immovable cultural heritage, which not only preserves the material envelope, but also gives new social, economic and cultural life. The study explores the boundaries between preservation and interpretation, as well as the role of the boutique hotel as a tool for cultural revitalization.

Keywords: cultural heritage, integration, urban environment, boutique hotel, 15 Petar Parchevich Street, Varna

[1] Милена Георгиева, студент, ВСУ „Черноризец Храбър“, гр. Варна
Milena Georgieva, student., VFU “ Chernorizets Hrabar”, Varna, e-mail: milenageorg123@gmail.com

1. Увод.

В условията на непрекъснато променяща се градска среда, архитектурата се явява не само като физическа структура, но и като носител на памет, идентичност и културни пластове. Съхраняването на недвижимото културно наследство изисква новаторски подходи, способни да интегрират забравеното и маргинализираното в активния живот на съвременността. Една от устойчивите стратегии в тази посока е функционалната адаптация, чрез която архитектурните обекти могат отново да заемат своето място в социалната тъкан, допринасяйки за развитието на културния туризъм и опазването на колективната памет.

Съвременните градове се изправят пред двойно предизвикателство: съхранение на културното наследство и ефективното му включване в динамичния ритъм на настоящето. Значителна част от недвижимите културни ценности остават нефункциониращи, изоставени или изложени на риск от пълна загуба поради липсата на ясно дефинирана визия за тяхното бъдеще. В основата на този проблем стои дълбокият конфликт между нуждата от опазване и натиска на експлоатацията. Разрухата рядко е резултат от времето – много по-често тя е следствие от забравата, от липсата на грижа и най-вече от отсъствието на действие. Това води до необратима загуба на културна памет, втъкана както в материалната, така и в нематериалната структура на града.

Недвижимото културно наследство носи не само материална, но и дълбоко емоционална стойност. В съвременния контекст то често влиза в противоречие с новото строителство, икономическите интереси и трансформиращите се социални потребности и възприятия. Това поражда необходимостта от съвременни интердисциплинарни подходи, които да съхранят архитектурната памет, като същевременно я интегрират в настоящето. Проблемът рядко е ограничен до липса на финансови ресурси или нормативни инструменти – много по-често той се корени в отсъствието на инициатива и дългосрочна стратегия. Често културните обекти се оказват изключени от активния живот на града, поради неясна функционална перспектива или възприемани като пречка пред икономическата логика, което води до сериозен конфликт между запазването на стойностната архитектурна среда и нуждата от нейната функционална и икономическа жизнеспособност.

Настоящият доклад разглежда авторска разработка за адаптация и социализация на жилищна сграда, разположена на ул. „Петър Парчевич“ №15 в централната градска част на Варна. Проектът е разработен като преддипломен проект по Опазване на културното наследство. Концепцията предлага трансформацията на обекта в бутиков хотел, като фокусът е поставен върху интервенция, която съхранява историческата и архитектурната автентичност, но едновременно с това въвежда нова, съвременна функция. Адаптацията е анализирана като форма на устойчиво опазване, в която не само физическата обвивка е запазена, но и ѝ се придава ново съдържание – социално, икономическо и културно. Изследват се границите между реставрация и интерпретация, както и ролята на бутиковия хотел като активен инструмент за културна ревитализация и повторно социализиране на архитектурната среда.

В основата на концепцията стои лична мотивация и вдъхновение, свързани с темите за паметта, идентичността и времето – теми, силно застъпени в романа „Времеубежище“ на Георги Господинов. Посланията на творбата – за изчезващите спомени, за носталгията по изгубени времена и за необходимостта от пространства за припомняне – резонират пряко с разбирането за архитектурата като трамплин между минало и настояще. Концептуалната идея на проекта е всяко пространство в хотела да бъде проектирано като сетивно преживяване, предизвикващо съзнателни и несъзнателни спомени – лични или колективни, реални или въобразени. В този контекст архитектурата се разглежда не само като обект на съхранение, но и като активен участник в процеса на културна трансмисия и възстановяване на паметта.

Както Господинов отбелязва: *„Щом хората, с които си споделял общо минало, си тръгнат, те вземат със себе си половината от него. Всъщност цялото, защото половин минало няма.“* Това усещане за постепенно изчезване на културната памет се превръща в отправна точка за създаването на архитектурен проект, който не просто съхранява, а

възстановява и активира – през нова функция, през лична интерпретация и през архитектура, която съзнателно възвръща забравени пластове от колективния и индивидуалния опит.

2. Историческо проучване и обследване.

Разработката е предшествана от задълбочено историческо и архитектурно проучване, изградено върху системен и поетапен анализ на архивни документи, публични източници и теренно архитектурно заснемане. Особено внимание е отделено на ценността на средата в контекста на градската тъкан, функционалната еволюция и стиловата характеристика на обекта. Анализът цели не само да идентифицира архитектурните качества на сградата, но и да изведе културно-историческия ѝ контекст като основа за нейната съвременна адаптация.

Изследваният обект е ситуиран на ул. „Петър Парчевич“ №15, град Варна и е изграден в началото на XX век като жилищна сграда. (*Фиг. 1.)* Представлява типичен пример за сграда с висока архитектурна и историческа стойност, която с течение на времето е била маргинализирана и изключена от активния живот на града.

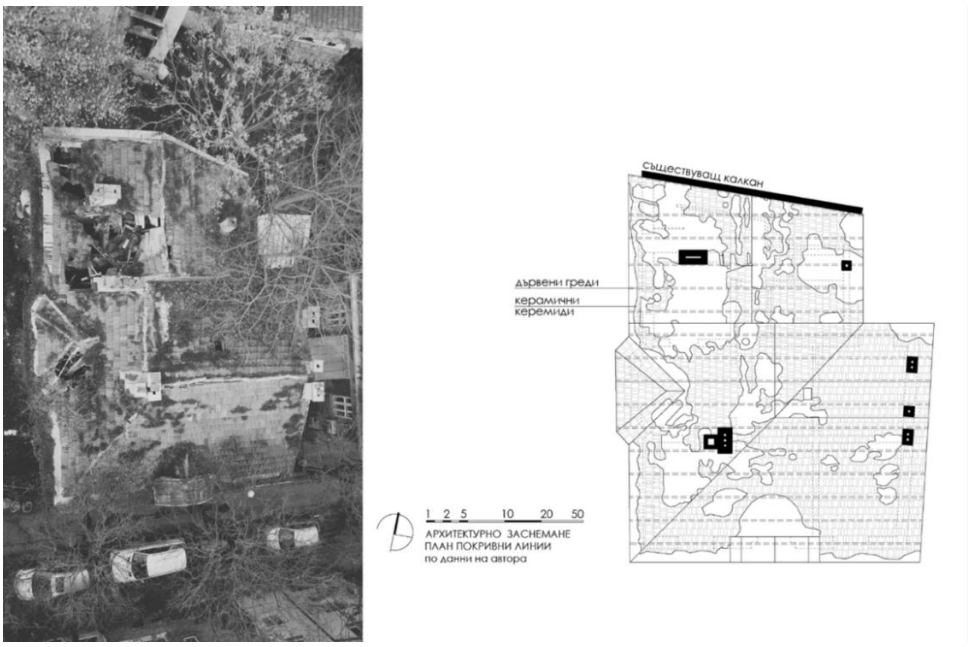
Собствеността на сградата е преминала през различни режими, като към момента на проучването тя е частна и се намира в състояние на частична изоставеност и конструктивна уязвимост.

Фиг. 1. Ценност на средата- авторска схема

Сградата е регистрирана като сграда със статут на архитектурно-строителна недвижима културна ценност от местно значение, като датата на обявяване не е известна. [1] Обекта се отличава със стилови характеристики на неокласиката, обогатени с барокови декоративни елементи – орнаментирани прозорци, балюстради и подчертани входни портали. Архитект на сградата е Стефан Венедикт Попов – един от водещите представители на ранномодерната архитектура във Варна, чиито проекти оставят трайно присъствие в облика на града.

Фиг. 2. Колаж от архивни снимки -14 декември 2019 от Теодоси Бялков – авторска интерпретация

Липсата на официално документирана и публично достъпна информация относно историята на сградата изостря усещането за системна забрава. Съществуващите данни са фрагментарни и налични предимно от журналистически публикации и непрофесионални източници в социалните мрежи. През годините обектът неколкократно е бил подлаган на нерегламентирани интервенции, включително палежи, за които съществуват съмнения, че са умишлени *(Фиг. 2 и 3).*



Фиг. 3. Архитектурно заснемане- план покривни линии – авторска схема

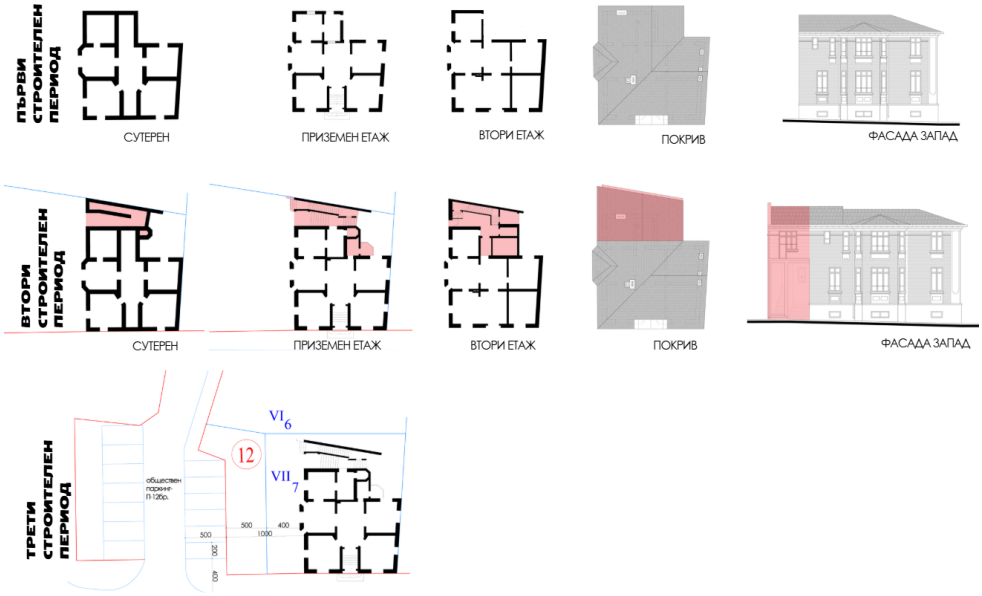
В рамките на историческото проучване е направено пълно архитектурно заснемане на базата на предходно такова- неофициално предоставено от архитектурно студио „Рачеви“. Целта на разработката е да се направи надграждане на предходното архитектурно заснемане, чрез което да се проучи и съхрани състоянието на сградата (фиг. 3 и фиг 4).

Фиг. 4 Архитектурно заснемане- разрез – авторска схема

Постройката представлява монолитна двуетажна сграда с полувкопан етаж - изградена в началото на XX век, като точна информация за годината на построяване няма. Въпреки задълбоченото и обстоятелствено изследване, за сградата не са открити официални и публично достъпни документи, които да свидетелстват за нейната история. В хода на изледването и разработването на проекта са направени серия от интервюта и срещи с лица- живущи в околността и пряко заинтересовани от състоянието на сградата. На база на техни разкази и наблюдения през годините са събрани данни за умишлени действия върху цялостта на обекта. Споеред местните през годините са правени умишлени опити за палеж с цел сградата да „падне от само себе си“, което е оставило видими следи *(фиг. 5).*

Фиг. 5 Фотоколаж със снимии от интериора на сградата и съществуващото положение – авторска схема и снимки по време на изследването

В рамките на проучването се характеризират три отделни етапа във функционално-плановото развитие на сградата-представени графично в рамките на проекта *(фиг. 6)*. На база на тях е изградена авторска хипотеза, която разглежда предназначението на обекта без да може да се датира в конкретика годините на настъпилите промени.



Фиг. 6 Периодизация– авторска схема

В първоначалния етап от съществуването си, още от момента на построяването, сградата е изпълнявала изцяло жилищна функция. Във втория строителен период към нея е добавена пристройка, съдържаща самостоятелно стълбище, спални помещения и санитарни възли, предназначени за обслужващия персонал. Изграден е и втори вход, разположен на западната фасада, който е използван предимно от обслужващия персонала Обстоятелствата, установени по време на проучването, дават основание да се предположи, че след втория строителен период сградата е изпълнявала административни функции.

С течение на времето изменения претърпяват не само сградата и нейната функция, но и самият имот. През 80-те години е извършена промяна в застроителния и регулационен план, както и в изготвения квартален застроителен и силуетен план на района [3]. В резултат на тази корекция част от дворната площ е отчуждена, като отнетата територия е преотредена за обществен паркинг (фиг. 7).

Фиг. 7 Извадка от изменение на застроителния и регулационен план

3. Проект и концепция за функционална адаптация.

Изследваната сграда е не само обект на архитектурно възстановяване, но и на концептуална трансформация, при която културното наследство се реинтерпретира чрез интегриране на нова функция – бутиков хотел. Разработката поставя като основна цел създаването на пространство с ясно изразена идентичност, което съхранява физическия и естетическия облик на сградата, но същевременно го въвежда в активен диалог със съвременната градска динамика. Формата на адаптация създава диалог между история и съвременност. Освен архитектурен, това става и културен акт- *„времеубежище“*, в което миналото е нещо, което може да се преживее отново- с ново съдържание, но със същата душа.

Функционалната адаптация е разгледана като процес, който надхвърля рамките на традиционната реставрация. Вниманието е насочено не само към консервацията на материалните характеристики, но и към възстановяване на социалното значение на сградата. Чрез въвеждане на нова, културно ориентирана функция, обектът се превръща от изолиран паметник в активен участник в културния и икономически живот на града.

Концептуалната рамка на проекта черпи вдъхновение от романа „Времеубежище“ на Георги Господинов, където паметта, носталгията и архитектурата са в преплетен диалог. [2] Проектът интерпретира сградата като своеобразно „времеубежище“ – пространство, в което архитектурата не само напомня миналото, но го превръща в преживяване. Всяка хотелска стая е замислена като сетивна капсула на спомена – провокация към паметта чрез текстура, мирис, светлина и звук.

„Човек помни с тялото си. С кожата. С аромата на сапун, с дреха от детството, с шума на чайника...“ – този цитат от Господинов намира своето архитектурно отражение в идеята за обитаване, което не просто осигурява функционалност, а активира спомени и емоции. Така адаптацията се превръща не само в архитектурен акт, а в културен и екзистенциален жест.

Възприетият подход за адаптация се стреми да бъде комплексен и балансиран – от една страна, възстановява автентични елементи чрез реставрационни техники; от друга – въвежда съвременен архитектурен език, който уважава контекста (фиг. 9). Проектното решение цели не просто визуална интеграция, а пълноценно включване на обекта в градската среда – като културен маркер и като икономически ресурс. Новата функция гарантира икономическа устойчивост, а чрез привличане на посетители и инвеститори, като се осигурява дългосрочна жизнеспособност на сградата.

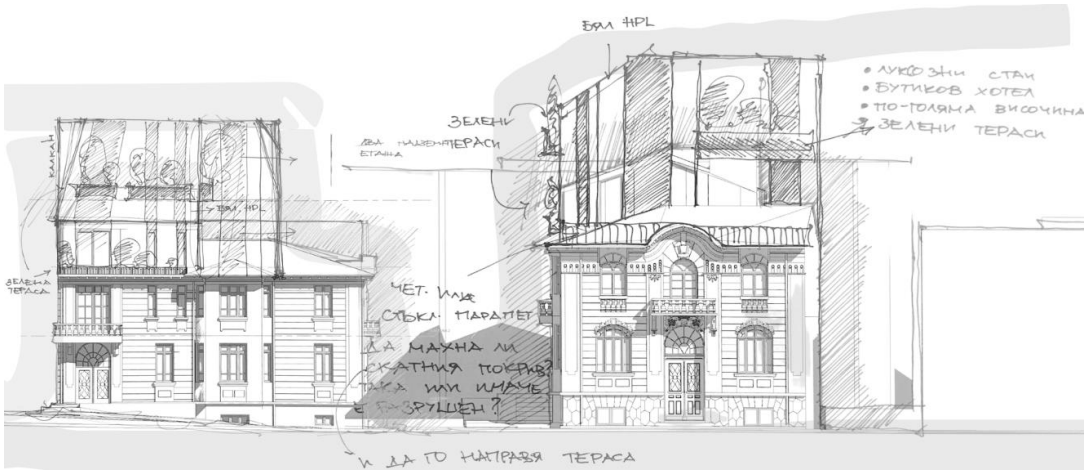
Фиг. 9 Идейно решение- разработка на бутиков хотел- авторска схема

В интериорно отношение са направени минимални изменения с цел максимално съхранение на оригиналната структура. Съществуващата конструкция е реставрирана без

промени във външния облик. Проектната работа преминава през няколко етапа, като първоначалната концепция е насочена към запазване на силуета на околната застроена среда (фиг. 10).

Фиг. 10 Първоначална концепция- авторска схема

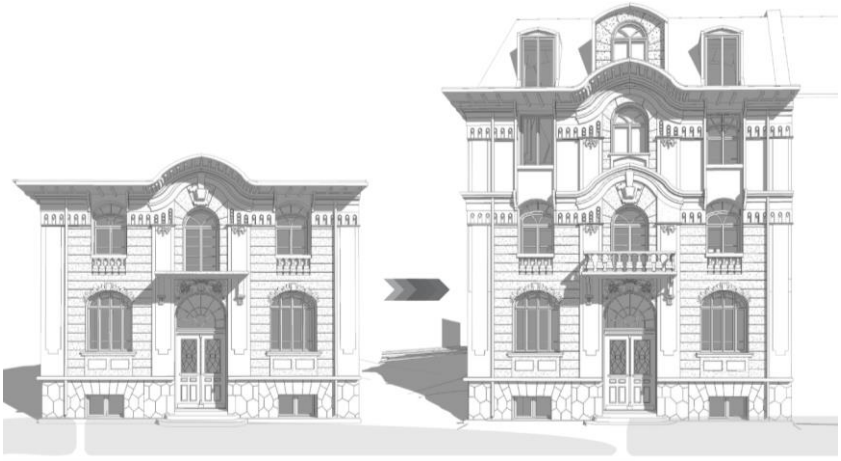
Впоследствие възниква хипотезата, че сградата би могла да играе ролята на доминанта в пространството. Това поставя въпроса за възможното противопоставяне между новото архитектурно решение – в частност надстройката – и автентичния исторически облик *(фиг. 11)*.



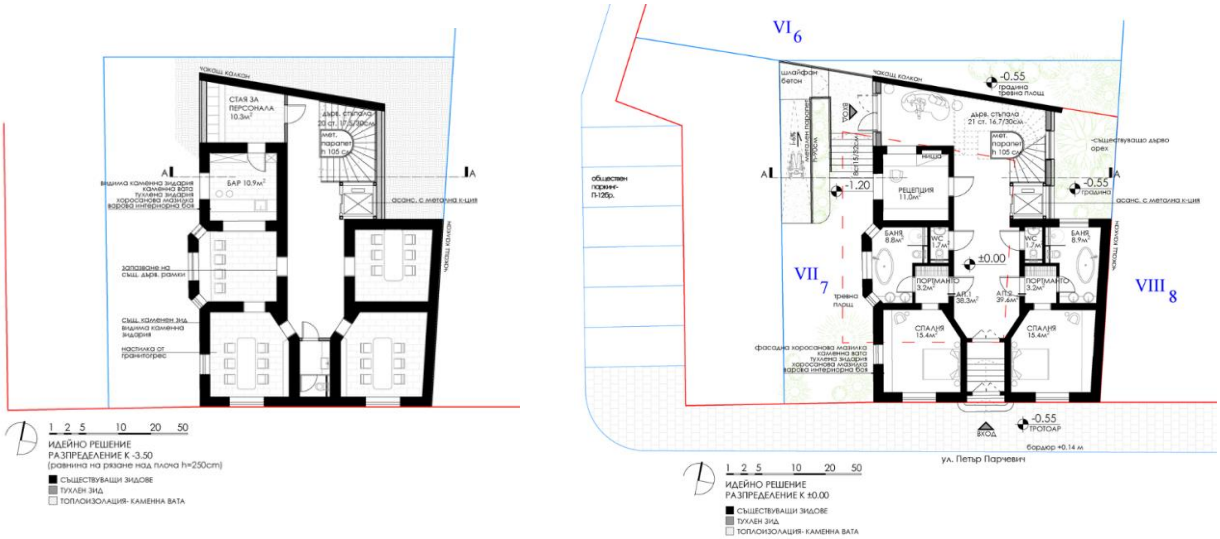
Фиг. 11. Етап 2- надраждане на идейното решение- авторска схема

В търсене на визуален и концептуален баланс, в следващ етап се достига до извода, че модерната естетика не съответства на концепцията за връщане към миналото. Това води до решение, при което надстройката стилово се вписва в съществуващата архитектура и съхранява нейния автентичен характер (фиг. 12).

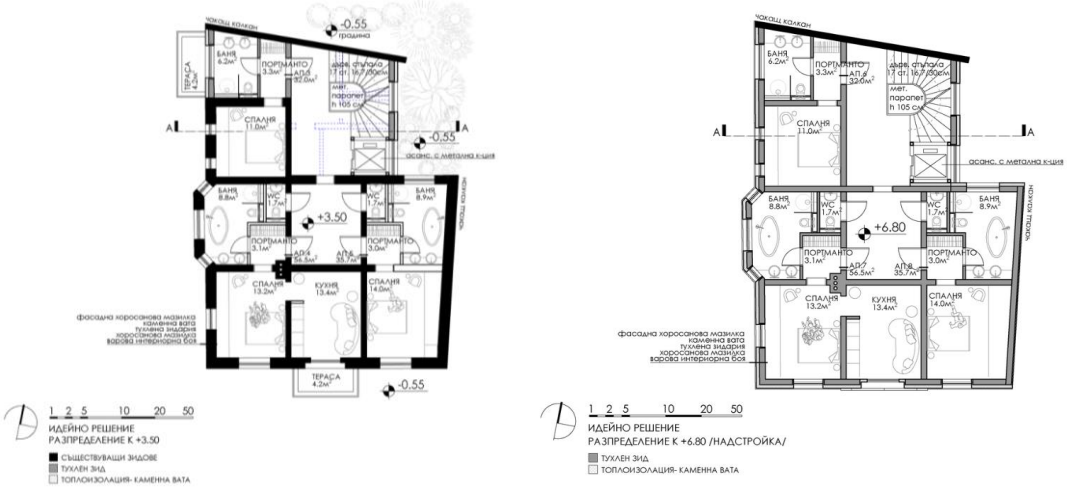
Новата функция на сградата – бутиков хотел – е реализирана чрез надстройка от два допълнителни етажа. Проектното решение запазва изцяло съществуващата конструкция, като новите стени са позиционирани върху съществуващите носещи линии. Конструктивната логика на сградата остава непроменена, а новите намеси са проектирани с уважение към историческия пласт (фиг. 13 и 14).



Фиг. 12 Идейно решение- разработка на бутиков хотел- авторска схема



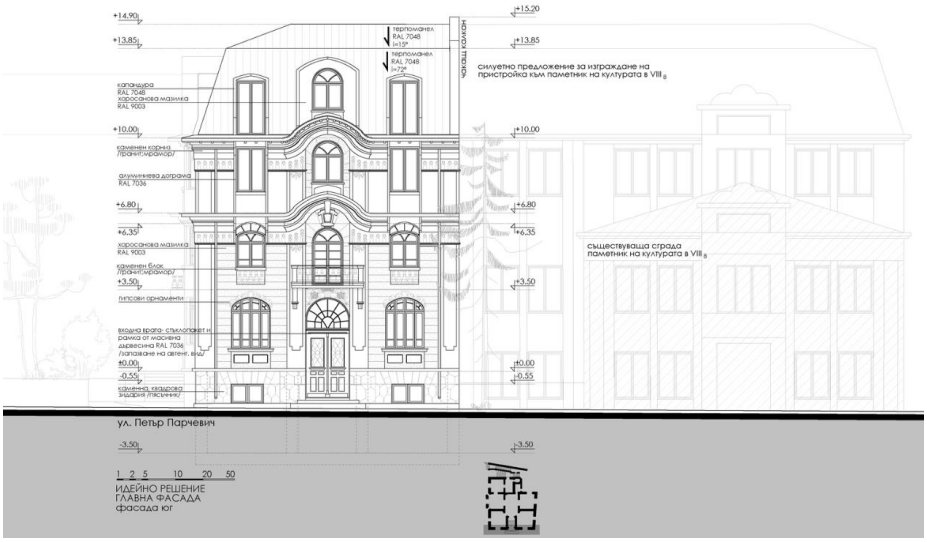
Фиг. 13 Функционално разпределение на полуподземно и приземно ниво- авторска разработка



Фиг. 14 Функционално разпределение на второ ниво и надстройката /ет. 3/- авторска разработка

В рамките на проекта е разработено и силуетно решение за съседната сграда, която също е обявена за недвижима културна ценност (фиг. 15). Намерението е съвместното реставриране и адаптиране на тези обекти да допринесе за цялостно благоустрояване и ревитализация на

средата, което в по-широк аспект спога за устойчивото развитие на централната градска тъкан чрез активиране на нейния културен потенциал.



Фиг. 15 Идейно фасадно и силуетно решение- авторска разработка

4. Заключение

Представената разработка аргументира възможността за съвременна интерпретация на архитектурното наследство чрез функционална адаптация. Проектът на ул. „Петър Парчевич“ №15 не се ограничава до трансформация на функция, а разгръща идеята за пространствено преживяване на паметта. В този смисъл, адаптацията не е просто технически процес, а културен акт – възстановяване на връзката между пространството, времето и човека.

Бутиковият хотел функционира като медиатор между миналото и настоящето – не само подслон за тялото, а подслон за спомена. Архитектурата се превръща в сценография на паметта, където всяко сетиво има свой принос към реконструкцията на изгубеното. Това показва, че адаптацията на културното наследство може да бъде не само ефективна стратегия за опазване, но и средство за културна и икономическа устойчивост.

ЛИТЕРАТУРА

[1] "Varna Heritage." Последно достъпвано на 19 юни 2025 г. https://varnaheritage.com.

[2] Господинов, Георги. Времеубежище. София: Жанет 45, 2020.

[3] ППЗТСУ. „Чл. 61 – квартално-застроителен и силуетен план на кв. 12 по плана на 8-ми микрорайон на ЦГУ – гр. Варна“. Заповед № 20 от 28 март 1986 г., одобрена от председателя на ИК на Общ. НС – гр. Варна.

[4] Уикипедия. „Стефан Венедикт Попов.“ Последно достъпвано на 19 юни 2025 г. https://bg.wikipedia.org/wiki/Стефан_Венедикт_Попов.

[5] Национален институт за недвижимо културно наследство. Атлас на недвижимите културни ценности – НИНКН. Последно достъпвано на 19 юни 2025 г. https://ninkn.bg/Posts/view/18ninkn.bg+1experience.arcgis.com+1.

[6] Културен туризъм & Cultural Tourism [в български, наръчник]. Последно достъпвано на 19 юни 2025 г. https://www.researchgate.net/publication/312949766_Kulturen_turizm_Cultural_tourism_in_Bulgarian_handbookresearchgate.net.

[7] Социализация на културното наследство: Аспекти на теорията и практиката. Последно достъпвано на 19 юни 2025 г. https://www.academia.edu/49600829/Социализация_на_културното_наследство_Аспекти_на_теорията_и_практиката_Cultural_Heritage_Socializationacademia.edu.

XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
по **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛСТВО**
ArCivE 2025
31 Май 2025 г., Варна, България

XIIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
on **ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**
ArCivE 2025
31 May 2025, Varna, Bulgaria

СВЛАЧИЩЕ „СМОЛЯНСКИ ЕЗЕРА“ - ПРЕПОРЪКИ ЗА УКРЕПВАНЕ УСТОЙЧИВОСТТА НА ТЕРЕНА

Мариана Цекова[1], Нели Тризлова[2]

РЕЗЮМЕ:

Свлачище „Смолянски езера” е разположено на запад-северозапад от гр.Смолян. Основна роля за възникването и развитието на свлачището играе р.Черна чрез непрекъснатото подмиване и изнасяне на склонов материал. По този белег свлачището може да се класифицира като делапсивно, т.е. възникнало в ниските част и на склона и разпространяващо се нагоре. Установени са седем свлачищни стъпала. Съществуващата информация за свлачище „Смолянски езера” е крайно недостатъчна както за обективна оценка на сегашното състояние, така и за прогнозиране на бъдещото поведение на свлачището, особено при екстремни условия, включително при земетресение от V и по-висока степен. Направени са изводи за състоянието на свлачището и препоръки за необходимите допълнителни проучвания с цел укрепването му.

Ключови думи: свлачище, хлъзгателна повърхнина, свлачищното тяло, масови деформации, разрушения, щети

„SMOLIAN LAKES“ LANDSLIDE - RECOMMENDATIONS FOR STRENGTHENING THE TERRAIN STABILITY

Mariana Tsekova[1], Neli Trizlova[2]

ABSTRACT:

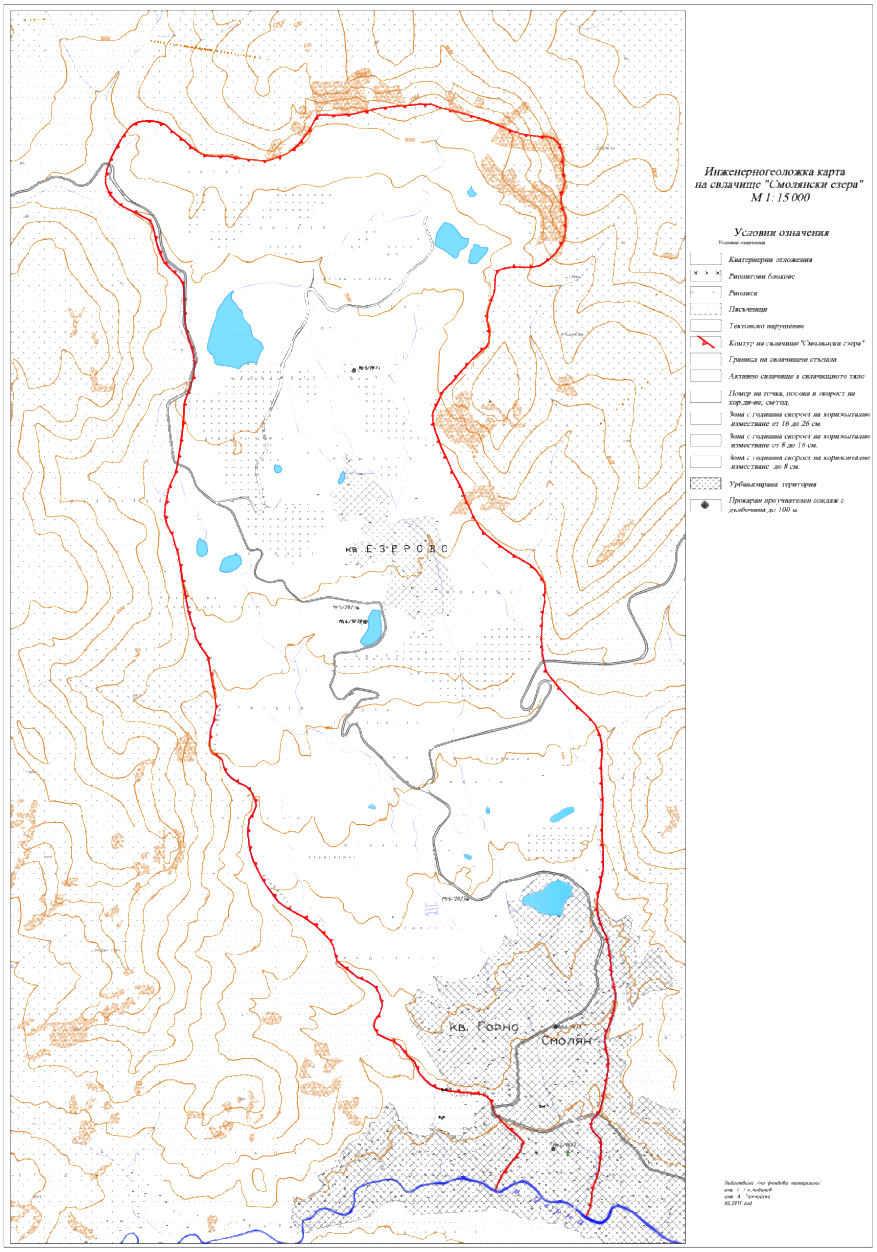
The „**Smolian lakes**” landslide is located west-northwest of the town of Smolyan. The Cherna River plays a major role in the occurrence and development of the landslide through the continuous washing and removal of slope material. Based on this feature, the landslide can be classified as delapsive, i.e. it occurred in the low parts of the slope and spread upwards. Seven landslide steps have been identified. The existing information about the “Smolyanski Ezera” landslide is extremely insufficient both for an objective assessment of the current state and for predicting the future behavior of the landslide, especially under extreme conditions, including an earthquake of magnitude V and higher. Conclusions have been made about the state of the landslide and recommendations for the necessary additional studies for its strengthening.

Keywords: landslide, slippery surface, landslide body, mass deformations, destruction, damage

[1] Мариана Цекова, главен асистент, доктор, ВСУ „Черноризец Храбър” – Варна, България
Mariana Tsekova, chief assistant, PHD, VFU „Chernorizec Hrabar” – Varna, Bulgaria, mariana.tsekova@vfu.bg
[2] Нели Тризлова, доцент, доктор, ВСУ „Черноризец Храбър” – Варна, България
Neli Trizlova, associate professor, PHD, VFU „Chernorizec Hrabar” – Varna, Bulgaria, neli.trizlova@vfu.bg

1. Увод

Свлачище „Смолянски езера” е разположено на запад-северозапад от гр.Смолян. Контурите му съвпадат с Крива река от запад, Мунева река от изток, р.Черна от юг и стръмния скален венец южно от вр. Снежанка. Дължината на свлачището е 5,35 км, средната ширина – 1,38 км, а дълбочината на свлачищната повърхнина – от 35 до 80 м. Площта му възлиза на 7,4 км2, а приблизителният обем на свлачищното тяло е 370 млн. м3. В Националния регистър на свлачищата е заведено под номер SML31.67653-01. В границите на свлачището попадат изцяло кварталите „Горно Смолян“ и „Езерово“ на гр. Смолян, части от третокласният път 866-Кричим-Смолян, четвъртокласните пътища 86471-Пампорово-Смолян и Смолян-Мугла, електродалекопроводи 110 и 20 kV, долна лифтова станция на пътнически лифт Смолянски езера – вр. Снежанка и други обекти на инженерната инфраструктура [1].



Фиг.1 Инженерно-геоложка карта на свлачище „Смолянски езера“[3]

2 Исторически сведения

За свлачището са документирани събития и факти за поведението на свлачището от по-далечното минало. Най-старите сведения са спомени на очевидци от първата четвъртина на 20-ти век, свързани с Чирпанското земетресение от 1928 година, когато големи скални блокове

са се отцепили от скалния венец северно от „Бистрото езеро“, а в основата на откоса в западната му част са се появили отворени пукнатини.

Стари хора разказват, че тополите, които са до рекичката под „Чинара“ преди 70-80 години са били на разстояние 30-40 m от нея.

Някои от старите каменно зидани жилищни сгради са напълно компроментирани, а други сериозно деформирани.

Долна лифтова станция на пътническа въжена линия „См. езера -вр.Снежанка“, която е построена през 1978г, през 1992 г вече се е оказала отместена на юг с около 2 m, при което компенсаторната система е изчерпала възможностите си. Сградата е съборена и построена на ново място. Понастоящем (2024г) ситуацията е аналогична.

Поредица от ж.р. стълбове 110kv от далекопровод Девин-Смолян показват забележими отклонения от вертикалното си положение (Ж.Р.С. №№ 100, 105,106 и др.).

По устни сведения от геодезисти, извършвали заснемания на имоти през последните години и съпоставяйки координатите на заснетите гранични точки на имотите с тези от кадастралната карта (одобрена на 10.05.2005г), е отчетено значително отместване, което разделено на разликата във времето на заснемане, е изчислена хоризонтална скорост на движение на склона средно 10 см/год в посока юг. Това поражда и правно-юридически проблеми: коя от границите е законна.

3.Геоложки строеж [3]

3.1. Литостратиграфия

В територията на Зап. Родопи са представени отложения от три структурни етажа (фиг.1).

- **Докамбрийски структурен етаж**

Най-старите скали се отнасят към Прародопската надгрупа (ранен протерозой, архай) и са на възраст над 1 млрд. год. Изграждат централната част на обширно издигане (свод, антиклинала), именувано като Маданско-Давидковско подуване. Отличават се с висока степен на метаморфизъм и са представени от гранитогнайси, амфиболити и др.

- **Мезозойски структурен етаж**

При следващия етап на скалообразуване през горната креда става внедряване на Смилянският гранитов интрузив (slγK2), който заема площ от 50 km2 и се разкрива между селата Смилян – Кошница - Пловдивци. Малки тела с неправилна форма се разкриват и около с. Киселчово и кв. Райково на гр. Смолян. Гранитите са предимно среднозърнести, биотитови, с изменящо се съдържание на слюдата.

- **Палеогенски структурен етаж**

При сводово-блоковите движения в докамбрийския кристалинен фундамент /докамбрийски структурен етаж/ и с възникването на Смолянското терциерно структурно понижение, се отлагат олигоценски седиментни, вулкано-седиментни и вулкански отложения.

3.2. Тектоника [3]

В своето геоисторическо развитие Родопският масив е претърпял многократно нагъване и разломяване. Резултат на нагъвателните процеси през Докамбрия са Маданско-Давидковското подуване, Среднородопската антиклинала, Южнородопската синклинала и Южнородопската антиклинала. В допалеогенското развитие на кристалинния фундамент главна роля са играли
движенията по големи разломни зони със субекваториално направление.

В структурен план районът на свлачище „Смолянски езера“ е изцяло в обсега на Южно-Родопската синклинала с наложеното на нейния източен фланг Смолянско структурно понижение. Северния и южен борт на Смолянското структурно понижение се формират по

системите от субекваториални регионални разломи. От север това са Широколъшкият и Солищенският разломи, а от юг Южно- Кайнадинският, Северно-Кайнадинският и Черноречеснкият разломи.

В района на Смолянски езера, вр. Снежанка и Черни връх, е проявена северозападната система разломи – отглас и продължение на т.н. Мадански разломен сноп, с който се свързват полиметалните находища в Маданското рудно поле.

Най - добре изявена е по младата от предидущите две системи североизточна разломна система. С тази система се свързват урановите находища в Смолянското рудно поле /западно от гр. Смолян/.

Много рядко срещана е субмеридионалната система разломи. По нея е формирана напречна на Смолянското терциерно понижение - структура, известна като свлачище „Смолянски езера”. Някои автори разглеждат тази структура като съвременно неотектонско образувание и с това се обясняват свлачищните процеси в нея.

Тектонските нарушения от изброените системи имат сходни характеристики, което говори за многократното им подновяване в историко-геоложкото време. Почти всички имат срезен характер с вертикални или комбинирани разсед-отседни отмествания [2].

3.3 Хидрогеоложка характеристика

В района са формирани и циркулират три типа подземни води. Грунтовите води се формират и циркулират в кватернерните наслаги, припокриващи коренните скали. Техен водоупор са коренните скали. Подхранват се от атмосферните валежи и тяхната инфилтрация при формиране на повърхностния отток. Водите от тези извори обикновено нямат добри питейни качества и се нуждаят от третиране [3,4].

Пукнатинните води се формират в условията на тектонската и систематична напуканост сред коренните скали. Отличават се с по-малък дебит, но имат високи питейни качества.

В района на Смолянските езера, съвпадащ с едноименното свлачище, съществува смесен пукнатинно-грунтов тип води. Част от района е вододайна зона на гр. Смолян. Водите са с добри питейни качества.

Карстовите /карстово-пукнатинните/ води са характерни за масивите от мрамори и мраморните брекчоконгломерати. Сред тях се намират едни от най-големите карстови извори в Смолянска област – Хубча (102÷2261 l/s), Бралото (165÷375 l/s), Мугленски (10÷1781 l/s), както и по-малките Св. Иван, Клокотник, Аламушница, Трандевица и др.

4. Генезис и развитие на свлачището [4]

Свлачищните процеси са тясно свързани с терциерните седименти и кватернерните отложения. Причините за възникването им са многобройни - литоложки, тектонски, ледникови, геоморфоложки, хидрогеоложки и хидроложки.

Хлъзгателните повърхнини са под делувиалните и флувиоглациални отложения - по повърхностите на наслояване на палеогенските седименти - тънък пласторед от слабо споени пясъчници и глинесто-песъчливи материали, като засяга и двата вида отложения. Наклонът на седиментните пластове на Ю-ЮЗ е близък до този на склона /към р.Черна и Крива река/ и благоприятства възникването на такива повърхнини. Поради високатаводообилност на района хлъзгателните повърхнини са винаги под нивото на подземните води.

Антропогенната дейност – изкуствено построени водоеми и свързващите ги канали, изградени без противофилтрационни екрани, активизират допълнително свлачищните процеси.

Основна роля за възникването и развитието на свлачището играе р.Черна чрез непрекъснатото подмиване и изнасяне на склонов материал. По този белег свлачището може да се класифицира като делапсивно, т.е. възникнало в ниските части на склона и разпространяващо се нагоре. Установени са седем свлачищни стъпала.

5.Класификация на свлачището

Класификацията е съгласно действуващата в Р. България Наредба №12 за проектиране на геозащитни строежи, сгради и съоръжения в свлачищни райони [7]:

- В зависимост от площта (7,4 км2) и дълбочината (от 35 до 80 м)- I клас;
- В зависимост от скоростта на преместванията (до 0,28 мм/ден) – 5-та група; в общия случай скоростта на преместванията е от 10 до 15 мм/ден, което го отнася в групата пълзящи склонове;
- В зависимост от значимостта на застрашаваните обекти – А категория.

Според някои автори [3] всички гравитационни премествания от типа на свлачища, срутища, сипеи, лавини и др. могат да се класифицират според засегнатия от тях обем на: малки – до 10 000 м3 ; средни – от 10 000 до 100 000 м3 ; големи – от 100 000 до 1 000 000 м3 ; много големи – от 1 млн. до няколко млн. м3 и грандиозни – десетки и стотици млн. м3. Обемът на свлачище“Смолянски езера”, (изчислен по метода на паралелните хоризонтални сечения, при разстояние между сеченията 50 м, възлиза на 372 млн м3, при площ 739 хектара - по всички показатели е грандиозно.

На тялото на голямото по площ и дълбоко заложено свлачище „Смолянски езера” са развити множество вторични повърхностни свличания, засягащи само слабо споените кватернерни отложения.

6.Геологопроучвателни работи извършени до 2023г

Първите бегли сведения за свлачище “Смолянски езера“ са свързани с геоморфоложки проучвания на Ж. Гълъбов през 1937г и държавната геоложка картировка в М 1:200 000 през 1957 г.[2,3,5]. През 1978г в Списание на Българското геологическо дружество /кн. 3/ е отпечатана статия „Влияние на хидрогеоложките условия върху устойчивостта на Смолянските свлачища“, с автори Е. Стоицев и И. Станев. Проучването обхващаща малък участък на около 600м северозападно от последните къщи на кв. „Горно Смолян“ (в района на комплексна опитна станция по животновъдство-КОС).

Началото на системни геодезични наблюдения и инженерно-геоложки проучвания е положено през 1967год, със сключен договор между ОНС и Главно управление по геодезия и картография. На Научноизследователския институт по геодезия и картография е възложена задача на тема: „Изследване на свличащите се терени в района на строителната част град Смолян“.

Геодезичните наблюдения продължават до 1970год. На терена са били отложени 51 повърхностни геодезични репери, съсредоточени в застроената част на кв. Горно Смолян и 6 изходни репери- разположени извън района на свличането. Наблюденията са отразени в „Доклад за свличащите се терени в района на строителната част на град Смолян“, 1970год. Изчислени са хоризонталната и вертикална скорости на движение, според чиито интензивности са обособени 3 зони както следва:

Зона	Хоризонтална скорост, cm/a	Вертикална скорост, cm.a
I	24,0÷16,0	5,4÷3,0
II	16,0÷8,0	3,0÷1,5
III	8,0÷0	1,5÷0

Преобладаващата основна посока на движение е на юг. През 1972г от ГУГК на Дирекция „Проучване“ към НИГК е възложено да извърши частични инженерно-геоложки и хидрогеоложки проучвания на свлачищния район от гр. Смолян до Смолянските езера за стадий идеен проект.

Изпълнена е инженерно-геоложка картировка в М 1:25 000 и 1:5 000 върху цялата площ на свлачището. Прокарани са и 4 бр. структурно-проучвателни сондажи. Два от тези сондажи

достигат коренните скали, а два аварират и увисват в материалите на свлачищното тяло. В края на 1973год проучвателните работи са завършени и отразени в доклад: „Смолянски езера - свлачище. Инженерно-геоложки и хидрогеоложки условия /идеен стадий/“.

Реализираните обеми проучвателни работи са само едно начало на изучаването на свлачището и са крайно недостатъчни за обективна характеристика на свлачище “Смолянски езера”. Това мнение се съдържа и в двата Доклада от 1970год. и от 1973год.

Сериозността на проблема е подчертана и при защитата на Доклада пред ОНС Смолян, когато се взема решение за спиране на по-нататъшното застрояване на терени в свлачището.

През 2015 год. чрез Областният управител на област Смолян свлачище „Смолянски езера” беше включено в Европейска пилотна програма „Модел за оценка на риска за предотвратяване на кризисни ситуации и ограничаване на свлачищата”, финансиран от отдела за Хуманитарна помощ и Гражданска защита към Европейската комисия по програма „Финансов механизъм за гражданска защита”. В програмата е включена само най-южната част на свлачище “Смолянски
езера” (до паралел 41°35'04''), тъй като Модела може да включва само свлачища с площ до 1000 дка и дълбочина на хлъзгателната повърхнина до 25 метра. Бяха прокарани 4 проучвателни сондажа с дълбочина до 25 m. Един от тях – сондаж Mc1, е оборудван с пиезометър и нивото на подземните води се замерват в началото на всеки месец от IX.2015г до XII.2023г. В този период са направени над 100 бр. замери, като колебанието на НПВ е от 2,43м до 6,54м под кота устие на сондажа.

По устни сведения от геодезисти, извършвали заснемания на имоти в този район през последните години и съпоставяйки координатите на заснетите гранични точки на имотите с тези от кадастралната карта (одобрена на 10.05.2005г), е отчетено значително отместване, което разделено на разликата във времето на заснемане, е изчислена хоризонтална скорост на движение на склона средно 10 см/год в посока юг.

От гореизложеното става ясно, че съществуващата информация за свлачище “Смолянски езера” е крайно недостатъчна както за обективна оценка на сегашното състояние, така и за прогнозиране на бъдещото поведение на свлачището, особено при екстремни условия, включително при земетресение от V и по-висока степен.

Следва да отбележим, че понастоящем няма общоприета методика за оценка на устойчивост на склон и свлачищен натиск за големи свлачища като свлачище „Смолянски езера”, с площ над 1000 дка и дълбочина на хлъзгателната повърхнина над 30 м.

Районът на свлачището е в зона със сеизмична активност от VII степен и с коефициент на сеизмичност – 0,10.

7.Геологопроучвателни работи през 2023г

7.1. Геодезическо заснемане

Геодезичното заснемане е сведено до изграждане на геодезична наблюдателна мрежа и първоначално (нулево) измерване в наблюдателната мрежа. Общо за целия район са измерени 85 бр. точки. Резултатите от извършената дейност са описани в самостоятелна обяснителна записка.

. Инженерно-геоложка картировка

Инженерно-геоложката картировка е изпълнена за районите с проявен завишен инвеститорски интерес.

Район №1 е непосредствено северно от застроената част на кв. Г. Смолян и попада в трето свлачищно стъпало на свлачище „Смолянски езера“. Районът е изцяло покрит с почвено-делувиални отложения, единственото разкритие на коренни скали се наблюдава в района на местността „Могилата“ – представено от риолити, разкриващи се на площ от 4900 кв.м. По левия бряг на Мунева река се разкриват пясъчници и фелзитоидни риолити.

Видими активни пукнатини на скъсвания и движения се наблюдават най-вече по асфалтовата настилка на път III - 866 Смолян – Кричим посока с.Стойките - на 170 m след разклона за хижа Смолянски езера и на 260 и 845 м южно от разклона за кв. Езерово, както и на път III-8641 Пампорово – Смолян - на 360 м след разклона с път III - 866 Смолян – Кричим. В общи линии пукнатините съвпадат с лабилните зони между трето и четвърто свлачищни стъпала.

Район №2 обхваща застроената част на кв. Езерово. Попада в четвърто свлачищно стъпало на свлачище „Смолянски езера“. Целият район е покрит с почвено-делувиални отложения, като само в най-южната част на района се разкрива фрагмент от риолитов масив с обща площ 180 хил.кв.м. В района на сондаж С-5 дебелината на кватернерната покривка не надминава 1,00м.

Район №3 обхваща най-северната част на т.н. КЯ „Смолянски езера“. Тук попадат туристическа хижа „Смолянски езера“ и няколко построени през последните 15-20 години почивни бази и хотели. Районът е почти напълно покрит с почвено-делувиални отложения. На повърхността се наблюдават множество скални разкрития от риолити, най-голямото от които е на площ от 250 хил.кв.м.

Освен езерата са разпостранени по-големи и по-малки заблатявания и участъци с обратен наклон на терена. Границите на свлачищните стъпала се маркират косвено главно по релефните форми на терена.

7.3.Проучвателни сондажи

Съгласно изготвените и одобрени - Програма за провеждане на инженерно-геоложки проучвания, геодезични и сондажни дейности за допроучване на свлачище „Смолянски езера“ и Техническо задание, за етапа са прокарани в пълен обем предвидените два проучвателни сондажа. Сондажите достигнаха проектните си дълбочини: Сондаж №5 (С-5) – 99,20м; Сондаж №6 (С-6) – 98,00м. (Номерацията на сондажите е продължение на номерацията на тези от 1973 г). Сондирането се извърши със съвременна сондажна апаратура SANDVIK DE710, съоръжена с извлекаема ядкова тръба, осигуряваща представителност и висок процент на изваденета сондажна ядка. В сондажите са монтирани дебелостенни PVC обсадни колони с външен диаметър 75 мм. Сондажната ядка е съхранена на 100% . За всеки от сондажите са изготвени геоложки колонки.

Информацията, получена от двата сондажа, позволява да се направи нова интерпретация за строежа на свлачищното тяло, местоположение на хлъзгателните повърхнини, тектонски строеж и др. Не се потвърждава литоложкия строеж на свлачищното тяло от Доклада от 1973 г, според който то е изцяло от кватернерни материали. И в двата сондажа (С-5 и С-6) дебелината на кватернерните делувиални отложения е изключително малка – до 1,00-1,50м. Формирани са няколко хлъзгателни повърхнини, главно сред палеогенските седименти /по прослойките от алевропелити /. В сондажната ядка те се маркират по интервалите с милонитизация - мазна, нелитифицирана глина в мекопластична консистенция.

Силно стъпаловидно денивелирани /пропаднали/ по субширотни разседи са скалните блокове вътре в свлачищнато тяло, вероятно ограничени от изток и от запад от меридионални разломи. Морфологията на свлачището е тектонски предопределено от тези разломи. И в двата сондажа, особено нагледно в сондаж С-5, е запазен нормалният стратиграфски ред (последователност на образуване) на отложенията (отдолу-нагоре): седименти - пирокластити (туфи) – риолити – почвено-делувиални материали. По усложнен е геоложкият разрез по сондаж С-6, в който са подсечени дайки от латити и риолити.

Направен е опит за нова интерпретация на структурата на свлачището с оглед резултатите от проведеното през 2023 г сондиране. За целта са построени един надлъжен разрез I – I по профила на – Мс1 - С5 - С6 – Мс2 и два напречни разрези II – II и III – III по С5 и С6. Анализът на данните от профилите потвърждава сложния строеж на свлачището. Най-вероятно то онаследява сложна грабеновидна структура, ограничена от разломи със север-южно направление и вътрешно грабенови разсядания по изток-западни разломи. Това

твърдение се потвърждава - съпоставяйки денивелацията по долнището на риолитовия покров по разрези II – II (318м) и III-III (56м).

Документирани са и множество други интервали с тектонска преработка - брекчиране и натрошаване, които най-вероятно са следствие от разривна тектонска дейност.

Почти плътната покривка от кватернерни отложения не позволява картиране на тектонските нарушения в границите на свлачището.

7.4.Други елементи на контролно-измервателните системи

Сондажите са оборудвани с перфорирани дебелостенни обсадни PVC колони ф 75мм, което ще позволи прилагане на пиезометри и инклинометри за проследяване на нивото и оценка на режима на подземните води в свлачището, проследяване на деформациите в дълбочина и динамиката на свлачищните процеси.

Отворите на колоните са затворени с капак и надеждно защитени със заключващи се метални касети. При извършеното първоначално (нулево - на10.V.2023г) замерване на нивата на подземните води в сондажите са: в С5 – 6,66 м и С6 – 0,65 м под кота устие на сондажа. Направена е заявка за закупуване на инклинометри, които до момента не са получени. След първоначалното (нулево) замерване получените данни ще послужат за база на следващите циклични измервания, като минимум два пъти годишно през влажните сезони и тези на засушаване.

7.5 Геофизични проучвания

Изпълнените геофизични проучвания включват прилагане на три геофизични метода: електротомография (електропрофилиране); метод ВЕС и нискочестотни методи. Изпълнени са от „Георисърч инженеринг“ ЕООД. Резултатите от извършената дейност са описани в самостоятелна обяснителна записка – приложена към Доклада.

8.Заключение, изводи и препоръки

1. Свлачище “Смолянски езера” е грандиозно по мащаби: дължина 5,35 км, ширина 1,38 км, дълбочина от 35 до 80 м, площ 7,4 км2, а приблизителният обем на свлачищното тяло е 370 млн. м3;

2. Свлачище “Смолянски езера” е сложна грабеновидна структура, ограничена от разломи със север-южно направление и вътрешно грабенови разсядания по изток-западни разломи;

3. Изпълнените видове и обеми ГПР поставят в нова светлина структурата и строежа на свлачищното тяло – в границите на проучваната площ (от „Орфееви скали“ на север до към застроителните граници на кв. „Горно Смолян“ на юг- южния бряг на езеро „Кирянов гьол“) свлачищното тяло е изградено изцяло от палеогенски скали – седиментни (брекчоконгломерати, пясъчници, мергели, алевролити) и вулканогенни (туфи, риолити, латити), запазили нормалния си стратиграфски ред;

4. Хлъзгателни повърхнини са няколко, формирани по прослойките от алевропелити сред палеогенските седименти; основната хлъзгателна повърхнина ще бъде уточнена след инклинометричните измервания;

5. От елементите на КИС са изпълнени: изграждане на геодезична наблюдателна мрежа и първоначално (нулево) измерване; нулево замерване на нивата на подземните води в сондажите С5 и С6;

6. Следващите циклични измервания ще се извършват като минимум два пъти годишно - през влажните сезони и тези на засушаване;

7. Сондажната ядка от двата сондажа е съхранена на 100% в помещение в сградата на Община Смолян;

8. Направеното изложение дава само обща представа за устойчивостта на терена и на свлачище “Смолянски езера”. Налице са явни признаци за движение на склона с генерална посока север-юг и местни вариации в зависимост от особеностите на релефа. Скоростта на

движение в най-общия случай е в рамките на 10-24 см /год (0,27-0,66 mm/ден), като разпределението ѝ по площта на свлачището е неравномерно и зависи от редица фактори, като наклон на терена, водообилност, геоложки строеж, антропогенна дейност и др.

9. Направената интерпретация в настоящото изложение за структурата (строежа) на свлачище "Смолянски езера" има предварителен, идеен, характер:

- недоказано е съществуването на меридионалнате (север-южни) разломи (на графиката – червените линии по Крива и Мунева реки), формирали евентуалния грабен;
- напречните разломи – оформили стъпаловидно пропадане на свлачищното тяло (т.н. свлачищни стъпала), са маркирани главно по морфоложки белези;
- доказаното, с почти постоянна хоризонтална скорост (10 см/год) движение в южна посока няма видими изяви в южната на свлачищното тяло (например подуване).

10. Скалният блоков строеж на свлачищното тяло обяснява защо няма масови деформации и разрушения, щетите са съсредоточени главно в междустъпалните зони, включително в зоната на главния свлачищен откос – Орфееви скали;

11. Остава неясна дебелината на кватернерните отложения южно от Кирянов гьол – особено най-южната застроената част на кв. горно Смолян, където последствията от движенията са най-изявени;

12. Крайно наложително е допроучване, вкл. със сондажи, на застроената част на кв. Горно Смолян.

Както се вижда от гореизложеното свлачище "Смолянски езера" крие твърде много неизвестности, многократно превишаващи сегашните ни познания за него.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Георгиев М., П.Ахчийски, „Изследване на свличащите се терени в района на строителната част на град Смолян", 1970год., НИИГК секция „Геодезия", София, Х.1970г.;

[2]. Найденов Сашо, „Смолянски езера – свлачище. Инженерно-геоложки и хидрогеоложки условия /идеен стадий/", МЕ-НИПИИЕС „Енергопроект", Дирекция за инженерно-геоложки и хидрогеоложки проучвания, София, ноември, 1973г.;

[3]. Господинов Г., А. Тахчийски, „Доклад за изпълнените инженерно-геоложки и хидрогеоложки проучвания в югозападния фланг на свлачище „Смолянски езера", Договор от 24.07.2015 г. между Областна администрация – Смолян и ЕТ„Господинов" – Смолян;

[4]. Стоицев Е., И. Станев, „Влияние на хидрогеоложките условия върху устойчивосттана Смолянските свлачища", списание на БГД, кн.3, 1978г.;

[5]. Обяснителна записка към геоложката карта на България, картен лист Смолян, Комитет по геология, Предприятие за геофизични проучвания и геоложко картиране, София, 1989г.;

[6]. Геоложка карта на НР България, М 1:100 000, картен лист Смолян, Комитет по геология, Предприятие за геофизични проучвания и геоложко картиране, София, 1989г.;

[7]. Наредба №12 за проектиране на геозащитни строежи, сгради и съоръжения в свлачищни райони.