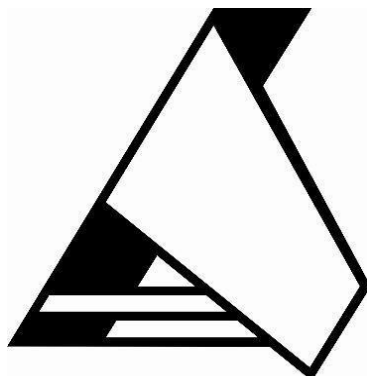


МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ



ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ
Кафедра архітектурного проектування

«на правах рукопису»

Студентки II курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти
Іванченко Катерина Віталіївна

**«ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЕЛЬ ЖИТЛОВОЇ
ЗАБУДОВИ»**

Кваліфікаційна наукове дослідження
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальності 191 – Архітектура та містобудування
ОПП «Архітектура будівель та споруд»

Розглянуто й узгоджено на засіданні
кафедри архітектурного проектування
« » 2026р., (протокол №__)

Керівник навчально-творчої майстерні:
Скорик Лариса Павлівна
Кандидат архітектури, професор

АНОТАЦІЯ

Іванченко Катерина Віталіївна. ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЕЛЬ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Наукове дослідження на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 191 «Архітектура і містобудування», галузі знань 19 «Архітектура та будівництво». – Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури, Київ, 2026.

Дослідження присвячене аналізу засад організації зелених покрівель житлової забудови та застосуванню екологічно орієнтованих принципів зеленої архітектури у проектуванні житлового середовища, зокрема із використанням технологій зелених покрівель, які сприяють підвищенню енергоефективності, раціональному використанню ресурсів та створенню комфортного середовища для мешканців. З урахуванням сучасних екологічних викликів, зростання енергоспоживання та виснаження природних ресурсів особливо актуальною є необхідність переосмислення підходів до архітектурного проектування у напрямі сталого розвитку. У роботі наголошується, що зелена архітектура виступає не лише як відповідь на екологічні проблеми, а і як ефективний інструмент формування комфортного, безпечного та якісного життєвого середовища.

Дослідження базується на комплексному аналізі міжнародного досвіду, наукових джерел та реалізованих проєктів і містить пропозиції щодо інтеграції екологічно орієнтованих рішень у сучасну практику проектування житлової забудови.

У **вступі** надано загальну характеристику наукового дослідження, обґрунтовано актуальність теми визначено мету, завдання, методи, межі, предмет та об'єкт дослідження; висвітлено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів та впровадження наукового дослідження.

У першому розділі «Досвід застосування зелених покрівель в умовах міської житлової забудови» досліджено значення зелених покрівель як складової сучасної міської інфраструктури та їх вплив на екологічну, соціальну й архітектурно-просторову організацію житлового середовища; визначено основні типи зелених покрівель, їх конструктивні особливості та функціональні характеристики; підкреслено ключову роль зелених покрівель у підвищенні кліматичної стійкості міського середовища, покращенні мікроклімату та якості життя населення. Проаналізовано наукові роботи та реалізовані приклади в Україні й за кордоном; систематизовано наукові дослідження щодо принципів формування, функціонування та інтеграції зелених покрівель у структуру житлової забудови.

У другому розділі «Функціонально-просторова організація житлової забудови середньої поверховості» проведено аналіз сучасних підходів до формування житлового середовища в контексті сталого розвитку; окреслено основні засади поєднання енергоефективних технологій, раціонального використання ресурсів та інтеграції природних компонентів у структуру забудови; визначено особливості функціонально-просторової організації житлових територій, зокрема роль комунікаційної та соціальної інтеграції, ієрархії просторів, формування громадських і рекреаційних зон. Обґрунтовано доцільність використання квартальної забудови, активних перших поверхів та багаторівневого озеленення як засобів підвищення якості міського середовища.

У третьому розділі «Концепція проєкту житлового кварталу в м. Ірпінь із застосуванням технологій зелених покрівель.» проаналізовано поточний стан території проєктування та містобудівні передумови її розвитку; особлива увага приділяється формуванню комфортного, безпечного та екологічно орієнтованого житлового середовища; розглянуто принципи функціонального зонування, організації пішохідних і транспортних потоків, інтеграції громадських просторів; проаналізовано можливості впровадження енергоефективних і екологічних технологій у структуру забудови;

запропонована концепція житлового кварталу середньої поверховості, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку; проєкт передбачає інтеграцію житлових, громадських і рекреаційних функцій, розвиток пішохідної та велосипедної інфраструктури, використання активних перших поверхів; удосконалено підходи до формування внутрішньоквартальних просторів як напівприватних середовищ для щоденного використання; акцент зроблено на впровадженні зелених покрівель, відновлюваних джерел енергії та систем раціонального водокористування.

Розглянуто підходи до проєктування енергоефективних та екологічно збалансованих житлових комплексів. Окрема увага приділена застосуванню зелених покрівель і терас як елементів просторової організації та покращення мікроклімату. Підкреслено їх значення у формуванні комфортного та стійкого міського середовища. У розділі обґрунтовано доцільність комплексного поєднання архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень для досягнення високого рівня якості житлової забудови.

Ключові слова: житлова забудова середньої поверховості, житлова забудова, зелена архітектура, зелені покрівлі, озеленення, сталий розвиток, енергоефективність, функціонально-просторова організація, міське середовище, екологічна стійкість, громадські простори, рекреаційні зони, інтеграція озеленення, Ірпінь.

ANNOTATION

Ivanchenko Kateryna Vitaliivna. PRINCIPLES OF GREEN ROOF ORGANIZATION IN RESIDENTIAL DEVELOPMENT. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The research reveals scientific analysis for the acquisition of the second (master's) level of higher education in the specialty 191 «Architecture and Urban Planning», 19 «Architecture and Construction». - National Academy of Fine Arts and Architecture, Kyiv, 2026.

The study is devoted to the analysis and application of environmentally oriented principles of green architecture in residential development design, particularly through the use of green roof technologies, which contribute to improving energy efficiency, rational use of resources, and the creation of a comfortable living environment. Considering current environmental challenges, increasing energy consumption, and the depletion of natural resources, there is a growing need to rethink architectural design approaches towards sustainable development. The study emphasizes that green architecture is not only a response to environmental issues but also an effective tool for creating a comfortable, safe, and high-quality living environment.

The research is based on a comprehensive analysis of international experience, scientific sources, and implemented projects, and includes proposals for integrating environmentally oriented solutions into contemporary residential design practice.

The introduction provides a general description of the scientific research, justifies the relevance of the topic, defines the goal, objectives, methods, boundaries, subject and object of the research; highlights the scientific novelty and practical significance of the results obtained and the implementation of the scientific research.

In the first section **“Experience of Green Roof Implementation in Urban Residential Development,”** the significance of green roofs as a component of modern urban infrastructure and their impact on the ecological, social, and architectural-spatial organization of the residential environment is examined; the main types of green roofs, their structural features, and functional characteristics are identified; the key role of green roofs in enhancing climate resilience of urban environments, improving microclimate, and increasing the quality of life is emphasized. Scientific publications and implemented examples in Ukraine and abroad are analyzed; scientific research on the principles of formation, functioning, and integration of green roofs into residential development is systematized.

In the second section **“Functional and Spatial Organization of Mid-Rise Residential Development,”** an analysis of contemporary approaches to the formation of residential environments in the context of sustainable development is conducted; the

main principles of combining energy-efficient technologies, rational resource use, and integration of natural components into the development structure are outlined; the features of functional and spatial organization of residential areas are identified, including the role of communication and social integration, spatial hierarchy, and the formation of public and recreational spaces. The feasibility of using block development, active ground floors, and multi-level landscaping as tools for improving the quality of the urban environment is substantiated.

In the third section “Concept of a Mid-Rise Residential Quarter Project in the City of Irpin Using Green Roof Technologies,” the current state of the design area and urban planning prerequisites for its development are analyzed; special attention is paid to the formation of a comfortable, safe, and environmentally oriented residential environment; the principles of functional zoning, organization of pedestrian and transport flows, and integration of public spaces are considered; the possibilities of implementing energy-efficient and environmentally friendly technologies in the development structure are analyzed; a concept of a mid-rise residential quarter that meets modern requirements of sustainable development is proposed; the project provides the integration of residential, public, and recreational functions, development of pedestrian and bicycle infrastructure, and the use of active ground floors; approaches to the formation of semi-private courtyard spaces for everyday use are improved; emphasis is placed on the implementation of green roofs, renewable energy sources, and rational water management systems.

Approaches to the design of energy-efficient and environmentally balanced residential complexes are considered. Particular attention is paid to the use of green roofs and terraces as elements of spatial organization and microclimate improvement. Their importance in creating a comfortable and sustainable urban environment is emphasized. The chapter substantiates the feasibility of a comprehensive combination of architectural-planning, structural, and engineering solutions to achieve a high level of residential development quality.

Keywords: mid-rise residential development, residential development, green architecture, green roofs, landscaping, sustainable development, energy efficiency, functional and spatial organization, urban environment, environmental sustainability, public spaces, recreational areas, integration of greenery, Irpin.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ЗМІСТ	8
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	10
ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. Досвід застосування зелених покрівель в умовах міської житлової забудови	17
1.1 Значення зелених покрівель в архітектурі.....	17
1.2 Стан дослідженості питання в літературі.....	21
1.3 Світовий досвід проектування та будівництва житлової забудови з використанням технологій зелених покрівель.....	25
ВИСНОВКИ ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ	39
РОЗДІЛ 2. Функціонально-просторова організація житлової забудови середньої поверховості	40
2.1 Етапи сталого розвитку та енергоефективності в організації зелених покрівель житлової забудови.....	40
2.2 Особливості функціонально-просторової організації житлової забудови середньої поверховості.....	46
2.3 Використання екологічних будівельних матеріалів та інтеграція зелених насаджень в структуру міської забудови.	53
ВИСНОВКИ ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ	59
РОЗДІЛ 3. Концепція проекту житлового кварталу в м. Ірпінь із застосуванням технологій зелених покрівель	61
3.1 Містобудівне формування просторово-планувальної структури житлового кварталу.....	61
3.2 Архітектурно-планувальна та функціонально-просторова організація житлової забудови.....	64

3.3 Архітектурно-конструктивна інтеграція енергоефективних технологій зелених покрівель у житлове середовище.....	73
ВИСНОВКИ ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ.....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	81
ДОДАТКИ.....	86

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

BIG - Bjarke Ingels Group

ЖК - житловий комплекс

ВСТУП

У структурі сучасних міст домінує висотна житлова забудова, яка характеризується високим рівнем енергоспоживання та значним обсягом викидів CO₂ в атмосферу. Через постійне знищення дерев, активну урбанізацію та недостатній рівень озеленення міст концентрація викидів вуглецю часто перевищує допустимі екологічні норми. Щільна забудова обмежує можливості для розміщення традиційних зелених насаджень, тому актуальним стає впровадження альтернативних екологічних рішень, серед яких особливе місце займає озеленення покрівель.

Актуальність теми: Сучасні міста стикаються з низкою екологічних та урбаністичних викликів: надмірною щільністю забудови, зростанням рівня забруднення повітря, дефіцитом озелених територій і зниженням комфортності міського середовища. В умовах інтенсивної урбанізації особливої уваги набуває пошук ефективних способів підвищення екологічної якості житлового простору. Одним із таких рішень є використання потенціалу покрівель як додаткового простору для розміщення зелених насаджень.

Використання зелених покрівель в житловій забудові вирішує ряд екологічних, енергетичних та соціальних проблем, які особливо гостро відчуються сьогодні. Поряд із цим, саме такі покрівлі забезпечують вирішення завдань щодо підвищення енергоефективності будівель і зменшення негативного впливу міського середовища на екологію. Технології зелених покрівель надають засоби, здатні запобігти перегріванню та тепловтратам будівель, що значно зменшує навантаження на енергосистему, адже витрати на обігрів і кондиціонування стають мінімальними. Системи збору дощової води, встановлення сонячних панелей та можливість вирощування лікарських трав і продуктів харчування стають додатковими перевагами при застосуванні зелених покрівель.

Не менш актуальним є соціальний вплив на населення, адже, окрім підвищення екологічної свідомості суспільства, зелені покрівлі підвищують

рівень соціальної взаємодії громадян та заохочують їх до проведення часу на відкритому повітрі.

Повномасштабна війна в Україні призвела до значних руйнувань житлового фонду, деградації природного середовища та збільшення антропогенного навантаження на екосистеми. Післявоєнна відбудова українських міст потребує впровадження принципів сталого розвитку, енергоефективності та екологічної збалансованості. У цьому контексті озеленення покрівель є не лише архітектурним прийомом, а й важливим екологічним інструментом, що сприяє відновленню природного балансу, покращенню мікроклімату й формуванню комфортного, безпечного середовища для життя.

Стан дослідженості питання. Серед найбільш відомої літератури про дослідження зеленої архітектури та її впливу на екологію, варто зазначити Susan K. Weiler та Katrin Scholz-Barth з їхньою роботою «Green roof systems: a guide to the planning, design and construction of landscapes over structure» [1]. У книзі проаналізовано екологічні, економічні та соціальні переваги систем зелених дахів, а також їхній внесок у боротьбу зі змінами клімату. Також слід відмітити книгу «Green building illustrated» авторів Francis D. K. Ching, Ian M. Shapiro [2], де розглянуто технічні аспекти, а також ключові аспекти проектування таких покрівель. Крім цього, у книзі «Contemporary architecture in china. Green architecture» авторки Weiju Yang [3] на прикладі 20 китайських будівель розглянуто технічні та архітектурні аспекти проектування зеленої архітектури та її практичне застосування. Також у посібнику «The basic of sustainable design» автора Steven V. Szokolay [4] надається технічна інформація зі стратегіями для сталого розвитку проєкту, вивчаються теми теплопровідності, інсоляції, енергосистем, вентиляції, мікроклімату та інші.

Серед україномовної літератури варто зазначити статтю «Зелені дахи в сучасному благоустрої міст» авторства Гнатюк Л.Р. та Нестерук І.І. [5], де авторки аналізують можливості впровадження таких систем у щільно забудованих містах України, зокрема їхній вплив на зниження температури в

міських умовах, покращення екологічного стану та підвищення енергоефективності будівель. Також актуальною є стаття Рибак О. та Пацевої І. «Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах» [6]. У тексті узагальнено сучасний стан досліджень щодо використання зелених покрівель як одного з ефективних інструментів адаптації міського середовища до кліматичних змін у помірних широтах. Авторки окреслюють напрями, які потребують подальшого наукового опрацювання, зокрема кількісне оцінювання їхнього впливу на міський мікроклімат та аналіз того, як зміна клімату може позначитися на функціонуванні самих озелених дахів. Англійська стаття «Rainwater management by “green” roofs on the example of trade-business centre “Perekhrestia”, Dnipro city» українських авторів Глущенко Р.О. та Ткаченко Т.М. [7] розповідає про проблеми зі стічними водами та вирішує цю проблему шляхом розробки проекту зеленої покрівлі на даху торговельно-ділового комплексу «Перехрестя» в м. Дніпро. У статті «Досвід та переваги застосування зелених дахів як елементу зеленої інфраструктури» Гречко А.А. [8] окреслено екологічний підхід до дослідження зелених покрівель. Підкреслюється, що впровадження технології зелених покрівель у різних країнах має свої особливості, проте існують і спільні принципи. Зокрема, для озеленення дахів слід використовувати місцеві види рослин, які найкраще адаптовані до кліматичних умов конкретного регіону.

Таким чином, аналіз літератури підтверджує актуальність теми зелених покрівель в умовах інтенсивної урбанізації та потреби сталого розвитку міського середовища.

Мета дослідження полягає у визначенні особливостей використання зелених покрівель для житлової забудови.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати міжнародний та український досвід використання зелених покрівель для житлової забудови.

2. Визначити архітектурно-просторові особливості організації житлової забудови з урахуванням конструктивних і технологічних рішень зелених покрівель.

3. Розкрити потенціал зелених покрівель у підвищенні енергоефективності, екологічності та якості життя в міському середовищі.

4. Розробити концепцію проектного рішення житлового кварталу із застосуванням сучасних технологій зелених покрівель.

Об'єкт дослідження: житлова забудова.

Предмет дослідження: Архітектурно-просторова організація житлової забудови з використанням технологій зелених покрівель.

Методи дослідження. Для загального дослідження зелених покрівель в контексті житлової забудови використовується *метод порівняльного аналізу*. За його допомогою було досліджено зарубіжні містобудівні рішення, що дало змогу адаптувати їхній досвід задля отримання найбільш ефективного результату. *Метод структурного аналізу* було використано для дослідження окремих елементів, таких як енергоефективність, екологічність, гідро- та теплоізоляція, що їх забезпечують зелені дахи. *Методи структурно-функціонального моделювання та графічного моделювання* дають змогу розробити концепцію власного проекту.

Наукова новизна проведеного дослідження полягає у формуванні концепції інтеграції зелених покрівель у систему міських екологічних зв'язків як елементів зеленої інфраструктури. Уперше запропоновано принципи просторової організації таких елементів з урахуванням кліматичних особливостей України та сучасних вимог до сталого розвитку міста. Розроблено просторово-архітектурну модель поселення, де зелені дахи виступають не просто інструментом підвищення енергоефективності будівлі, а й пропонують сучасне екологічне вирішення в боротьбі з післявоєнним забрудненням та наслідками зменшення площ природних насаджень й антропогенного впливу на природне середовище.

Практична значущість отриманих результатів полягає у комплексному аналізі та обґрунтуванні доцільності впровадження зелених покрівель у структурі міського середовища, визначення принципів і засад формування таких покрівель в контексті житлової забудови. Результати роботи можуть бути використані при розробленні рекомендацій, нормативів і програм розвитку сталої архітектури в умовах щільної забудови.

Окреслені у дослідженні засади формування зеленої покрівлі можуть застосовуватись при проектуванні житлових комплексів в Україні, зокрема в умовах післявоєнної відбудови та необхідності впровадження принципів сталого розвитку в містобудівну практику. Запропоновані підходи сприяють підвищенню рівня енергоефективності будівель, що є важливою складовою гармонізації національних будівельних норм із європейськими стандартами та одним із ключових напрямів розвитку України.

Структура дослідження.

Магістерська робота складається із анотації, переліку умовних скорочень, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків, які складаються з рисунків, зображень, таблиць та документів щодо впровадження отриманих результатів.

Загальний обсяг роботи - 85 сторінок, що включають 50 сторінок основного тексту, 31 найменувань рисунків, 5 сторінок списку використаних джерел із 43 найменувань, - сторінок додатків.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Публікації у наукових фахових виданнях України

1. Іванченко К., Гнілоскурєнко М. (2025). Зелені дахи як інструмент сталого розвитку: аналіз досвіду України та світу. *Збірник наукових праць «Українська академія мистецтва»*. № 37. С. 7–13. DOI: <https://doi.org/10.32782/2411-3034-2025-37-1>

Інші публікації, матеріали конференцій та тези доповідей

1. Іванченко К. (2024). Закордонний досвід використання зеленої покрівлі в багатоповерхових будівлях: збірник матеріалів Тези доповіді IV Міжнародної науково-практичної конференції «Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві: до 150-річчя Олександра Вербицького», :збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., Київ (травень 2025 р.) / НАОМА [за ред. :К. М. Міхеєнко]. – Київ, 2025. С.89-90

РОЗДІЛ І

Досвід застосування зелених покрівель в умовах міської житлової забудови.

1.1 Значення зелених покрівель в архітектурі.

Зелені покрівлі – це частково або повністю засаджені рослинами дахи будівель. Вони широко застосовуються в країнах Скандинавії та поступово набувають популярності в інших регіонах. Такі дахи доцільно використовувати як у холодному, так і в теплом кліматі, оскільки вони забезпечують додаткову теплоізоляцію, що сприяє збереженню тепла в приміщеннях при низькій температурі повітря та запобігає перегріванню будівель у спеку. Крім того, зелені покрівлі здатні ефективно акумулювати дощову воду, що знижує навантаження на дренажну систему й підвищує ефективність використання прісної води для потреб міста. Вони також позитивно впливають на екологічну та соціальну складові середовища, покращуючи міський мікроклімат та підвищуючи естетичні якості забудови.

Історично, зелені покрівлі з'явилися дуже давно: одним із найвідоміших прикладів першого озеленення покрівель вважають Сади Семіраміди, які поєднували архітектуру та рослинність у багаторівневих терасах. І, хоч факт їхнього існування досі науково не підтверджений, ці сади є хронологічно першою згадкою зелених покрівель та терас.

Дуже популярним було використання зелених покрівель у стародавній Скандинавії. Багато тамтешніх будинків мали покрівлі із ґрунтом і рослинами (злаковими травами чи мохами). Також подібні конструкції були поширені у Східній Європі – шар ґрунту з рослинністю зберігав тепло взимку та захищав від спеки влітку. Елементи такого підходу можна простежити й в українській традиційній архітектурі: солом'яні чи очеретяні дахи сільських хат обростали мохами та травою, створюючи природне озеленення й додаткову тепло- та звукоізоляцію.

Сучасні технології висадки рослин з'явилися в Німеччині в 1960-ті, що призвело до масового впровадження зелених покрівель по всій країні. Це зробило Німеччину однією з провідних країн в сфері сталого розвитку та енергоефективності.

В сучасній типології існує два основні типи зелених покрівель – екстенсивна та інтенсивна. Вони відрізняються конструкцією, способом проектування, товщиною, переліком застосовуваних рослин, функцією та зовнішнім виглядом, але однаково ефективно виконують своє завдання.

Екстенсивні покрівлі мають тонший шар ґрунту (7-15 см), через що створюють менше навантаження на несучі конструкції будівлі і можуть бути додані до споруди в процесі будівництва, реконструкції чи модернізації. Такі покрівлі потребують меншого людського ресурсу для догляду за рослинами, адже для них використовуються лише мохи та трави. Хоч через це й створюється обмеження у дизайні ландшафтної композиції на покрівлі, та простота монтажу і відносно низька вартість можуть переважити цей недолік для деяких проєктів. Наприклад, екстенсивні покрівлі добре підходять для застосування на паркінгах, гаражах, промислових спорудах та житлових будинках [9].

Інтенсивна покрівля, навпаки, більш масивна і потребує закладення в проєктні розрахунки заздалегідь. Товщина ґрунту на таких покрівлях може сягати 1.2-1.5м, що забезпечує широкий вибір рослин для висадки: від квітів, трав, чагарників до карликових дерев. Такий тип покрівлі дає змогу створити унікальні ландшафтні композиції із рекреаційними зонами, парками чи навіть майданчиками для активного відпочинку чи вирощування їстівних рослин прямо на даху. Інтенсивна покрівля підходить для використання на торгових комплексах, офісних центрах та житлових будинках, що створить зони відпочинку для відвідувачів, працівників та мешканців, але цей тип покрівлі має один значний недолік – його ціна [9].

Станом на зараз, зелена архітектура, до якої входять технології зелених покрівель, спирається на такі методи та системи сертифікації як BREEAM

(Building Research Establishment Environmental Assessment Method) та LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Вони визначають стандарти та допомагають оцінити влучність використання тих чи інших методів проєктування.

BREEAM – це найбільш відомий та широко вживаний метод оцінки а класифікації енергетичної ефективності будівлі. Метод був розроблений в 1990 році британською компанією BRE Global і швидко набув світового визнання. Архітектори та прилеглі спеціальності по всьому світу покладаються на BREEAM в допомозі досягнення бажаного рівня енергоефективності будівлі та дотримання засад сталого розвитку. Оцінювання за системою BREEAM базується на визначених показниках ефективності, які порівнюються з усталеними нормативними орієнтирами. На цій основі аналізуються характеристики будівлі, її проєктні рішення, процес будівництва та особливості подальшої експлуатації. Показники охоплюють широкий спектр категорій — від енергоефективності до екологічних аспектів. Кожен розділ зосереджується на ключових факторах впливу: скороченні викидів вуглецю, мінімізації екологічного сліду, адаптації будівлі до змін клімату, підвищенні екологічної цінності території та збереженні біорізноманіття [10].

Впровадження принципів сталості на ранніх етапах проєктування відповідно до вимог BREEAM дає змогу знизити витрати протягом життєвого циклу будівлі, підвищити її ринкову вартість, покращити комфорт і здоров'я користувачів, зміцнити корпоративний імідж та відповідність стандартам соціальної відповідальності, а також зменшити ризики, пов'язані з експлуатацією об'єкта.

BREEAM пропонує комплексну систему оцінювання сталості, яка визначає рівень сталого розвитку за низкою критеріїв і підтверджує результати незалежною сертифікацією. Основні категорії оцінювання BREEAM включають: управління (Management), вода (Water), енергія (Energy), транспорт (Transport), здоров'я та добробут користувачів (Health & wellbeing), ресурси (Resources),

стійкість та адаптивність (Resilience), землекористування та екологія (Land use & ecology), забруднення (Pollution), матеріали (Materials), відходи (Waste) та інновації (Innovation) [10]. Система BREEAM передбачає кілька рівнів оцінювання: від Acceptable до Pass, Good, Very Good, Excellent та найвищого рівня — Outstanding. Чим вище оцінка тим краще будівля відповідає екологічним та соціальним стандартам.

LEED – один з двох найбільш поширених методів сертифікації екологічного будівництва [11]. Цей метод був розробленим в США у 1998 році та так само успішно набув всесвітнього визнання поза межами штатів. Організація U.S. Green Building Council розробила LEED з метою створення системи оцінювання на всіх етапах створення та експлуатації екологічних будівель та їхніх околиць. LEED є комплексною системою оцінювання сталості. Як методологічна рамка, вона охоплює всі ключові аспекти — від енерго- та водоспоживання до вибору матеріалів, поводження з відходами та забезпечення якості внутрішнього середовища. Оцінювання здійснюється за низкою кредитних категорій, специфічних для кожної системи рейтингу. Щоб отримати сертифікацію LEED, проєкт повинен спершу виконати всі обов'язкові вимоги, а потім набрати необхідну кількість балів, виконуючи умови окремих кредитів. Після перевірки та рецензування GBCI (Green Business Certification Inc.) проєкт отримує відповідний рівень сертифікації LEED: Certified, Silver, Gold або Platinum [11].

В Україні сертифікація LEED є популярною та застосовується для промислових об'єктів та офісів. Сертифікація передбачає проєктування відповідно до сімейства стандартів ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), що має більш жорсткі вимоги у порівнянні з сертифікацією BREEAM, що враховує локальні стандарти та будівельні норми. В Україні за стандартом LEED були сертифіковані наступні офісні будівлі: SHELL Kiev Office – GOLD (2013 р.), NOX Kyiv – SILVER (2014 р.), Unit.CITY (корпус В.12 та В9В10 Group Project) – Silver (2019 р. та 2020 р. відповідно) [12].

Використання зелених покрівель в житловій забудові вирішує ряд екологічних, енергетичних та соціальних проблемам, які особливо гостро відчуються сьогодні. Поряд із цим, саме такі покрівлі забезпечують вирішення завдань щодо підвищення енергоефективності будівель і зменшення негативного впливу міського середовища на екологію. Технології зелених покрівель надають засоби, здатні запобігти перегріванню та тепловтратам будівель, що значно зменшує навантаження на енергосистему, адже витрати на обігрів і кондиціонування стають мінімальними. Системи збору дощової води, встановлення сонячних панелей та можливість вирощування лікарських трав і продуктів харчування стають додатковими перевагами при застосуванні зелених покрівель.

1.2 Стан дослідженості питання в літературі.

Формування та розвиток зелених покрівель ґрунтується на широкому спектрі наукових праць і практичних досліджень, що дозволяє окреслити їх ключові принципи, функції та підходи до інтеграції у міське середовище. У сучасній архітектурі зелені дахи розглядаються як важливий елемент екологічної інфраструктури, адже вони сприяють підвищенню енергоефективності будівель, покращенню мікроклімату, раціональному використанню територій та зменшенню антропогенного навантаження. Узагальнення існуючих досліджень створює підґрунтя для подальшого розвитку практик впровадження зелених покрівель та формування системного підходу до їх проектування.

Серед найбільш відомої літератури про дослідження зеленої архітектури та її впливу на екологію, варто зазначити Susan K. Weiler та Katrin Scholz-Barth з їхньою роботою «Green roof systems: a guide to the planning, design and construction of landscapes over structure» [1]. У цьому виданні комплексно проаналізовано екологічні, економічні та соціальні переваги зелених покрівель, зокрема їхню здатність зменшувати теплові острови, покращувати якість повітря та підтримувати міське біорізноманіття. Авторки також детально розглядають питання вибору конструктивних рішень, типологію зелених дахів та специфіку

їх експлуатації в різних кліматичних умовах. У книзі, окрім великої кількості наочних ілюстрацій, також надано багато схем розрізів різних типів конструкцій зелених покрівель. Також окрема увага приділена ролі зелених покрівель у пом'якшенні наслідків змін клімату, зокрема оптимізації водного балансу та підвищенню стійкості міської інфраструктури. Робота є фундаментальним джерелом інформації, оскільки поєднує теоретичні напрацювання з практичними рекомендаціями щодо впровадження стійких покрівельних систем.

Також слід відмітити книгу «Green building illustrated» авторів Francis D. K. Ching, Ian M. Shapiro [2], у якій детально розглянуто технічні принципи сталого будівництва, зокрема конструктивні рішення та технологічні особливості облаштування зелених покрівель. Видання містить наочні схеми, що дають можливість зрозуміти послідовність формування покрівельного пирога, вимоги до гідроізоляції, дренажу та вибору рослинності. Окрім цього, автори акцентують увагу на інтеграції зелених дахів у загальну енергоефективність будівлі, підкреслюючи їхній внесок у зменшення тепловтрат та покращення мікроклімату. Книга є цінним ресурсом для архітекторів і проєктувальників, оскільки поєднує теоретичні положення з практичними рекомендаціями щодо впровадження таких систем у сучасній забудові.

Крім цього, у книзі «Contemporary architecture in China. Green architecture» авторки Weiju Yang [3] на прикладі двадцяти двох реалізованих об'єктів розглянуто технічні, конструктивні та архітектурні аспекти проєктування зеленої архітектури та особливості її практичного застосування у сучасному міському середовищі. Видання демонструє широкий спектр підходів: від використання зелених покрівель та вертикального озеленення до інтеграції природних елементів у комплексні будівельні системи. Авторка аналізує вплив таких рішень на екологічну ефективність будівель, їх взаємодію з ландшафтом, а також адаптацію проєктних стратегій до специфіки щільної міської забудови Китаю. У книзі надано велику кількість ілюстрацій: візуалізації, реальні фото, плани, фасади, розрізи та генплани, це дає змогу не тільки оцінити зовнішній

вигляд будівлі, а й ґрунтовно розібратись як вона влаштована з конструктивної точки зору. Також до деяких проєктів додані їхні перші концепції, де можна прослідкувати як початкова ідея розвинулась в те, що ми можемо бачити зараз.

Також у посібнику «The basis of sustainable design» автора Steven V. Szokolay [4] подано ґрунтовну технічну інформацію щодо ключових стратегій сталого проєктування. У виданні детально розглядаються питання теплопровідності огорожувальних конструкцій, параметри інсоляції, особливості роботи енергосистем, природної та механічної вентиляції, а також формування комфортного мікроклімату в будівлях. Автор послідовно пояснює принципи, які лежать в основі енергоефективного проєктування, пропонуючи практичні методи їх застосування у сучасній архітектурі. Цей посібник є важливим теоретичним підґрунтям для розуміння екологічних аспектів, що впливають на ефективність зелених покрівель та інших елементів сталої архітектури.

Серед україномовної літератури варто зазначити статтю «Зелені дахи в сучасному благоустрої міст» авторства Гнатюк Л.Р. та Нестерук І.І. [5], де авторки аналізують можливості впровадження таких систем у щільно забудованих містах України, зокрема їхній вплив на зниження температури в міських умовах, покращення екологічного стану та підвищення енергоефективності будівель.

Також актуальною є стаття Рибак О. та Пацевої І. «Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах» [6]. У тексті узагальнено сучасний стан досліджень щодо використання зелених покрівель як одного з ефективних інструментів адаптації міського середовища до кліматичних змін у помірних широтах. Авторки окреслюють напрями, які потребують подальшого наукового опрацювання, зокрема кількісне оцінювання їхнього впливу на міський мікроклімат та аналіз того, як зміна клімату може позначитися на функціонуванні самих озеленених дахів. Окрему увагу приділено ефективності зелених покрівель у контексті як сучасних кліматичних умов, так і

прогнозованих сценаріїв майбутнього, з акцентом на їхній здатності зменшувати тепловий стрес у містах.

Англомовна стаття «Rainwater management by “green” roofs on the example of trade-business centre “Perekhrestia”, Dnipro city» українських авторів Глущенко Р.О. та Ткаченко Т.М. [7] розповідає про проблеми зі стічними водами та вирішує цю проблему шляхом розробки проєкту зеленої покрівлі на даху торговельно-ділового комплексу «Перехрестя» в м. Дніпро. Для цього автори обрали систему «Сад на даху» від компанії Зінко-Україна, яка забезпечує утримання до 50% дощових вод на зелених зонах. Для збору та подальшого використання води з пішохідних ділянок передбачили встановлення накопичувальних баків, вода з яких може застосовуватися для поливу зелених зон або для санітарних потреб.

У статті «Досвід та переваги застосування зелених дахів як елементу зеленої інфраструктури» Гречко А.А. [8] окреслено екологічний підхід до дослідження зелених покрівель. Підкреслюється, що впровадження технології зелених покрівель у різних країнах має свої особливості, проте існують і спільні принципи. Зокрема, для озеленення дахів слід використовувати місцеві види рослин, які найкраще адаптовані до кліматичних умов конкретного регіону. Крім того, ефективна реалізація таких проєктів потребує законодавчого та нормативного підґрунтя, яке стимулює розвиток цієї технології. У статті зазначено, що, враховуючи численні екологічні, енергетичні та соціальні переваги зелених покрівель, їхнє впровадження є актуальним і необхідним заходом для адаптації міст до змін клімату та підвищення стійкості урбанізованого середовища.

Таким чином, аналіз літератури підтверджує актуальність теми зелених покрівель в умовах інтенсивної урбанізації та потреби сталого розвитку міського середовища. Зелені покрівлі розглядаються як важливий елемент екологічної інфраструктури, що сприяє покращенню мікроклімату, зниженню теплового навантаження на будівлі та раціональному використанню дощової води. У наукових роботах досліджується як вплив конструктивних рішень та типів

рослинності на ефективність утримання та використання дощової води, так і оптимізація шарів покрівельного пирога для підвищення енергоефективності та стійкості будівель.

1.3 Світовий досвід проєктування та будівництва житлової забудови з використанням технологій зелених покрівель.

Сучасні тенденції розвитку екологічної архітектури та формування засад сталого розвитку все більше спонукає країни використовувати зелені покрівлі в своїй житловій архітектурі. Європа є безпосереднім лідером в цій галузі, але такі покрівлі швидко набувають популярності і в решті світу. Одними з провідних країн в використанні технологій зелених покрівель є Нідерланди, Данія, Німеччина, США, Китай та Сінгапур. Наприклад у столиці Данії, місті Копенгаген, у 2010 році було запроваджено політику, що робить обов'язковим облаштування зелених покрівель на нових муніципальних будівлях у разі, якщо кут нахилу даху менший за 30 градусів. Ця політика поширюється на всі типи будівель від велопарковок, шкіл та будівель змішаного призначення до підземних гаражів. Метою політики є підвищення кліматичної стійкості, збереження міського біорізноманіття та покращення добробуту мешканців Копенгагена, завдяки перевагам, які можуть забезпечувати зелені дахи, зокрема утриманню дощової води та поглинанню тепла [13].

Чудовим прикладом такої будівлі стане The Mountain архітектурної фірми BIG (Bjarke Ingels Group) (Рис.1.1), спроектована у 2008 році та розташована у м. Копенгаген, Данія [14]. Будівля терасного типу, що дає можливість запроектувати зелені дахи на плоских покрівлях. На першому поверсі розташовано наземний паркінг, закритий навісним фасадом із зображенням гори Еверест, завдяки чому будівля і отримала свою назву. Над паркінгом розташовано 11 поверхів житлової забудови, розміщеної каскадом одна на одній. Такий вибір архітектурної пластики залишає достатньо простору для створення затишних терас для відпочинку (Рис.1.2).



Рис. 1.1 The Mountain [14]



Рис. 1.2 Приватні тераси ЖК The Mountain [14]

Сади на даху облаштовано з екологічних матеріалів: деревини, трав та плющів. Кожен окремий сад закритий парапетами, що створює приватний простір і продовжує квартиру на вулицю. На краю терас розташовані горщики з ґрунтом і рослинами, які створюють спільний діагональний ритм озеленення від першого до останнього поверху. Уся дощова вода збирається в центральному резервуарі та використовується для поливу рослин в посушливий період. Південний фасад, створений із терас, засаджених більш ніж 20 видами рослин, що квітнуть в різний період протягом року, створює постійну динаміку будівлі, забезпечуючи естетичну функцію.

Ще одним проєктом BIG, вартим уваги, є 79 & Park Residences у місті Стокгольм, Швеція (Рис.1.3) [15]. Житловий комплекс був спроектований і реалізований в 2018 році та розташований на схилі на краю національного парку Гардет у Стокгольмі. Будівля задумана як житловий каскад, що поєднує затишок замиського дому з перевагами міського життя: у квартирах є приватні відкриті садки, а пентхауси відкривають чудові види на місто та парк. Будівля створює 169 унікальних сучасних помешкань, що складаються з модулів розміром 3,6×3,6 м, із просторими терасами та відкритими зонами, водночас гармонійно вписуючись у національний парк, сусідні будівлі та поруч розташований королівський порт Фріхамнен.

Найвища частина будівлі піднята до 35 м, щоб максимально забезпечити природне освітлення та відкриті види на парк і порт для більшості квартир. Модулі каскадно спускаються до найнижчої частини будівлі на висоті 7 м, поступово розширюючи дерев'яну забудову в напрямку парку. Через каскадну архітектуру з'являється можливість облаштувати зони відпочинку на покрівлях модулів. Усі житлові приміщення в будівлі мають доступ до приватних і спільних дахових терас (Рис.1.4). Террасований ландшафт включає різноманітні рослини: витривалі багаторічники, дерева та кущі, які створюють зелену атмосферу протягом різних сезонів у скандинавському кліматі.

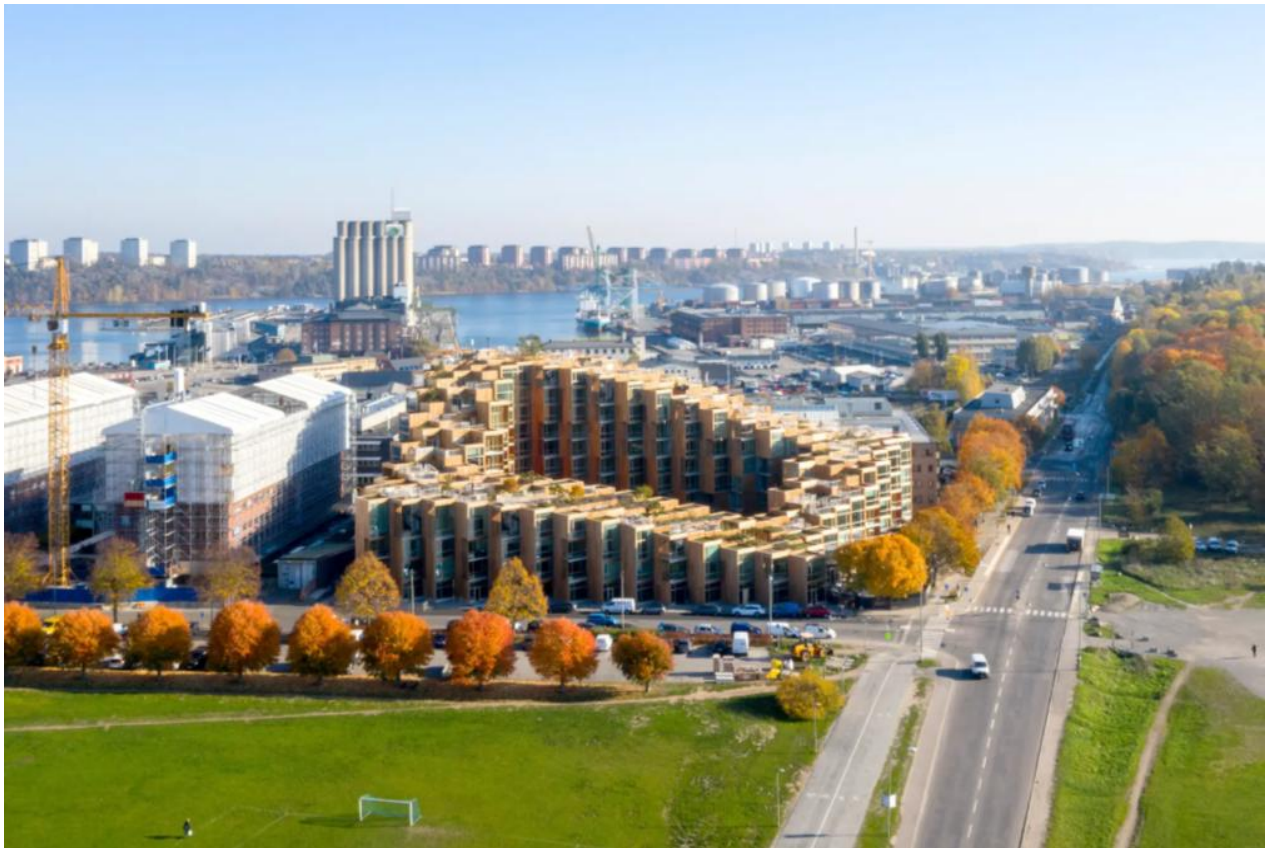


Рис. 1.4 Приватні тераси ЖК 79 & Park Residences [15]



Рис. 1.5 Ellinikon Park Rise [16]

BIG мають багато чудових прикладів житлової забудови із зеленими покрівлями, наступним з яких є Ellinikon Park Rise у передмісті Афін, столиці Греції (Рис.1.5) [16].

Будівля була запроєктована в 2021 році і досі будується. Головна ідея житлового комплексу – вигляд на море з одного боку та на гори з іншого. На відміну від стандартних каскадних будівель, Ellinikon Park Rise має цікавий ритм фасадів та тераси, накриті консолями вищих поверхів. Скруглений увігнутий фасад будівлі переосмислює класичну грецьку колону, водночас надаючи споруді м'яку та органічну геометрію. На першому поверсі фасад відступає, відкриваючи спільний сад, який продовжує простір великого Metropolitan Park і створює приватну відкриту рекреаційну зону для мешканців.

Для забезпечення тіні та формування атмосфери спільності серед мешканців, павільйон інтегрує дитячий майданчик, просторі зони відпочинку та барбекю, а також створює основу для встановлення сонячних панелей, які забезпечують житлові приміщення Park Rise відновлюваною енергією. Проект було розроблено з метою отримання рівня сертифікації Gold в системі оцінювання LEED.

Гарним прикладом більш зеленої житлової архітектури є King Toronto Residences, спроєктована BIG (Рис.1.6) [17]. Будівля розташована у місті Торонто, Канада, та, хоч і була розроблена в 2015 році, досі будується. Житловий комплекс розташований у перехідній зоні Торонто, між висотними вежами Центрального ділового району на сході та малоповерховими кварталами на північному заході. Будівля знаходиться на перетині трьох міських парків 20-го століття і організована за принципом традиційного периметрального кварталу з публічним парком та площею в центрі. На території розташовані кілька історичних будівель, які King Toronto обрамляє, створюючи нову органічну композицію.



Puc. 1.5 Ellinikon Park Rise [16]



Puc. 1.6 King Toronto Residences [17]

Кожен житловий блок має розмір кімнати і повернутий на 45 градусів від вуличної сітки для покращення доступу світла та повітря. Отриманий об'єм формує альтернативу поширеній у Торонто типології «вежа на подіумі». Особливу увагу приділено зеленим покрівлям та терасам, які забезпечують додаткові простори для відпочинку та сприяють екологічній стабільності будівлі. Фасади частково вкриті плющем, що не лише покращує мікроклімат і теплоізоляцію, а й формує більш природний і привабливий вигляд споруди в міському середовищі.

Повертаючись до Європи, не можливо не згадати зелений квартал у місті Штутгарт, Німеччина, він був спроектований як екологічна відповідь промисловому району, що розташовано поряд. Місто Штутгарт вважається зеленою столицею Європи: більше 50% площі міста займають зелені насадження, існуючий ліс, рекреація, агрокультури чи зелені покрівлі. Це різноманіття природних елементів суттєво підвищує якість життя та рівень комфорту мешканців. Водночас воно відіграє помітну роль у зменшенні забруднення повітря. Саме тому місто Штутгарт активно інвестує у розвиток зеленої інфраструктури: висаджує нові дерева, формує екологічно цінні трав'яні та квіткові луки, покращує утримання парків і дитячих майданчиків, а також підтримує ініціативи «міського садівництва». Таким чином формується цілісна «зелена мережа», що поступово та виразно пронизує міський простір [18].

Розташований Штутгарт у котловині, м'який клімат, низькі швидкості вітру, значна промислова активність і високий транспортний трафік роблять місто особливо вразливим до погіршення якості повітря. Забудова на схилах долини обмежує природну циркуляцію повітря, що посилювало проблему забруднення та сприяло формуванню ефекту міського теплового острова. Для детального аналізу цих процесів було розроблено «Кліматичний атлас» регіону Штутгарт, у якому відображено розподіл температури та рух холодних повітряних мас відповідно до топографії та характеру землекористування. На основі отриманих даних були запропоновані зонування та містобудівні регуляції, спрямовані,

зокрема, на збереження й розширення відкритих просторів у щільно забудованих районах.

Для підвищення стійкості до спекотних літ і частіших теплових хвиль у місті було впроваджено додаткові адаптаційні заходи: зелені дахи, озеленення трамвайних колій і фасадів будівель, формування тіньових фасадів за рахунок вуличних дерев, а також модернізація дрібних громадських просторів у так звані «прохолодні точки». Сукупність цих заходів посприяє зменшенню ефекту теплового острова, інтенсивність якого зростає через підвищення температури влітку та частіші екстремальні хвилі спеки. Збережені вентиляційні коридори та розширені зелені зони також покращують якість міського повітря, забезпечуючи розсіювання й зниження концентрації забруднювальних речовин [19].

Не останню роль в цій системі відіграли екстенсивні зелені покрівлі, що покривають більше половини житлових і офісних будівель міста (Рис.1.7). Покрівлі успішно акумулюють до 70% дощової води та розподіляють її в міську систему, що значно зменшує навантаження на каналізацію і дренажні системи. Окрім водного регулювання, покрівлі стали чудовою теплоізоляцією для захисту будівель від переохолодження взимку та перегріву влітку, що, окрім екологічної цінності, також значно зменшує витрати електроенергії на обігрів та кондиціонування.

На відміну від попередніх прикладів, на покрівлях Штутгарта не влаштовано терас чи місць для відпочинку, однак вони так само виконують важливі функції в підтриманні мікроклімату міста та мають приємний оку вигляд.

Так само як і в зазначеному раніше Копенгагені, в німецькому місті Гамбург встановлення зелених покрівель закладено на законодавчому рівні. Згідно з «зеленим» покрівельним законом Гамбурга, щонайменше 70% нових будівель, а також наявні плоскі або пологі дахи, що проходять реконструкцію, повинні бути облаштовані зеленою покрівлею. Ця стратегія, затверджена у 2014 році, також передбачає запровадження обов'язкових сонячних зелених дахів для нових

будівель і об'єктів, що реконструюються після 2027 року, за умови відповідності певним технічним критеріям.

Метою «Зеленої покрівельної стратегії» Гамбурга є створення 100 гектарів зелених покрівель у межах міської агломерації. Наразі місто субсидує 30–60% вартості добровільного озеленення дахів, а в перспективі планує законодавчо запровадити обов'язкові зелені дахи та зелені фасади для всіх придатних будівель. У відповідь на виклики зміни клімату одним із стратегічних завдань Гамбурга є посилення озеленення міського середовища, включно з дахами. У цьому контексті Гамбург став першим містом Німеччини, що розробило комплексну стратегію впровадження зелених покрівель.

Додаткові переваги для власників будівель з зеленими дахами включають зниження витрат на технічне обслуговування завдяки збільшеному строку служби зеленої покрівлі, скорочення енергоспоживання завдяки покращенню теплоізоляції будівель, а також зменшення плати за відведення дощових стоків до 50% через здатність зелених дахів утримувати опади [20].

Хоча Азійські країни ще не повністю підхопили тенденції розвитку зеленої архітектури, та ці принципи вже розширюються і на схід. Найбільш яскравим прикладом застосування зелених покрівель в Азії виступає Сінгапур – країна, що дуже швидко розвивається і має інноваційні проєкти та підходи до вирішення конструктивних, екологічних та естетичних питань в архітектурі.

Одним з прикладів житлової забудови в Сінгапурі є ЖК SkyVille@Dawson архітектурної фірми WOHA (Рис.1.8) [21]. Спроектвана в 2012 році та реалізована в 2015 році, будівля отримала найвищу екологічну відзнаку Сінгапуру – Platinum Green Mark, оскільки в основі проєкту лежить стратегія мінімізації енергоспоживання без застосування складних високотехнологічних систем. Усі квартири спроектовані для повністю природної вентиляції: кожне приміщення, включно з ванними й кухнями, має власні вікна.

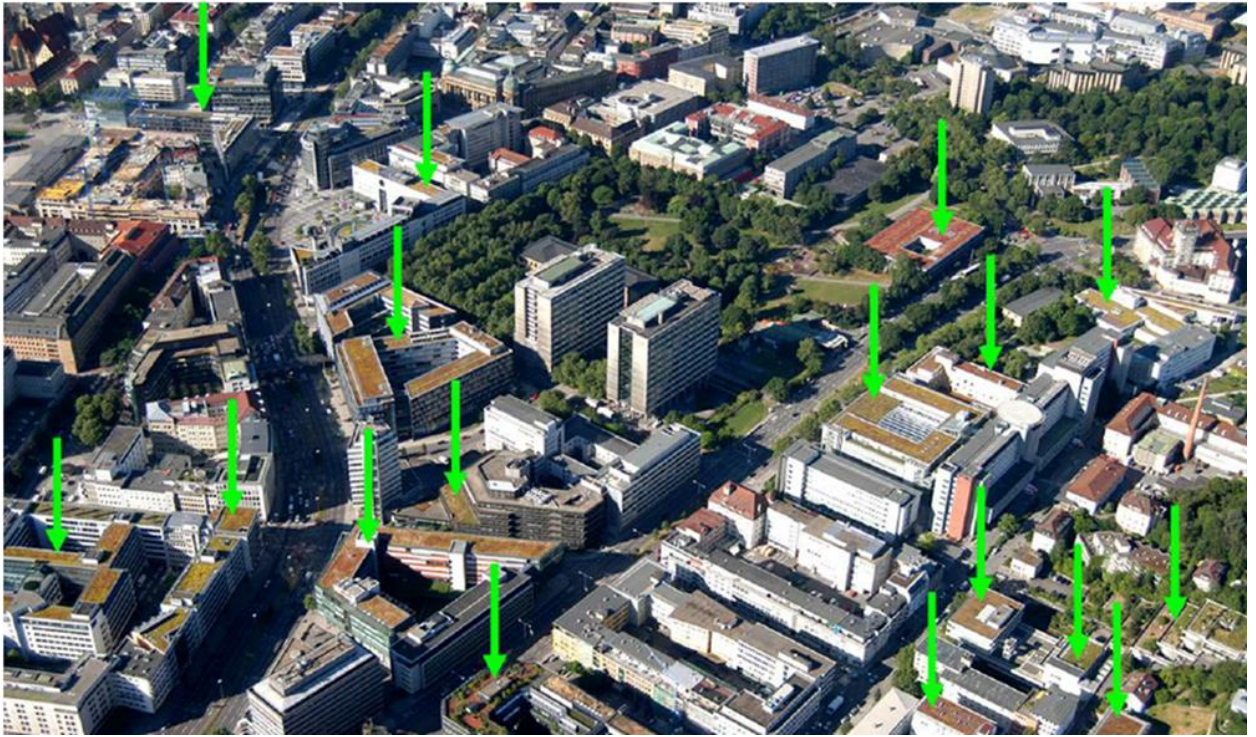


Рис. 1.7 Зелені дахи на будівлях в м. Штутгарт [19]



Рис. 1.8 ЖК SkyVille@Dawson [21]

Вітровий режим будівлі був оптимізований за допомогою моделювання на рівні блоків та окремих планувань, що дозволило забезпечити стабільний потік повітря навіть у щільній міській тканині.

Спільні простори – ліфтові холи, проходи, коридори не потребують кондиціонування, оскільки їхня орієнтація, прорізи та висотні розриви забезпечують постійний рух повітря та природне освітлення. Це значно знижує експлуатаційні витрати й робить будівлю економічно стійкішою.

Архітектура комплексу покладається на пасивні методи забезпечення термокомфورتу. Вертикальні та горизонтальні сонцезахисні елементи інтегровані в систему фасадів, захищаючи як стіни, так і вікна від перегріву. Усі віконні прорізи мають глибокі виноси та верхні відкидні панелі, які скеровують вітер на висоту сидіння, покращуючи продувність інтер'єру. Ці панелі також дають змогу тримати вікна відкритими навіть у період мусонів, коли дощ супроводжується сильним боковим вітром.

ЖК відзначається масштабним використанням дахових садів та терас, інтегрованих у житлову структуру. Концепція передбачає створення багаторівневої зеленої інфраструктури, де дахи виконують не тільки декоративну функцію, але й соціально-екологічну: основні зелені зони розташовані на дахах 6–12 поверхів, формуючи вертикальні сади та тераси для спільного користування мешканцями. Кожна тераса оздоблена місцевою флорою, трав'яними та кущовими насадженнями, що забезпечує біорізноманіття та привабливе середовище для відпочинку. Дахи слугують громадськими просторами, де мешканці можуть спільно проводити час, займатися садівництвом або відпочивати. Таке планування сприяє створенню комфортного середовища у вертикально щільній забудові.

Ще одним гарним прикладом в Сінгапурі є Kampung Admiralty, фірми WOHA (Рис.1.9) [22]. Реалізований в 2017 році, нетиповий будинок для літніх людей став незамінною частиною міста. Kampung Admiralty є першим у Сінгапурі інтегрованим громадським комплексом, який об'єднує різні публічні

функції та сервіси під одним дахом. Традиційний підхід передбачає, що кожна державна агенція виділяє власну ділянку землі, що призводить до зведення кількох окремих будівель. У цьому комплексі застосовано концепцію «однієї зупинки», яка максимально ефективно використовує земельну ділянку та слугує прототипом для задоволення потреб старіючого населення Сінгапуру. В межах цієї концепції створено «вертикальне поселення», де у нижньому шарі розташована Community Plaza, у середньому Медичний центр, у верхньому Community Park та житло для літніх людей.

Поєднання різних функцій у трьох шарах сприяє сумісності програм та різноманітності використання простору, водночас звільняючи наземний рівень для активностей та громадських зон. Близькість до медичних, соціальних, комерційних та інших сервісів підтримує спілкування різних вікових категорій.

У Kampung Admiralty значна увага приділена озелененню дахів та терас, що інтегруються у багаторівневу структуру комплексу. Зелені простори розташовані переважно на верхніх рівнях, включаючи Community Park та житлові тераси для літніх мешканців. Зелені покрівлі виконують екологічну функцію, зменшуючи ефект міського теплового острова, утримуючи дощову воду та підвищуючи теплоізоляцію будівлі. Вони також забезпечують біорізноманіття, створюючи середовище для рослин і дрібних тварин навіть у щільній міській забудові. Дахові садові тераси та Community Park слугують місцями відпочинку та спільних активностей для літніх мешканців, підтримуючи фізичну активність і соціальну взаємодію. Архітектурні елементи, такі як перголи та терасові огорожі, підсилюють комфорт мешканців і водночас сприяють ефективності мікроклімату на дахах.

Прикладом схожої архітектури в Україні виступає ЖК “White Lines”, від архітектурної фірми Archimatika (Рис.1.10). Проект знаходиться на стадії будівництва. ЖК являє собою три житлові будинки заввишки 24 поверхи, що об’єднані єдиною стилізованою частиною, яка має три рівні та формує підвищену громадську платформу.



Puc. 1.9 Kampung Admiralty [22]



Puc. 1.10 ЖК White Lines [23]

Всередині стилобату розміщено торговий центр, функціонально відокремлений від житлових об'єктів, що мінімізує акустичні та візуальні впливи комерції на житлові приміщення [23].

На покрівлі стилобату організовано інтенсивний зелений дах, який за просторовою структурою виконує роль внутрішнього двору або «піднятого парку». Тут передбачені рекреаційні та спортивні зони: дитячий майданчик, тренувальні майданчики та місця для відпочинку мешканців. В озелененні використовуються різні групи рослин: газон, злакові, листяні дерева та декоративні кущі, що забезпечують різні рівні насаджень та створюють більш насичений мікроландшафт. Загальна площа цього зеленого простору сягає приблизно 1 гектара, що є суттєвою рекреаційною складовою для житлового комплексу.

Конструкція інтенсивної зеленої покрівлі дозволяє формувати природне затінення та створює комфортний мікроклімат. Завдяки рослинності та ґрунтовому шару зменшується вплив перегріву у літній період, а також втрати тепла взимку, що позитивно позначається на енергоефективності будівлі та зменшує потребу в кондиціонуванні та опаленні. Таким чином, зелена покрівля не лише створює додатковий громадський простір, а й відіграє роль природної теплоізоляції та елемента кліматичної адаптації, сприяючи зниженню енергоспоживання і підвищенню екологічної якості міського середовища.

Попри наявність окремих реалізованих проєктів, українська практика впровадження зелених покрівель поки що не має системної державної підтримки чи регуляції, на відміну від більшості європейських країн, де такі рішення закріплені у містобудівних політиках, екологічних стратегіях та будівельних нормах. В Україні розвиток зеленої інфраструктури переважно ініціюється приватними фірмами або окремими архітектурними бюро, а не державними програмами, що стримує масштабування таких рішень у житловому будівництві. У цьому контексті подібні приклади закордонних проєктів є важливими прецедентами та демонструють потенціал подальшого впровадження зеленої

покрівлі як інструмента підвищення екологічної та енергоефективної якості міського середовища.

ВИСНОВКИ ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ

У першому розділі було проаналізовано значення зелених покрівель як одного з ключових елементів сучасної міської інфраструктури. Розглянуто різні типи зелених дахів та приклади їх реалізації у зарубіжних містах по всьому світу, що дозволяє оцінити їхній вплив на кліматичну стійкість, соціальні функції та архітектурну організацію простору.

Опрацьовано наукові публікації та нормативні документи, що дало змогу виділити основні функції та принципи конструктивного формування зелених покрівель. У результаті аналізу було виділено основні аспекти формування шарів екстенсивної та інтенсивної зелених покрівель, виокремлено їхні функції для забудови та середовища міста.

Розглянуто приклади проектування та реалізації житлової забудови з використанням технологій зелених покрівель у зарубіжних містах та Україні, що дало змогу простежити основні підходи до архітектурно-просторового формування об'єму будівлі та її організації. Було встановлено, що зелені покрівлі слугують не лише як засіб гідро- та теплоізоляції, а також безпосередньо впливають на рівень життя мешканців міста.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що зелені покрівлі та тераси є ефективним інструментом підвищення екологічної, соціальної та кліматичної стійкості міського середовища, сприяючи формуванню комфортної, здорової та функціонально різноманітної міської забудови.

РОЗДІЛ II

Функціонально-просторова організація житлової забудови середньої поверховості.

2.1 Етапи сталого розвитку та енергоефективності в організації зелених покрівель житлової забудови.

Організація зелених покрівель у житловій забудові повинна ґрунтуватися на сукупності принципів сталого розвитку та енергоефективності, що визначають характер архітектурних, конструктивних та інженерних рішень. Застосування таких принципів дозволяє забезпечити взаємозв'язок між екологічними, енергетичними та соціальними аспектами формування житлового середовища, розглядаючи зелену покрівлю як активний елемент енергетичної концепції будівлі.

На основі проведеного дослідження, етапи формування зелених покрівель в контексті сталого розвитку можна поділити на:

- кліматичну та природну доцільність;
- інтеграцію в містобудівний контекст;
- архітектурно-планувальний зв'язок;
- конструктивно-технологічну складову;
- ресурсоефективність.

Організацію зелених покрівель у житловій забудові варто розпочинати з урахування *кліматичної та природної доцільності*, яка суттєво впливає на ефективність функціонування зелених покрівель та їхній внесок у загальну енергоефективність будівлі. Природно-кліматичні фактори доцільно поділяти на макрокліматичні та мікрокліматичні.

До *макрокліматичних* факторів належать загальні кліматичні показники, характерні для певного регіону, зокрема температура зовнішнього повітря, рівень та інтенсивність сонячної радіації, кількість сонячних днів протягом року, напрямок і швидкість вітру, рівень атмосферних опадів [24]. Врахування цих показників на стадії проектування дозволяє оптимізувати конструктивні та

планувальні рішення зелених покрівель з метою зменшення тепловтрат у холодний період року та зниження ризику перегріву влітку.

Зелена покрівля, сформована з урахуванням кліматичних особливостей, виконує функцію додаткового теплоізоляційного шару, який стабілізує температурний режим покрівельних конструкцій. У зимовий період це сприяє зменшенню втрат тепла через покриття, а в літній — обмежує проникнення надмірної сонячної радіації у внутрішні приміщення. Таким чином, створюються передумови для скорочення енергоспоживання на опалення та кондиціонування житла (Рис. 2.1).

Важливим аспектом є також орієнтація будівлі та покрівельних поверхонь відносно сторін світу. Покрівлі з південною орієнтацією мають підвищений потенціал для поєднання зелених насаджень із сонячними панелями, що дозволяє інтегрувати зелені покрівлі в систему використання відновлювальних джерел енергії. Водночас рослинний покрив сприяє зниженню температури поверхні покрівлі та підвищує ефективність роботи таких систем [4].

До *мікрокліматичних* факторів належать умови безпосереднього оточення будівлі: наявність зелених насаджень, водойм, особливості рельєфу, рівень ґрунтових вод, щільність забудови. Взаємодія зелених покрівель із цими елементами формує сприятливий мікроклімат, зменшує вплив вітру, підвищує вологість повітря в посушливі періоди та сприяє очищенню повітря від пилу.

Поряд із природно-кліматичними важливе значення мають екологічні фактори, які доцільно поділяти на атмосферні, відновлювальні та біорізноманітні. Атмосферні фактори пов'язані зі зменшенням викидів вуглекислого газу та інших парникових газів, що відповідає сучасним міжнародним зобов'язанням у сфері боротьби зі зміною клімату. Зелені покрівлі сприяють поглинанню CO₂, покращенню якості повітря та зниженню рівня забруднення в міському середовищі.

Зелена покрівля

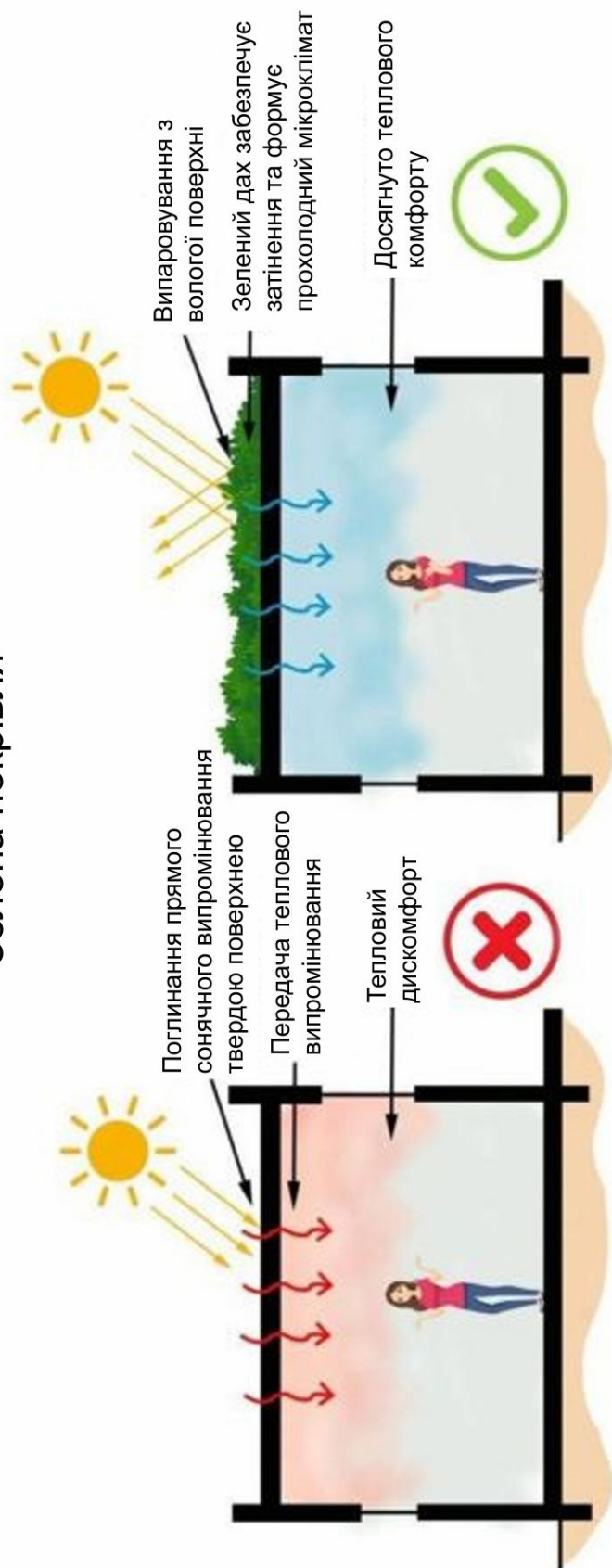


Рис. 2.1. Переваги зеленої покрівлі над звичайною. [25]

Відновлювальні екологічні фактори орієнтовані на раціональне використання природних ресурсів та інтеграцію відновлювальних джерел енергії у структуру будівель. Біорізноманітні фактори спрямовані на збереження та відновлення флори й фауни в межах міста.

Наступним важливим етапом є інтеграція будівлі з зеленою покрівлею в *містобудівний контекст* середовища. Її розміщення та характер використання мають узгоджуватися з функціональним призначенням території, щільністю та поверховістю забудови, а також із наявною мережею громадських і рекреаційних просторів.

Містобудівні умови визначають потенціал застосування зелених покрівель з точки зору площі, доступності та характеру експлуатації. У районах із високою щільністю забудови та обмеженими можливостями наземного озеленення зелені покрівлі можуть виконувати компенсуючу функцію, забезпечуючи додаткові рекреаційні простори для мешканців. У середовищі малоповерхової або квартальної забудови зелені покрівлі можуть формувати систему каскадних терас і озелених дахів, що візуально та функціонально поєднуються з внутрішньоквартальними дворами та пішохідними просторами [26].

Композиційна структура житлової забудови (вертикальна або горизонтальна) також впливає на можливості організації зелених покрівель. Будівлі вертикальної композиції, як правило, мають обмежені площі покрівель, проте дозволяють формувати озеленені тераси на різних рівнях. Горизонтальні або протяжні об'ємно-просторові структури характеризуються більшими площами покрівель, що створює передумови для влаштування розвинених зелених поверхонь та інтеграції з інженерними системами використання відновлювальних джерел енергії.

Архітектурно-планувальний зв'язок пов'язує організацію зеленої покрівлі безпосередньо із функціональним призначенням самої будівлі, її об'ємно-просторовою структурою та композиційними рішеннями. Зелені покрівлі розглядаються як активний елемент архітектурної композиції, що впливає на

формування образу будівлі та одночасно бере участь у забезпеченні її енергоефективності.

Функціональне наповнення житлової будівлі (кількість мешканців, типологія квартир, наявність громадських та комерційних приміщень) визначає характер використання покрівельних просторів. Інтенсивні зелені покрівлі можуть використовуватися як експлуатовані тераси, сади та громадські зони відпочинку, тоді як екстенсивні — виконувати переважно теплоізоляційну та екологічну функцію [1].

Наявність внутрішніх дворів або атриумів у структурі житлових будівель сприяє покращенню природного освітлення та вентиляції, зокрема в центральних частинах об'єму. Це дозволяє зменшити потребу в штучному освітленні та механічній вентиляції, а також створює сприятливі умови для формування озелених внутрішніх просторів, що можуть поєднуватися з зеленими покрівлями в єдину систему. Застосування терасування та каскадності як архітектурних прийомів забезпечує можливість формування дахів-садів і експлуатованих терас на різних рівнях будівлі. Такий підхід сприяє інтеграції об'єкта в рельєф, зменшенню його візуального впливу на навколишній ландшафт та створенню динамічного архітектурного образу. Одночасно терасовані об'єми формують зони затінення, що позитивно впливає на тепловий режим будівлі.

Не менш важливим є етап формування *конструктивно-типологічної складової* зелених покрівель, що забезпечує їхню надійність, довговічність та енергоефективність. Така покрівля розглядається як багат шарова конструкція, в якій кожен елемент виконує визначену функцію — несучу, теплоізоляційну, гідроізоляційну, дренажну та озеленувальну.

Основним є узгодження конструкції зеленої покрівлі з інженерними системами будівлі. Зелені покрівлі можуть поєднуватися з установками використання відновлювальних джерел енергії, зокрема сонячними колекторами або фотовольтаїчними панелями, підвищуючи загальну енергетичну ефективність житлового об'єкта.

Доцільним є також використання автоматизованих систем керування інженерним обладнанням, які забезпечують оптимальні режими роботи опалення, вентиляції, кондиціонування та освітлення з урахуванням фактичних умов експлуатації будівлі. Це дозволяє зменшити енергоспоживання без зниження рівня комфорту мешканців.

Зелені покрівлі в структурі житлової забудови доцільно розглядати як елемент, що сприяє раціональному використанню енергетичних, водних та матеріальних ресурсів. Пріоритетним напрямом *ресурсоефективності* є використання енергогенеруючих систем з відновлюваних джерел, інтегрованих у структуру будівлі. Покрівлі житлових будинків мають найбільший потенціал для розміщення таких систем, що робить зелені покрівлі важливою просторовою основою для впровадження відновлюваної енергетики.

Найбільш поширеним рішенням є застосування фотовольтаїчних систем, які забезпечують генерацію електроенергії шляхом перетворення енергії сонячного випромінювання у електричний струм без утворення викидів у процесі експлуатації. Поєднання сонячних панелей із зеленими покрівлями дозволяє одночасно зменшувати перегрів поверхні покрівлі та підвищувати ефективність роботи фотоелектричних модулів, що позитивно впливає на загальний енергетичний баланс будівлі.

Перспективним напрямом є також використання фотовольтаїчного скла, інтегрованого в огорожувальні конструкції та елементи покрівельних надбудов, що перетворює окремі частини оболонки будівлі на джерела генерації електроенергії [27]. Такі рішення поєднують естетичні якості з функцією виробництва енергії та сприяють підвищенню енергоефективності житлової забудови.

У районах з достатнім вітровим потенціалом можливе застосування малопотужних вітрогенераторів, інтегрованих у покрівельний простір або верхні частини будівель, що доповнює систему відновлюваного енергозабезпечення.

Сонячні колектори на зелених покрівлях дозволяють ефективно використовувати сонячну енергію для нагрівання води, що значно зменшує витрати на гаряче водопостачання житлових будівель. Колектори можуть інтегруватися безпосередньо на покрівельну поверхню або розташовуватися поруч із будівлею, при цьому підключення до системи водопостачання забезпечує пряме використання виробленої енергії для потреб мешканців. Поєднання зелених покрівель із сонячними колекторами дозволяє одночасно підвищувати енергоефективність, покращувати теплоізоляційні властивості даху та сприяти зниженню теплового навантаження на будівлю [28].

Таким чином, можна стверджувати, що організацію зелених покрівель у житловій забудові варто базувати на принципах сталого розвитку та енергоефективності, що охоплюють екологічний, містобудівний, архітектурно-планувальний, конструктивно-технологічний та енергетичний аспекти. Це дозволить органічно інтегрувати зелені покрівлі в міський простір та поєднати основні засади сталого розвитку з житловою забудовою. Такі рішення, як терасування, каскадність, наявність внутрішніх дворів та артикуляція фасадів дозволяють зменшити енергетичне навантаження на будівлі, покращити природне освітлення та вентиляцію, а також формують комфортне і естетично привабливе середовище для мешканців, а багатошарова структура покрівельних систем сприяє зменшенню тепловтрат і стабілізації мікроклімату будівлі. Ресурсоефективність зелених покрівель забезпечується інтеграцією відновлюваних джерел енергії та енергоефективних систем освітлення і керування, що дозволяє знижувати споживання енергетичних ресурсів і підвищувати автономність житлових будівель.

2.2 Особливості функціонально-просторової організації житлової забудови середньої поверховості.

Формування житлової забудови середньої поверховості відбувається на основі сукупності містобудівних підходів, які визначають принципи осмислення території, її просторової структури та функціонального наповнення. У сучасній

містобудівній науці ці підходи базуються на взаємозв'язку архітектурних, соціальних, екологічних, економічних та просторово-планувальних чинників, що у комплексі забезпечують формування комфортного та сталого житлового середовища. Особливістю житлової забудови середньої поверховості є її здатність поєднувати переваги щільної міської структури з людським масштабом середовища, що сприяє створенню сприятливих умов для проживання, соціальної взаємодії та рекреації. Така забудова найбільш ефективно функціонує в межах уже сформованої міської тканини, де важливим є не лише створення нових житлових об'єктів, а й їх інтеграція в існуючу просторову, транспортну та соціальну структуру міста [29].

Одним із ключових принципів організації житлової забудови середньої поверховості є інтеграційний підхід, що передбачає залучення території до активного міського життя через формування багаторівневої системи взаємозв'язків. Інтеграція реалізується на *комунікаційному, функціональному, просторово-візуальному та соціальному* рівнях [30].

Комунікаційна інтеграція передбачає створення розгалуженої мережі пішохідних, велосипедних і транспортних зв'язків, які забезпечують зручне сполучення житлових кварталів з об'єктами громадського обслуговування, рекреаційними зонами та центрами тяжіння міського життя. Формування різноманітних маршрутів підвищує доступність території, скорочує час пересування та сприяє активному використанню громадських просторів.

Функціональна інтеграція базується на принципі багатофункційності забудови. Важливу роль у цьому відіграє активний партерний рівень житлових будинків, у межах якого доцільно розміщувати об'єкти повсякденного обслуговування: магазини, заклади громадського харчування, приміщення для побутових послуг, коворкінги, дитячі студії тощо. Поєднання житлових і громадських функцій забезпечує життєздатність середовища протягом усього дня та формує умови для соціальної взаємодії мешканців.

Просторово-візуальна інтеграція полягає у забезпеченні співмасштабності нової забудови з навколишнім середовищем, дотриманні висотних параметрів, щільності та характеру силуету забудови. Житлова забудова середньої поверховості має формувати цілісну просторову композицію кварталів із чітко організованими внутрішніми дворами, напівприватними та громадськими просторами. Значну роль відіграє також використання озеленення як елемента, що пом'якшує сприйняття забудови, підвищує естетичну якість середовища та сприяє формуванню комфортного мікроклімату.

Соціальна інтеграція передбачає формування середовища, орієнтованого на потреби різних соціальних та вікових груп населення. Житлова забудова середньої поверховості має забезпечувати наявність просторів для спілкування, відпочинку, дитячих ігор, занять спортом, а також умов для інклюзивного користування територією. Важливим аспектом є поступове «вростання» нового житлового кварталу в міське середовище, формування локальної ідентичності та відчуття приналежності мешканців до місця [30].

Однією з ключових характеристик сучасних житлових утворень середньої поверховості є *багатоманітність* функціонального наповнення, що забезпечує формування повноцінного та життєздатного середовища. Практика містобудування свідчить, що найбільш успішними є житлові комплекси, у складі яких поєднуються житлові, громадські, рекреаційні та сервісні функції, оскільки мешканці потребують широкого спектра доступної інфраструктури для повсякденного життя (Рис. 2.2). Застосування принципу багатоманітності передбачає формування житлового середовища як цілісного комплексу, здатного не лише забезпечити мешканців необхідними об'єктами обслуговування, а й частково компенсувати дефіцит інфраструктури прилеглих територій. До основних прийомів реалізації цього принципу належать:

- формування широкого спектра сервісного обслуговування, що включає заклади харчування, об'єкти побутових послуг, дошкільні та освітні заклади, торговельні приміщення, місця збору побутових відходів, паркування

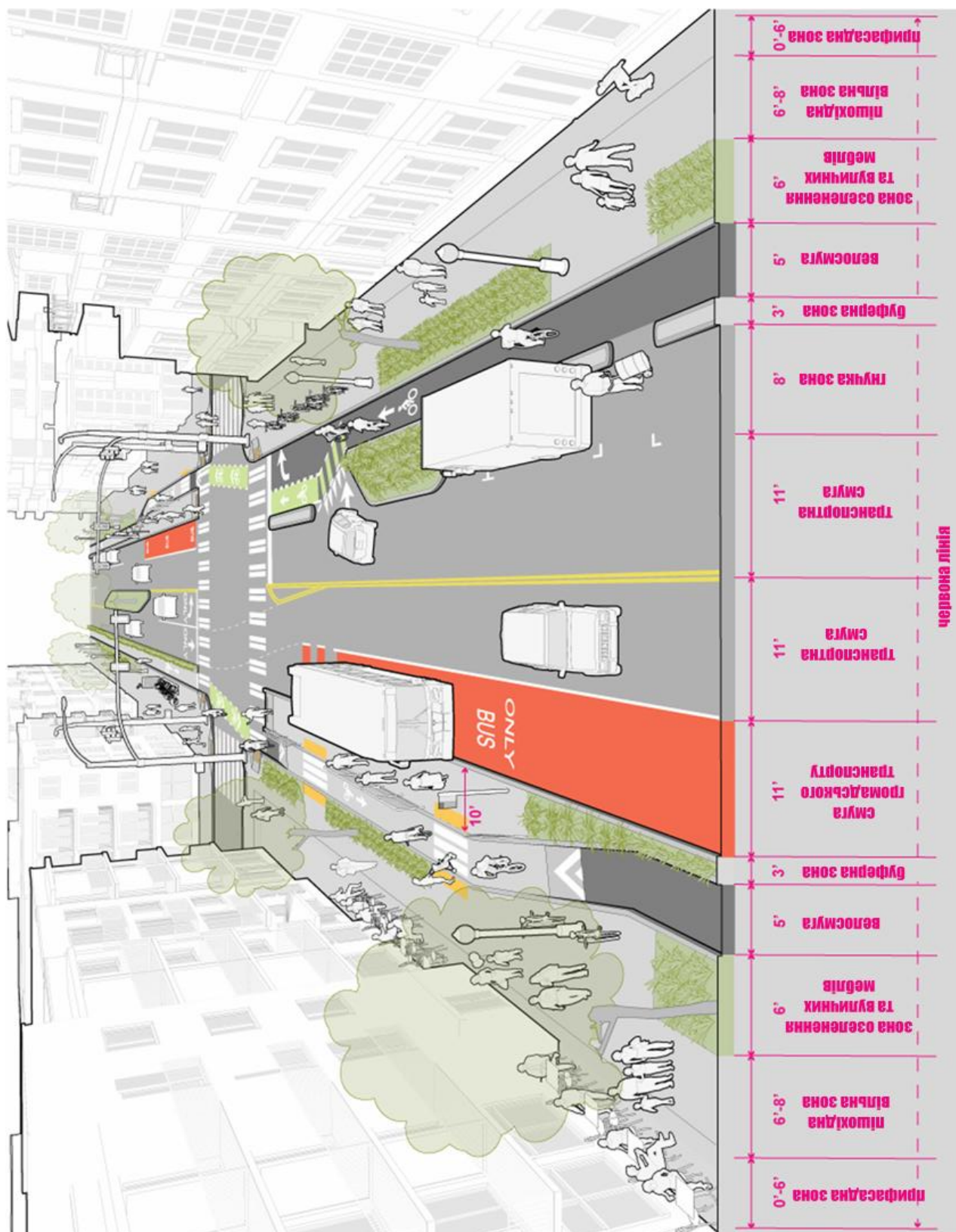


Рис. 2.2. Схеми функціональної організації вулиці, в якій поєднано житлові, громадські, рекреаційні та сервісні функції. [31]

автомобілів і велосипедів, а також простори для вигулу домашніх тварин. Наявність таких функцій суттєво підвищує комфорт проживання та є одним із визначальних факторів при виборі житла;

- інтеграція місць праці у структуру житлового середовища, що відповідає сучасним тенденціям поєднання процесів проживання, роботи та дозвілля. Розміщення офісних приміщень, коворкінгів, творчих студій та інших просторів для дистанційної роботи сприяє зменшенню маятникових міграцій, урізноманітнює функціональну структуру території та підвищує її інвестиційну привабливість;

- формування системи рекреаційних та громадських просторів, призначених для відпочинку, дозвілля та соціальної взаємодії. Особлива увага приділяється створенню просторів, інтегрованих у міську систему озеленення та рекреації, що забезпечує безперервність зеленого каркасу міста. Важливим є врахування потреб різних вікових і соціальних груп населення шляхом організації дитячих ігрових майданчиків, спортивних зон, місць тихого відпочинку, просторів для людей похилого віку та маломобільних груп населення, а також зон сусідської взаємодії [32].

Функції, що формують багатофункційне середовище, можуть мати різний радіус дії: від локального до районного та міського. Вибір набору функцій і їх ієрархія мають визначатися відповідно до стратегії розвитку території та потреб міста. Доцільним є поетапне впровадження забудови з пріоритетним формуванням громадських просторів, інфраструктурних об'єктів і ландшафтного середовища, що створює передумови для комфортного заселення житлових будинків у подальшому.

Квартальна забудова є однією з найбільш поширених форм організації житлового середовища середньої поверховості. Для неї характерна щільна забудова вздовж червоних ліній вулиць із формуванням чітко окреслених кварталів, у межах яких поєднуються житлові та громадські функції. Значна частка приміщень комерційного призначення, як правило, зосереджується на

перших поверхах будівель, що сприяє активізації вуличного простору та формуванню безперервного фронту громадської активності. Важливою особливістю квартальної забудови є чітке розмежування громадського простору вулиці та напівприватного або приватного простору внутрішніх дворів. Така структура забезпечує можливість формування комфортних дворів як місць відпочинку мешканців, дитячих ігрових та рекреаційних зон, водночас зберігаючи активність і жвавість міських вулиць. Квартальна забудова традиційно формує загальноміські центри, історичні житлові квартали та осередки ділової й культурної активності (Рис. 2.3).

В щільному міському середовищі в умовах дефіциту вільних земельних ділянок особливого значення набуває використання експлуатованих дахів як додаткового просторового ресурсу. Експлуатовані покрівлі можуть мати приватний характер (для мешканців будинку) або бути відкритими для широкого кола користувачів. На таких дахах доцільно влаштовувати простори для активного й тихого відпочинку, оглядові майданчики, відкриті робочі простори, зони барбекю, а також розміщувати зелені насадження, сади, кафе, заклади громадського харчування, культурні та подієві майданчики. Окрім соціальної функції, експлуатовані та зелені покрівлі можуть інтегрувати інженерно-технічні рішення, такі як сонячні панелі, елементи збору дощової води, міські ферми тощо, що підсилює екологічну складову житлової забудови [33].

Таким чином, квартальна забудова у поєднанні з активними першими поверхами, системою громадських просторів та використанням експлуатованих зелених покрівель формує цілісну, багатофункціональну та комфортну структуру житлової забудови середньої поверховості. У результаті така архітектура виступає як гнучка й адаптивна форма міського розвитку, здатна поєднувати житлові, громадські та рекреаційні функції, забезпечуючи передумови для сталого розвитку та високого рівня якості життя мешканців (Рис. 2.4).



Рис. 2.3. Схема формування кварталів житлової забудови середньої поверховості. [32]

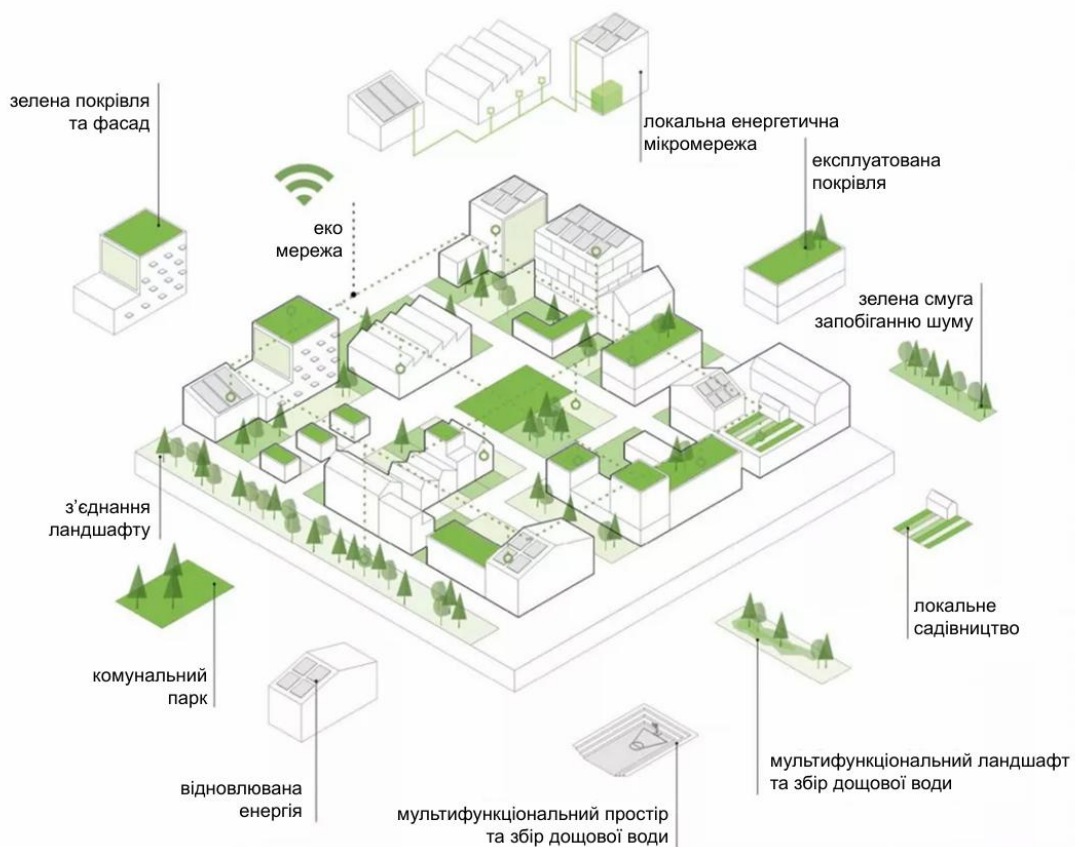


Рис. 2.4. Схема функціонування енергоефективного житлового району. [33]

2.3 Використання екологічних будівельних матеріалів та інтеграція зелених насаджень в структуру міської забудови.

В сучасних умовах сталого розвитку міст особливого значення набуває використання екологічних будівельних матеріалів у поєднанні з інтеграцією зелених насаджень у структуру житлової забудови. Такі підходи спрямовані на зменшення негативного впливу будівництва на навколишнє середовище, підвищення енергоефективності будівель та формування комфортного мікроклімату для мешканців міста. Використання матеріалів із низьким вуглецевим слідом разом із впровадженням зелених покрівель, терас та вертикального озеленення створює передумови для формування цілісного екологічно орієнтованого архітектурного середовища.

Ідеальним будівельним матеріалом в контексті сталого розвитку вважається матеріал, що не має негативного впливу на навколишнє середовище, а в ідеалі — забезпечує позитивний екологічний ефект. Водночас такі матеріали повинні характеризуватися можливістю багаторазового використання або повної переробки. Оскільки повністю нейтральні матеріали трапляються вкрай рідко, на практиці до екологічних відносять ті, що здатні істотно зменшувати негативні екологічні наслідки будівництва. Оцінка екологічності будівельних матеріалів повинна здійснюватися з урахуванням їх життєвого циклу — від видобутку сировини та виробництва до експлуатації, демонтажу й утилізації або повторного використання. На кожному з етапів матеріал не повинен створювати значного негативного впливу на довкілля, що відповідає принципам сталого розвитку у будівництві [34].

Зокрема, перспективними вважаються матеріали природного походження, такі як бамбук, солома, деревина та глина, а також композитні матеріали на основі вторинної сировини. Їх використання дозволяє зменшити залежність від енергоємних матеріалів, зокрема бетону, та скоротити загальний екологічний слід будівельних проєктів.

Серед сучасних рішень особливу увагу привертає використання масивної інженерної деревини (mass timber), яка являє собою групу конструктивних систем на основі великорозмірних дерев'яних панелей, колон і балок заводського виготовлення. Такі елементи застосовуються для формування міжповерхових перекриттів, покрівель та вертикальних несучих конструкцій, забезпечуючи поєднання високої міцності, відносно малої ваги та швидкості монтажу. Масивна деревина часто використовується в комбінації з іншими будівельними системами, зокрема з бетонними фундаментами, стилобатами та ядрами жорсткості, а також зі сталевими елементами у великопролітних конструкціях, що дозволяє досягати оптимальних техніко-економічних показників [35].

Однією з найбільш поширених різновидів масивної деревини є перехресно-клеєна деревина (Cross-Laminated Timber, CLT), яка складається з кількох шарів дошок, орієнтованих перпендикулярно один до одного та склеєних у суцільні конструктивні панелі (Рис. 2.5). Така структура забезпечує матеріалу високу міцність, жорсткість і стабільність форми, а також можливість роботи в двох напрямках. CLT-панелі застосовуються для зведення стін, перекриттів і покрівель та виготовляються в заводських умовах із високою точністю, що зменшує кількість відходів і скорочує терміни будівництва.

Використання масивної деревини та CLT у житловій забудові має суттєві екологічні переваги, оскільки деревина є відновлюваним ресурсом і здатна акумулювати вуглець протягом усього терміну експлуатації будівлі. Крім того, такі конструкції сприяють покращенню мікроклімату приміщень, забезпечують високі теплоізоляційні властивості та формують сприятливе психологічне сприйняття житлового середовища.

Також поширення набувають матеріали з вторинної сировини: перероблена сталь, пластик, скло та гума, які можуть застосовуватись у конструктивних елементах, огорожувальних конструкціях і оздобленні. Використання таких матеріалів сприяє скороченню кількості будівельних відходів та підтримує принципи циркулярної економіки [36].

Окрему групу становлять природні теплоізоляційні матеріали, зокрема солом'яні тюки, овеча вовна, пробка та рослинні поліуретанові піни, що забезпечують високі теплоізоляційні характеристики та сприяють стабілізації мікроклімату приміщень. Матеріали на основі ущільненої землі (rammed earth, compressed earth blocks) та глиняні вироби вирізняються значною тепловою інерцією, що дозволяє акумулювати тепло та знижувати потребу в активному опаленні й охолодженні [37].

Разом із тим традиційні матеріали, зокрема бетон і залізобетон, залишаються основою сучасного будівництва, однак характеризуються значними енерговитратами на виробництво та високим рівнем вбудованих викидів. Для підвищення їхньої екологічної ефективності розробляються інноваційні модифікації, зокрема так званий самовідновлювальний (self-healing) бетон, який здатний заповнювати мікротріщини за рахунок утворення карбонату кальцію. Такі матеріали сприяють збільшенню довговічності конструкцій, зменшенню потреби в ремонтах та продовженню життєвого циклу будівель, що відповідає принципам сталого розвитку [38].

Важливим ресурсом сталого будівництва є перероблені метали, зокрема сталь та алюміній, які можуть багаторазово перероблятися без втрати своїх експлуатаційних властивостей. В енергоефективних будівлях такі матеріали широко застосовуються в несучих каркасах, покрівельних системах та елементах огорожувальних конструкцій. Використання перероблених металів зменшує потребу у видобутку первинної сировини, скорочує енергоспоживання та знижує вуглецевий слід будівництва [39].

Бамбук, як швидковідновлюваний природний матеріал, дедалі частіше розглядається як перспективна альтернатива традиційній деревині. Завдяки високій міцності на розтяг та гнучкості він може використовуватися для підлогових покриттів, облицювання фасадів, покрівель і навіть у конструктивних елементах (Рис. 2.6).

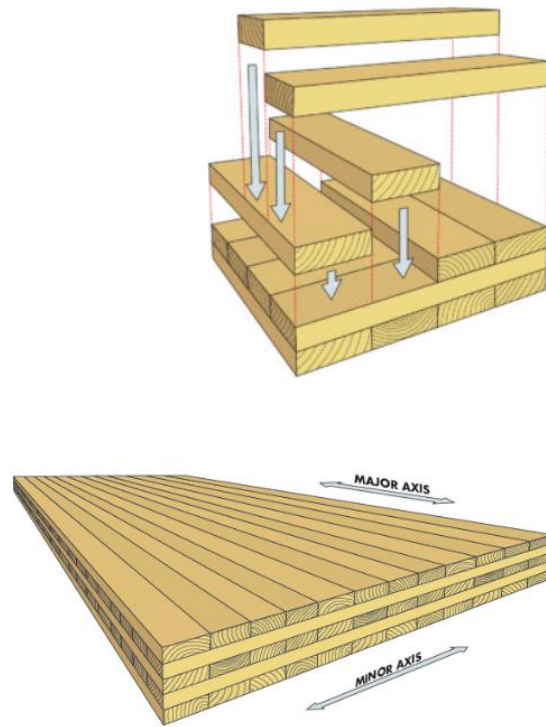


Рис. 2.5 Схема створення перехресно-класної деревини (Cross-Laminated Timber, CLT) [35]



Рис. 2.6 Bamboo Skyscraper, Сінгапур [40]

Окрім цього, вирощування бамбука сприяє зменшенню вирубки лісів та поглинанню вуглекислого газу, що підсилює його екологічну цінність.

Перероблене скло також є важливим компонентом сталого будівництва та застосовується як заповнювач у бетоні, у вигляді плитки, теплоізоляційних матеріалів і декоративних елементів. Залучення вторинного скла дозволяє зменшити споживання природних ресурсів та скоротити енергетичні витрати на виробництво нових матеріалів, водночас підтримуючи принципи циркулярної економіки.

Перспективним екологічним матеріалом є також коноплебетон (hempcrete) — композит на основі волокон конопель, вапна та води. Матеріал має низьку щільність, добрі теплоізоляційні властивості, є нетоксичним та сприяє формуванню здорового внутрішнього середовища. Вирощування конопель супроводжується активним поглинанням CO₂, що дозволяє розглядати коноплебетон як матеріал з потенційно негативним вуглецевим балансом.

Таким чином, застосування екологічних будівельних матеріалів різного походження дозволяє формувати конструктивні та огорожувальні системи житлових будівель із зниженим екологічним навантаженням, що створює передумови для комплексного впровадження принципів сталого розвитку у житловій забудові.

Окрім вищезгаданих зелених дахів, з інтеграцією зелених насаджень в міське середовище можуть допомогти такі методи, як: вертикальне озеленення фасадів, тераси, формування “чистих” дворів без проїзду автомобілів, поєднання зелених зон у єдину систему та використання місцевих та невибагливих рослин.

Окрему роль у системі інтеграції озеленення в міську забудову відіграє вертикальне озеленення фасадів будівель. Однією з найбільш відомих технологій є система «зеленої стіни», що передбачає влаштування багат шарової конструкції на поверхні стіни. Такі системи складаються з несучого каркаса, водонепроникної мембрани та декількох шарів синтетичного матеріалу з кишнями для розміщення рослин. Полив і живлення рослин здійснюється

автоматизовано, при цьому вода та поживні речовини рівномірно розподіляються по поверхні фасаду. Окрім технології «зеленої стіни», застосовуються системи біофільтрації та модульні системи вертикального озеленення, які забезпечують терморегуляцію будівель і фільтрацію забрудненого повітря за допомогою багатошарових синтетичних матеріалів із вбудованим зрошенням і циркуляцією поживного розчину. Такі системи можуть монтуватися на різних відкритих поверхнях, поєднуватися з існуючими стінами та використовуватися в різних кліматичних умовах, що дозволяє комплексно озеленювати фасади й інші архітектурні елементи, підвищуючи екологічний та естетичний потенціал забудови [41].

Застосування зелених фасадів сприяє зменшенню перегріву огорожувальних конструкцій, покращенню тепло- та звукоізоляційних характеристик будівель, а також підвищенню якості повітря у прилеглих міських просторах. Окрім екологічних переваг, вертикальне озеленення формує виразний архітектурний образ будівель та підвищує естетичну цінність житлової забудови. У поєднанні із зеленими покрівлями та озеленими терасами такі рішення забезпечують комплексний підхід до формування сталого житлового середовища.

Також важливим аспектом інтеграції зелених насаджень є формування безперервної системи озелених просторів, яка об'єднує дворові території, громадські простори, покрівлі та зелені коридори між кварталами. Такий підхід забезпечує кращу екологічну рівновагу, сприяє збереженню біорізноманіття та створює сприятливі умови для рекреації мешканців. Особливу роль відіграють двори без автомобільного руху, в яких зелені насадження поєднуються з дитячими, спортивними та відпочинковими зонами. Наприклад, таку конфігурацію дворів було запроєктовано при розробці ЖК «Файна таун» фірмою Archimatika в Києві.

Для підвищення ефективності озеленення доцільно використовувати місцеві та кліматично стійкі види рослин, що потребують мінімального догляду

та поливу. Найбільш придатними для таких цілей в Україні є ялівець, папороть, декоративні злаки, яблуня, вереск, айва, бузок та хвойні породи, які забезпечують стійкість ландшафтного рішення та гармонійний вигляд протягом року [42].

Інтеграція рослинності в архітектурну композицію будівель дозволяє сформувати виразний образ житлового середовища та підкреслити взаємозв'язок між архітектурою і природою. У сукупності ці рішення сприяють створенню здорового, екологічно збалансованого та естетично привабливого міського простору.

ВИСНОВКИ ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ

У другому розділі було розглянуто сучасні підходи до формування житлової забудови в контексті сталого розвитку та визначено засади проектування зеленої покрівлі житлової забудови, зосереджені на поєднанні енергоефективних технологій, раціонального використання ресурсів, функціонально-просторової організації середовища та інтеграції природних компонентів у структуру забудови. Проаналізовано роль енергоефективних рішень і екологічно доцільних матеріалів, зокрема використання відновлюваних джерел енергії, теплоізоляційних систем, вторинно перероблених матеріалів та матеріалів із низьким вуглецевим слідом. Застосування таких рішень дозволяє зменшити енергоспоживання будівель, скоротити експлуатаційні витрати та мінімізувати негативний вплив житлової забудови на довкілля. Розглянуто особливості функціонально-просторової організації житлової забудови середньої поверховості. Визначено значення принципів комунікаційної, функціональної, просторово-візуальної та соціальної інтеграції, та ієрархії просторів, що забезпечують формування комфортного, соціально активного та багатофункційного житлового середовища. Використання квартальної організації, активних перших поверхів, системи громадських і рекреаційних просторів сприяє підвищенню якості міського простору та активізації соціального життя мешканців.

Також важливим елементом сталого розвитку житлової забудови є застосування зелених та експлуатованих покрівель, які розглядаються не лише як інженерно-технічне рішення, а як складова просторової структури будівлі та міста загалом. Зелені покрівлі сприяють покращенню мікроклімату, зменшенню ефекту міського теплового острова, акумулюванню та затримці дощових вод, підвищенню рівня тепло- і звукоізоляції, а також створенню додаткових рекреаційних просторів. Інтеграція озеленення в різні рівні забудови на рівні землі, терас, покрівель і фасадів формує безперервний зелений каркас житлового середовища, що підсилює екологічну стійкість території та покращує візуальну якість міського простору. Поєднання природних і штучних компонентів у структурі забудови створює передумови для гармонійної взаємодії людини з середовищем проживання.

РОЗДІЛ ІІІ

Концепція проєкту житлового кварталу в м. Ірпінь із застосуванням технологій зелених покрівель.

3.1 Містобудівне формування просторово-планувальної структури житлового кварталу.

Місто Ірпінь – місто в Україні, розташоване в Київській області, що входить до складу Київської агломерації та знаходиться в безпосередній близькості до міста Києва. Ділянка проєктування розміщена у північній частині м. Ірпінь, на межі з м. Буча, що зумовлює її вигідне розташування з точки зору транспортної доступності та розвитку житлової забудови (Рис.3.1).

Територія обмежена автомобільною дорогою з північного боку та прилягає до берегової лінії штучного озера на річці Бучанка з півдня. Наявність водойми формує сприятливі рекреаційні умови та створює передумови для організації комфортного житлового середовища з інтеграцією природних елементів. Рельєф ділянки є переважно рівнинним, без значних перепадів висот, що є сприятливим фактором для проєктування та будівництва. На даний момент територія вільна від існуючої забудови, що дозволяє реалізувати майже будь-яке комплексне планувальне рішення.

Клімат району будівництва помірно континентальний. Середня температура повітря у січні становить близько $-5,5$ °С, у липні — близько $+24$ °С. Середньорічна кількість опадів складає приблизно 600 мм з максимумом у теплий період року. Оподи мають рівномірний розподіл протягом року, з середньомісячними показниками влітку на рівні 45–75 мм. За даними спостережень, у 2024 році мінімальна температура становила $-15,8$ °С, а максимальна — $+36,0$ °С. Сучасні кліматичні тенденції, зокрема підвищення середніх температур у літній період, зумовлюють необхідність впровадження адаптивних архітектурно-планувальних рішень, таких як використання тіньових елементів, збільшення площ озеленення та застосування енергоефективних

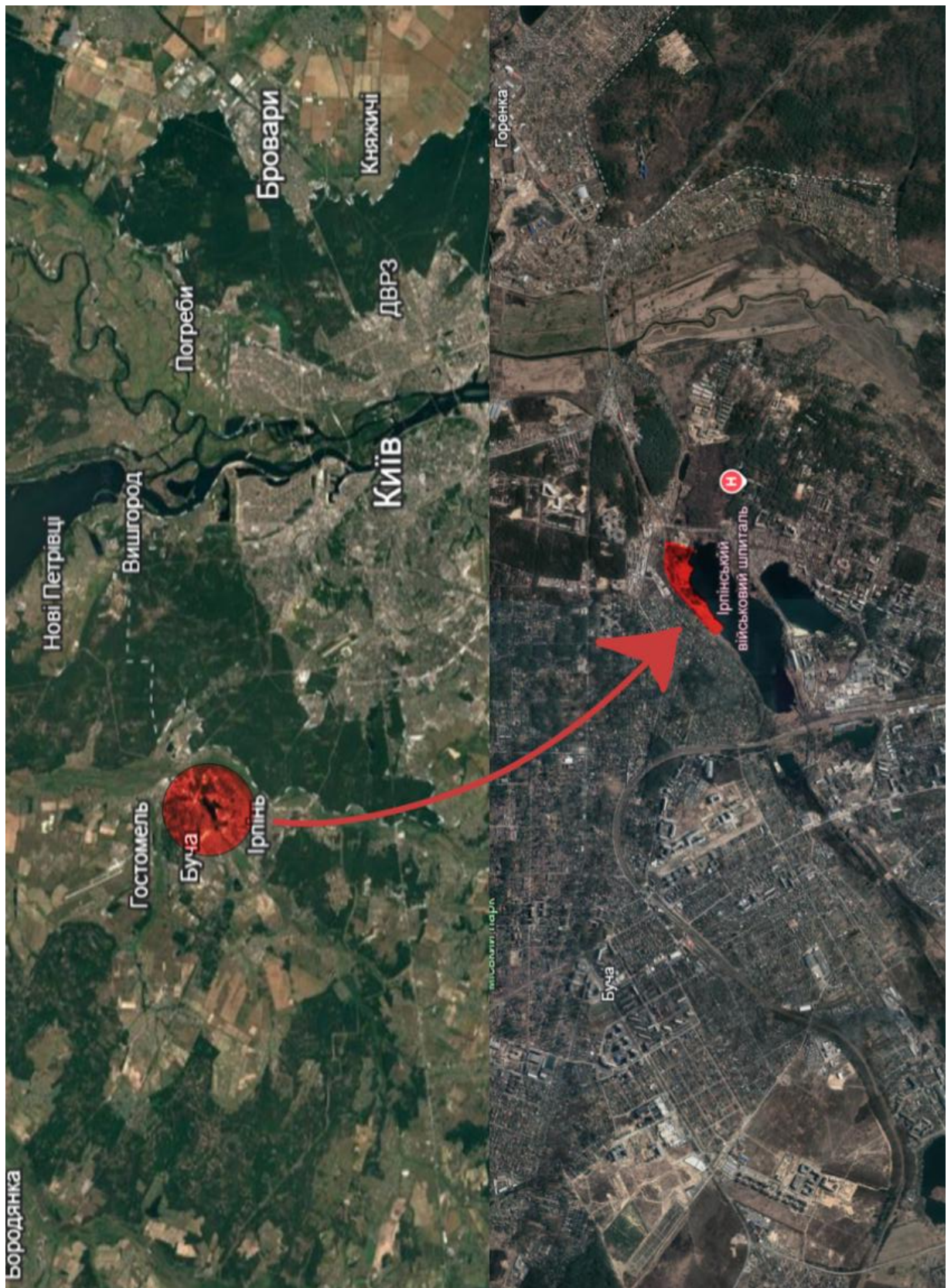


Рис. 3.1 Ділянка проектування у м. Ірпінь.

технологій. Водночас пом'якшення зимового клімату впливає на підходи до проектування огорожувальних конструкцій і фасадних систем будівель.

Для території Києва та Київської області характерний помірний вітровий режим. У холодний період року переважають вітри західного та північно-західного напрямків, пов'язані з надходженням вологих повітряних мас з Атлантики. У літній період спостерігається зміщення до північних, північно-східних і південно-західних напрямків, що обумовлено формуванням локальних атмосферних процесів. Загалом протягом року домінують вітри західного сектора, які визначають основний характер повітряної циркуляції в регіоні (Рис. 3.2).

Проектована територія передбачає впровадження сучасних енергоефективних рішень, що забезпечують раціональне використання енергетичних ресурсів, зниження експлуатаційних витрат та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Застосування таких підходів сприяє формуванню сталого міського середовища, підвищенню комфорту проживання та ефективній організації інженерної інфраструктури житлового кварталу.

Особлива увага в проєкті приділяється формуванню зручних та безпечних пішохідних і транспортних зв'язків. Планувальна структура території передбачає чітке розмежування потоків пішоходів і транспорту, що сприяє підвищенню рівня комфорту та безпеки мешканців. Внутрішньоквартальні простори орієнтовані на пішохідне пересування, тоді як транспортне обслуговування організоване таким чином, щоб мінімізувати перетини з основними пішохідними маршрутами. Вздовж південної межі ділянки, по берегу водойми, формується пішохідна набережна, яка виконує рекреаційну та комунікаційну функції. Набережна інтегрується в загальну систему громадських просторів і доповнюється пірсом, що створює додаткові можливості для відпочинку та взаємодії з водним середовищем. Паралельно з пішохідними маршрутами передбачено влаштування велосипедної доріжки, яка забезпечує

альтернативний екологічний спосіб пересування та підвищує мобільність користувачів території (Рис. 3.3).

Водночас із житловою забудовою, озеленені території займають значну частину ділянки та виконують екологічну, санітарно-гігієнічну та естетичну функції, сприяючи покращенню мікроклімату та створенню комфортного середовища проживання. Рекреаційні зони представлені як активними, так і тихими просторами відпочинку, інтегрованими в структуру забудови та вздовж набережної. Вони забезпечують можливості для дозвілля різних вікових груп населення. Набережна з пірсом виступає ключовим громадським простором, який формує ідентичність території та слугує місцем тяжіння для мешканців (Рис.3.4).

Житлова забудова організована у вигляді кварталів із напівзакритими внутрішніми дворами, що формують затишні, безпечні та приватні простори для мешканців. Такі дворики виконують функцію локальних зон відпочинку, дитячих майданчиків та неформального спілкування. Також на території кварталу запроєктовано школу, та три дитячих садочки, які забезпечують потреби мешканців у доступній освіті та формують важливий соціальний осередок території. Центральна площа виступає композиційним ядром поселення та виконує функції громадського простору для проведення заходів, зустрічей і щоденної активності мешканців (Рис. 3.5).

Для забезпечення транспортного обслуговування передбачено три багаторівневі паркінги, які дозволяють зменшити кількість автомобілів у внутрішньоквартальних просторах і сприяють формуванню пішохідно-орієнтованого середовища. Спортивні зони розміщені з урахуванням доступності для мешканців і призначені для активного відпочинку та підтримання здорового способу життя.

3.2 Архітектурно-планувальна та функціонально-просторова організація житлової забудови.

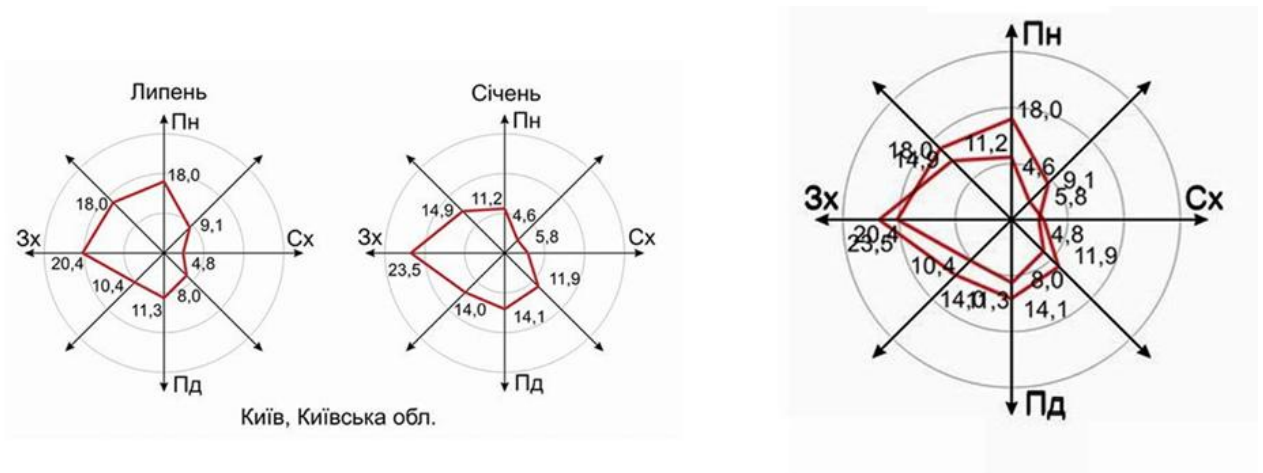


Рис. 3.2 Роза вітрів для Київської області [43].

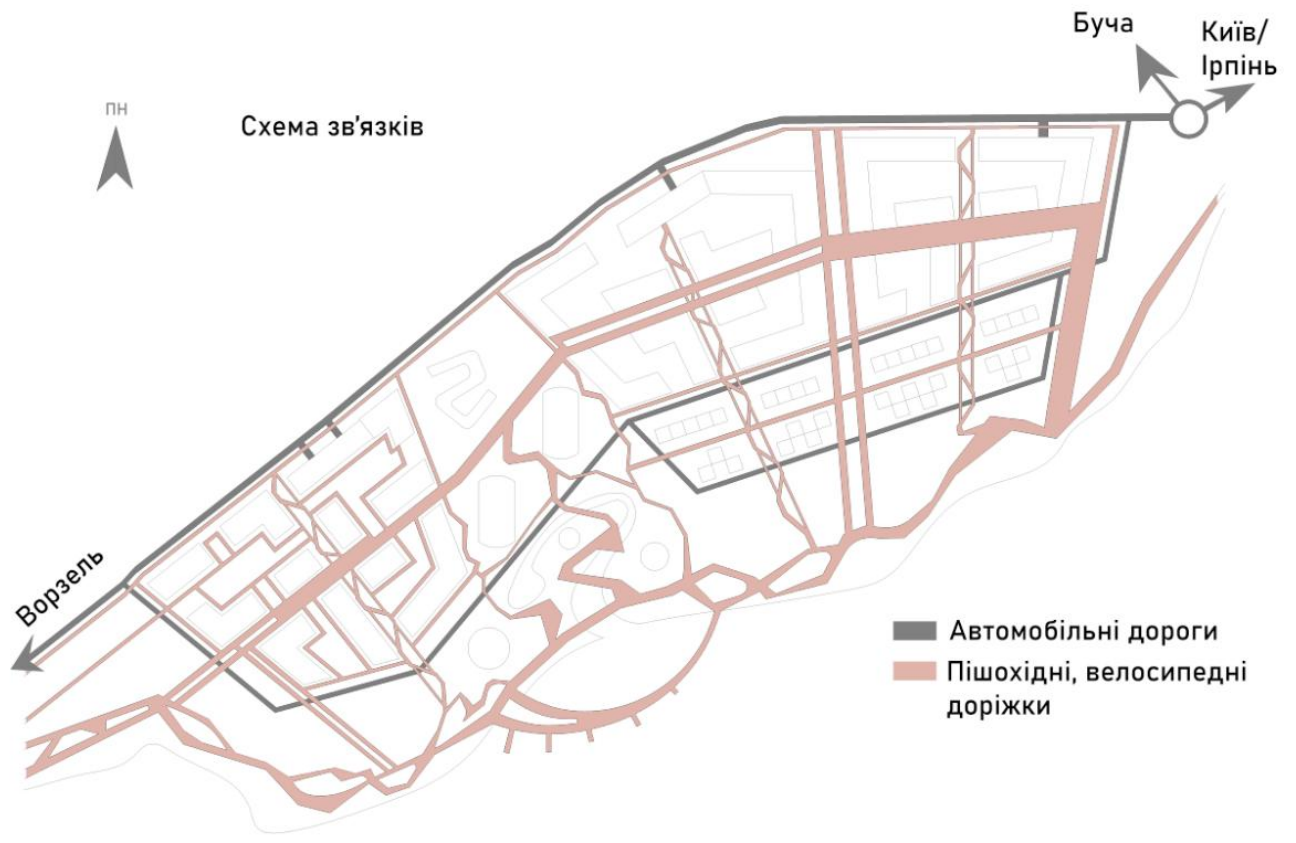


Рис. 3.3 Схема автомобільного та пішохідного сполучень.



Рис. 3.4 Схема функціонального зонування.



Рис. 3.5 Генеральний план.

Проектом передбачено формування житлової забудови, представленої кількома типами багатоквартирних житлових будинків, що забезпечують різноманітність об'ємно-просторових рішень та комфортні умови проживання. Житлові будинки типу А — це 8–10-поверхові будівлі з терасами, які формують виразний силует забудови та виступають акцентними елементами житлового середовища (Рис. 3.6). Житлові будинки типу Б — 7-поверхові, з раціональною планувальною структурою та сучасним архітектурним вирішенням (Рис. 3.7). Житлові будинки типу В — 5-поверхові, з терасами на кожному поверсі, що створюють додаткові відкриті простори для мешканців і підвищують якість житлового середовища (Рис. 3.8). Для покрівель будівель передбачено використання озеленення різного типу. Об'ємно-планувальні рішення будівель орієнтовані на створення комфортного та функціонального житла. У складі будинків запроєктовано квартири різних типів: одно-, дво- та трикімнатні, що відповідають потребам різних категорій населення. Планування квартир передбачає раціональне зонування простору з виділенням громадської та приватної зон. У квартирах передбачено кухні-вітальні, по два санвузли, а також допоміжні приміщення, такі як пральні та комори, що підвищує рівень комфорту та зручності у повсякденному користуванні (Рис. 3.9-3.11).

Конструктивні рішення всіх типів житлових будинків прийняті за єдиним принципом, із незначними відмінностями в оздобленні фасадів. Обрана конструктивна схема базується на поєднанні сучасних будівельних технологій та вимог енергоефективності. Несуча система будівель вирішена у вигляді залізобетонного каркасу, що забезпечує високу просторову жорсткість, надійність та довговічність конструкцій. Зовнішні стіни заповнені червоною цеглою, фундаменти стрічкові залізобетонні, міжповерхове перекриття виконане із залізобетонних плит товщиною 200мм та 500мм для перекриттів під експлуатованою покрівлею та тих, що нависають (Рис. 3.12-3.14).



Рис. 3.6 Фасад будинку типу А.



Рис. 3.7 Фасад будинку типу Б.

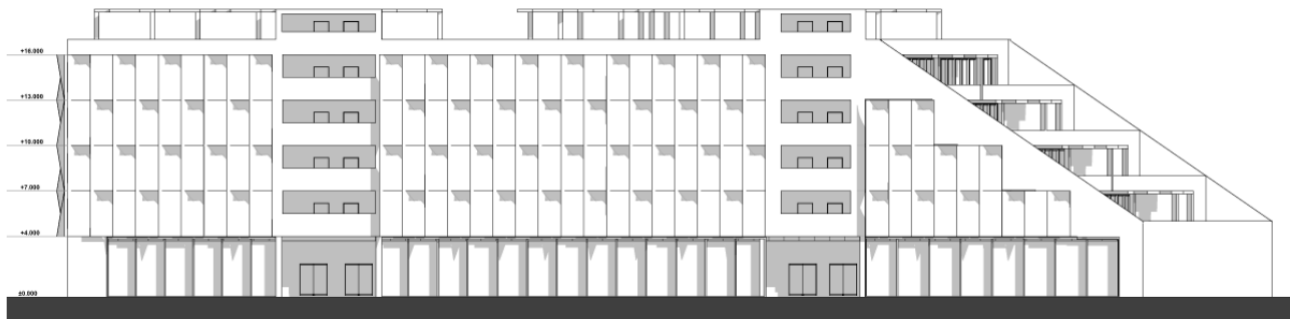


Рис. 3.8 Фасад будинку типу В.



- Квартира на 1 спальну кімнату
- Квартира на 2 спальні кімнати
- Квартира на 3 спальні кімнати
- Тераса

Рис. 3.9 План типового поверху будинку типу А.

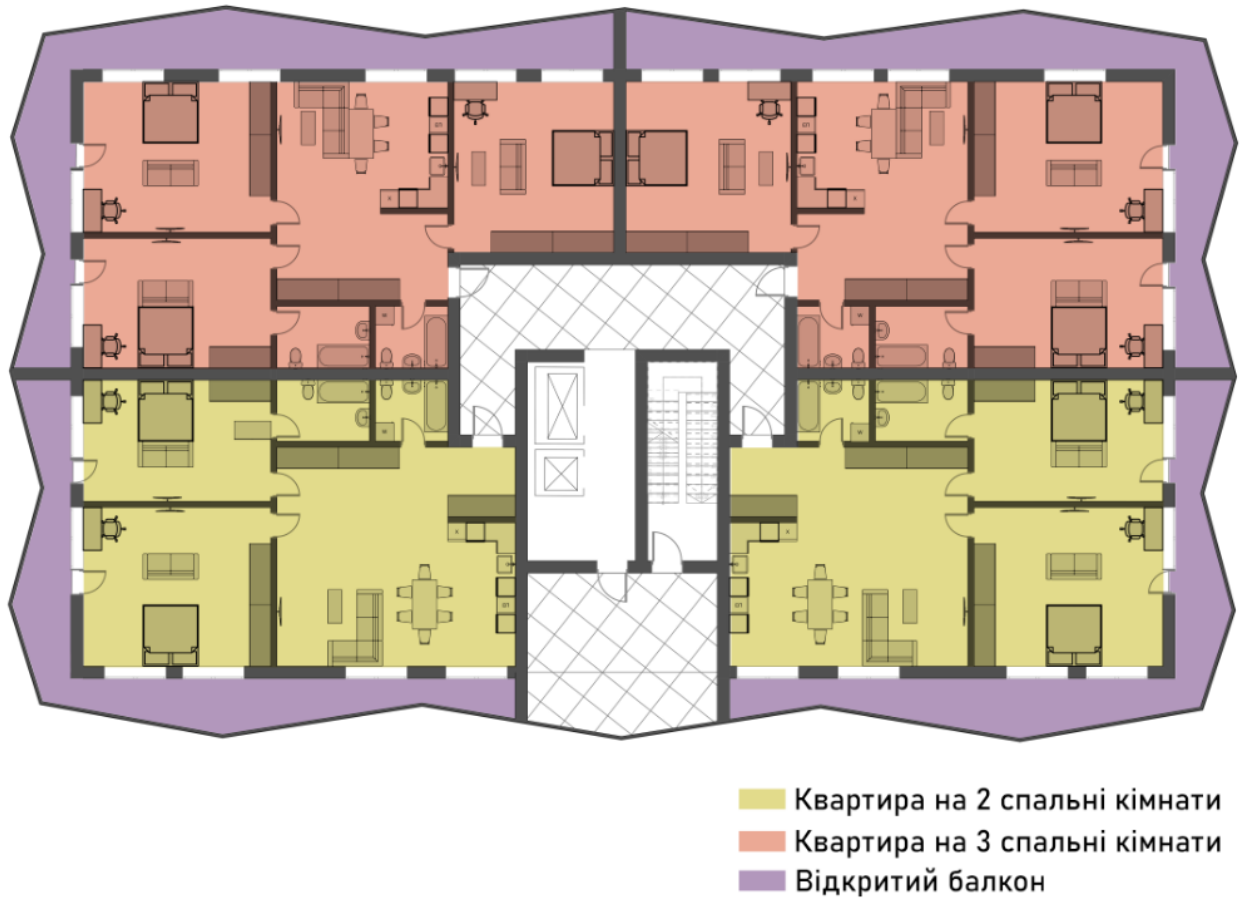


Рис. 3.10 План типового поверху будинку типу Б.

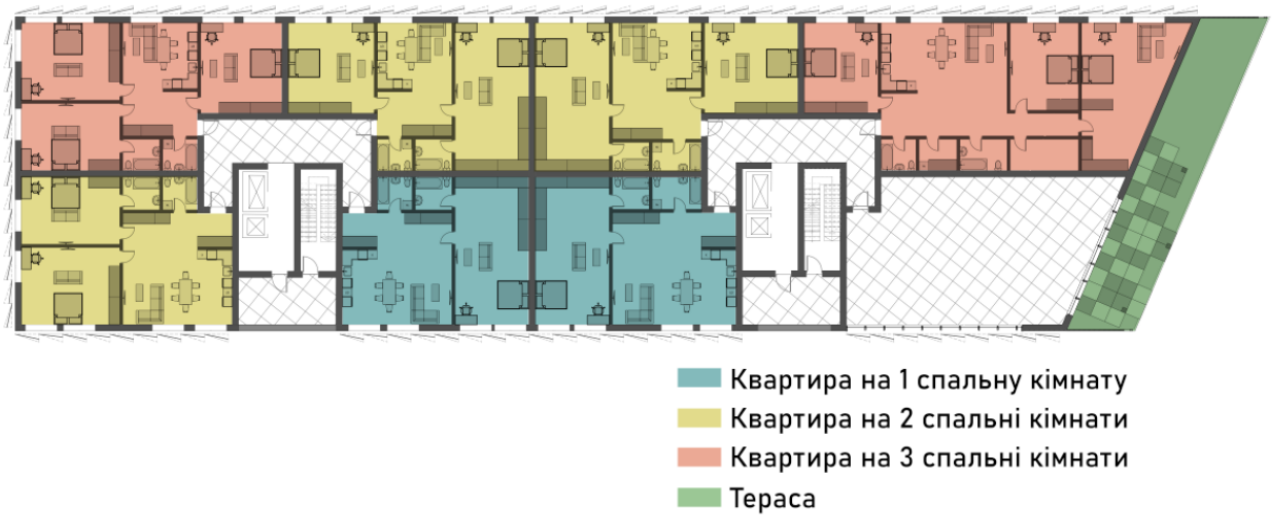


Рис. 3.11 План типового поверху будинку типу В.

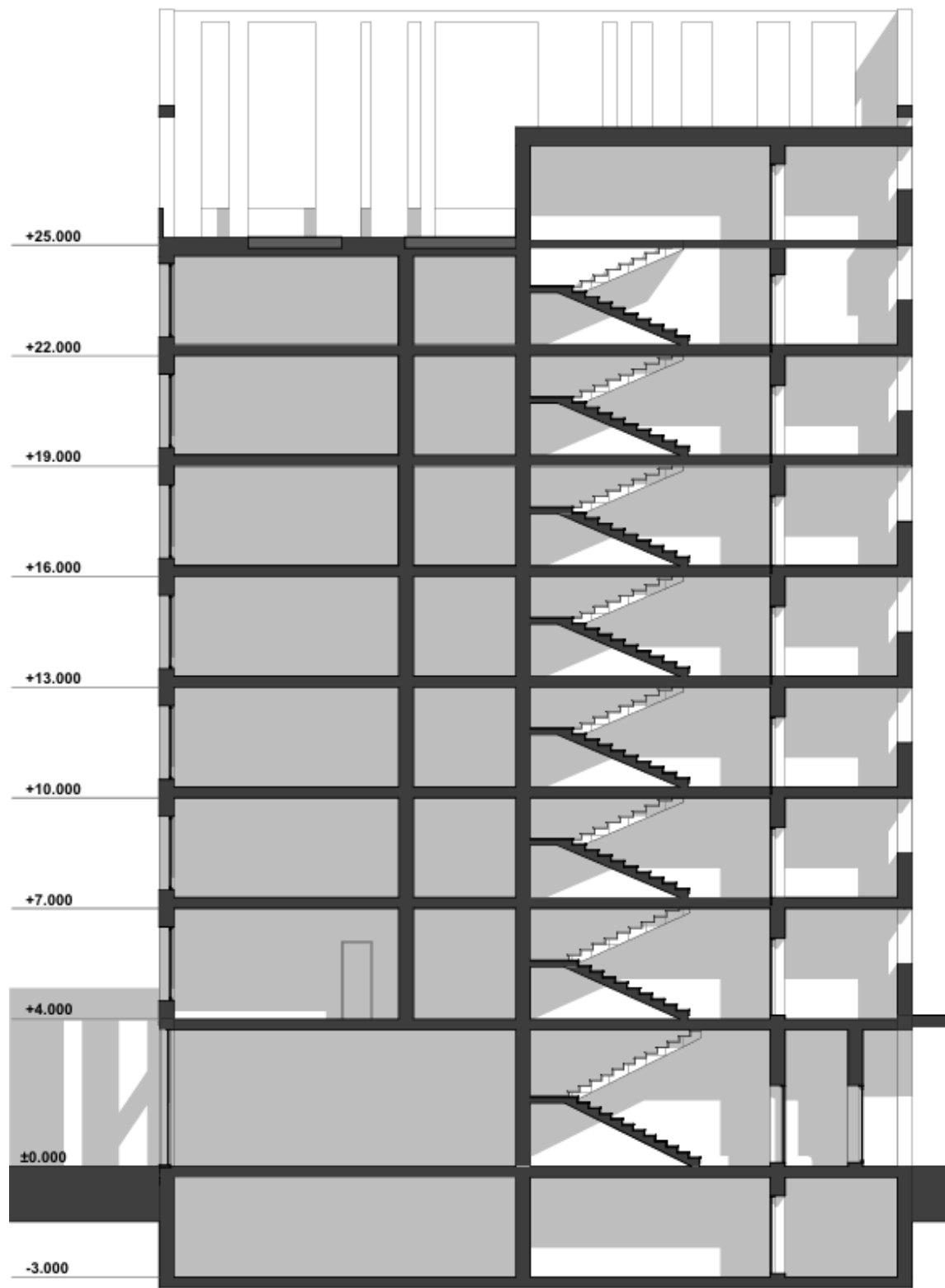


Рис. 3.12 Розріз 1-1 будинку типу А.

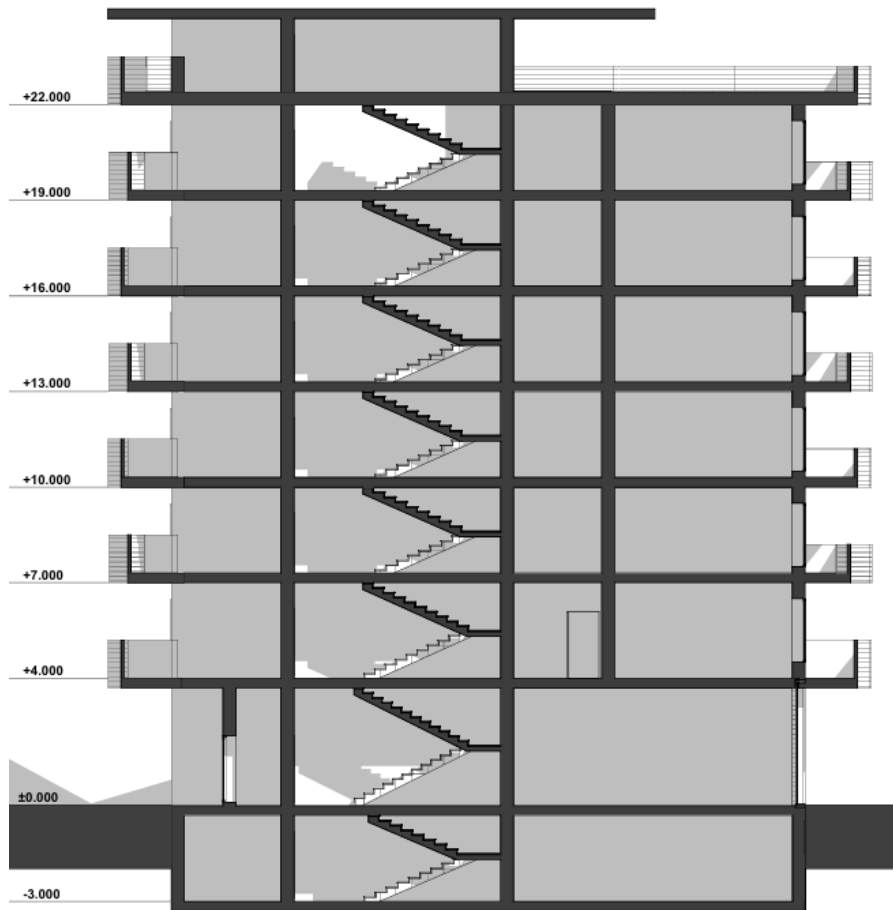


Рис. 3.13 Розріз 2-2 будинку типу В.

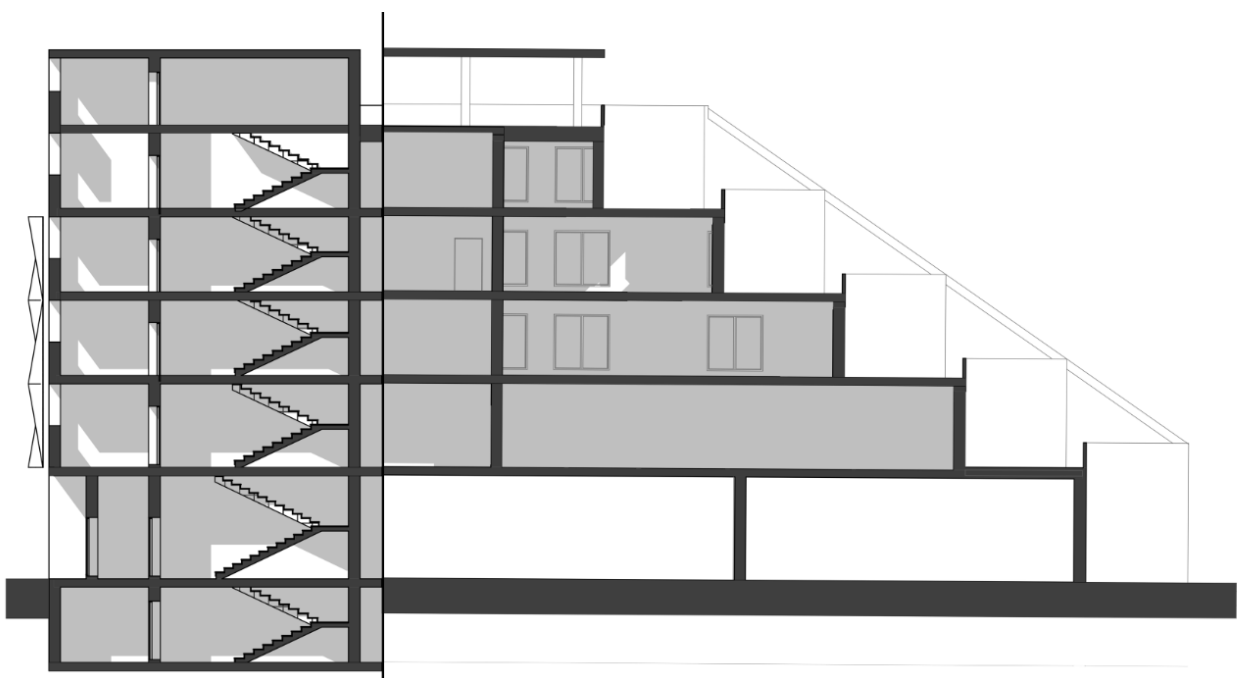


Рис. 3.14 Розріз 3-3 будинку типу В.

Важливою складовою проекту є формування активного першого поверху житлових будинків. На перших поверхах передбачено розміщення об'єктів громадського призначення, зокрема магазинів, закладів харчування, спортивних залів та інших сервісних функцій, що забезпечують щоденні потреби мешканців і сприяють формуванню живого та комфортного міського середовища. Окрім цього, у структурі забудови інтегровано три заклади дошкільної освіти, розміщені на перших поверхах житлових будинків, що забезпечує їхню пішохідну доступність та підвищує зручність для мешканців.

Прийняті архітектурно-планувальні та конструктивні рішення спрямовані на формування сучасного, комфортного та енергоефективного житлового середовища, що відповідає актуальним вимогам до якості житла та експлуатаційних характеристик будівель.

3.3 Архітектурно-конструктивна інтеграція енергоефективних технологій зелених покрівель у житлове середовище.

У проєкті передбачено комплексний підхід до формування енергоефективного та екологічно орієнтованого житлового середовища шляхом інтеграції сучасних інженерних рішень, використання відновлюваних джерел енергії та раціонального природокористування. Одним із ключових елементів є впровадження систем зелених покрівель, які органічно інтегруються в архітектурно-конструктивну структуру будівель. Зелені покрівлі виконують не лише екологічну та естетичну функції, але й виступають додатковим теплоізоляційним шаром, що сприяє зменшенню тепловтрат у холодний період та зниженню перегріву будівель у літній час. Конструкція покрівель передбачає багатошарову систему, що включає гідроізоляційний шар, дренаж, субстрат і рослинність, забезпечуючи ефективне функціонування та довговічність покриття.

Застосування зелених покрівель і терас у житловій забудові має комплексні переваги як з екологічної, так і з соціально-функціональної точки зору. Вони сприяють покращенню мікроклімату, зменшенню ефекту «теплового острова» та

підвищенню якості повітря за рахунок природної фільтрації та зволоження. Крім того, зелені покрівлі виконують роль додаткового шумозахисного бар'єру та підвищують довговічність гідроізоляційних матеріалів, захищаючи їх від впливу ультрафіолетового випромінювання та температурних коливань. Тераси та озеленені покрівлі також створюють додаткові напівприватні та громадські простори для відпочинку, спілкування та рекреації мешканців, що особливо важливо в умовах щільної міської забудови. Інтеграція таких рішень сприяє підвищенню якості житлового середовища та формуванню більш сталого й комфортного міського простору (Рис. 3.15).

Також важливою складовою проекту є використання відновлюваних джерел енергії. На покрівлях будівель передбачено розміщення сонячних панелей, які дозволяють частково забезпечити потреби житлового комплексу в електроенергії. Це сприяє зменшенню залежності від централізованих енергетичних систем та зниженню експлуатаційних витрат.

Архітектурно-планувальні рішення будівель орієнтовані з урахуванням інсоляції та природного освітлення, що дозволяє максимально ефективно використовувати сонячну енергію. Раціональне розташування віконних прорізів і використання сучасних світлопрозорих конструкцій сприяє зменшенню потреби у штучному освітленні та покращенню мікроклімату внутрішніх приміщень. Підвищення енергоефективності будівель досягається також за рахунок застосування якісної теплоізоляції огорожувальних конструкцій, що мінімізує тепловтрати та забезпечує стабільний температурний режим у приміщеннях. Використання сучасних інженерних систем, зокрема енергоефективного освітлення та вентиляції, сприяє оптимізації споживання енергоресурсів.



Рис. 3.15 Візуалізація проєкту.

Раціональне водокористування у проєкті забезпечується впровадженням систем збору та повторного використання дощових вод. Опади, зібрані з поверхонь покрівель, накопичуються у спеціальних резервуарах після попереднього очищення та використовуються для технічних потреб, зокрема поливу зелених насаджень і обслуговування території. Це дозволяє суттєво знизити навантаження на централізовані системи водопостачання. Застосування комплексних екологічних та енергоефективних рішень сприяє формуванню сталого житлового середовища, підвищенню рівня комфорту проживання та зменшенню негативного впливу забудови на навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ

У третьому розділі було виконано практичне опрацювання архітектурно-планувальних і конструктивних рішень житлової забудови на прикладі проєктованого кварталу в місті Ірпінь, що дало змогу комплексно відобразити впровадження принципів сучасної енергоефективної та орієнтованої на сталий розвиток архітектури в умовах Київського регіону.

Просторово-планувальна організація території розроблена з урахуванням чіткого функціонального зонування, розвиненої мережі пішохідних зв'язків, облаштованої набережної з рекреаційними функціями, велосипедної інфраструктури та розділення потоків транспорту і пішоходів. Такий підхід забезпечує зручне, безпечне та комфортне пересування мешканців у межах житлового комплексу.

Функціональна структура забудови передбачає інтеграцію житлових, громадських і рекреаційних функцій. Активне використання перших поверхів під об'єкти обслуговування, розміщення закладів дошкільної освіти, спортивних зон і центрального громадського простору сприяє формуванню активного міського середовища та підвищенню рівня соціальної взаємодії. Внутрішньоквартальні двори організовані як напівприватні простори, орієнтовані на відпочинок і щоденне використання мешканцями.

Окремий акцент зроблено на впровадженні екологічних та енергоефективних рішень. Застосування зелених покрівель і терас сприяє покращенню мікроклімату, зменшенню теплових втрат будівель та підвищенню екологічної якості середовища. Використання сонячних панелей дозволяє частково забезпечувати енергетичні потреби комплексу за рахунок відновлюваних джерел енергії. Також передбачено систему раціонального водокористування із збором та повторним використанням дощової води для технічних потреб і поливу озелених територій. Конструктивні рішення базуються на залізобетонному каркасі та сучасних теплоізоляційних матеріалах, що забезпечує довговічність, надійність і високі показники енергоефективності будівель. Архітектурно-планувальні рішення спрямовані на формування комфортних житлових осередків із раціональним внутрішнім плануванням та підвищеним рівнем зручності для мешканців.

Таким чином, запропонована концепція житлового кварталу об'єднує екологічні, енергоефективні та соціально орієнтовані підходи, створюючи сучасне, комфортне та стає міське середовище, адаптоване до умов Ірпеня та актуальних тенденцій розвитку житлової забудови в Україні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було розглянуто засади організації зелених покрівель у структурі житлової забудови та визначено особливості їх використання в сучасному архітектурному проектуванні. У роботі проаналізовано основні принципи формування житлового середовища з урахуванням екологічних, функціональних та енергоефективних вимог, а також досліджено вплив зелених покрівель на архітектурно-просторову організацію житлової забудови. У ході роботи було визначено основні засади організації зелених покрівель житлової забудови, серед яких: комплексне поєднання озеленення з архітектурно-планувальною структурою житлового середовища, забезпечення енергоефективності будівель, підвищення екологічної стійкості території, створення рекреаційних просторів для мешканців, а також інтеграція зелених покрівель у систему благоустрою та громадських просторів житлового кварталу.

У першому розділі було проаналізовано роль зелених покрівель як одного з ключових елементів сучасної міської інфраструктури. На основі вивчення світового та вітчизняного досвіду встановлено, що зелені покрівлі виконують не лише інженерно-технічні функції, але й відіграють важливу роль у формуванні архітектурного образу, покращенні мікроклімату та підвищенні якості життя мешканців. Визначено основні типи зелених дахів, їх конструктивні особливості та принципи формування, що дозволило систематизувати підходи до їх інтеграції в житлову забудову.

У другому розділі досліджено сучасні підходи до організації житлового середовища в контексті сталого розвитку. Встановлено, що ефективне формування житлової забудови базується на поєднанні енергоефективних технологій, екологічно доцільних матеріалів та раціональної функціонально-просторової організації. Обґрунтовано значення принципів інтеграції природних компонентів у структуру забудови, формування ієрархії просторів, розвитку громадських і рекреаційних зон, а також активізації перших поверхів. Доведено,

що комплексне впровадження таких рішень сприяє створенню комфортного, соціально активного та екологічно збалансованого міського середовища.

У третьому розділі було виконано практичну реалізацію досліджених засад на прикладі проєктування житлового кварталу в місті Ірпінь. Запропоновані архітектурно-планувальні рішення базуються на чіткому функціональному зонуванні, розвитку пішохідної та велосипедної інфраструктури, інтеграції громадських просторів і забезпеченні комфортного середовища проживання. Особливу увагу приділено впровадженню екологічних та енергоефективних технологій, зокрема застосуванню зелених покрівель, використанню відновлюваних джерел енергії та систем раціонального водокористування. Конструктивні рішення забезпечують надійність, довговічність та високі експлуатаційні характеристики будівель.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що інтеграція зелених покрівель, енергоефективних технологій та продуманої функціонально-просторової організації є ефективним інструментом формування сучасної житлової забудови. Запропоновані підходи дозволяють підвищити екологічну стійкість територій, покращити якість міського середовища та створити комфортні умови для проживання населення.

Наукова новизна полягає у формуванні концепції інтеграції зелених покрівель у систему міських екологічних зв'язків як елементів зеленої інфраструктури. Уперше запропоновано принципи просторової організації таких елементів з урахуванням кліматичних особливостей України та сучасних вимог до сталого розвитку міста. Розроблено просторово-архітектурну модель поселення, де зелені дахи виступають не просто інструментом підвищення енергоефективності будівлі, а й пропонують сучасне екологічне вирішення в боротьбі з післявоєнним забрудненням та наслідками зменшення площ природних насаджень й антропогенного впливу на природне середовище.

Практична значущість роботи полягає у комплексному аналізі та обґрунтуванні доцільності впровадження зелених покрівель у структурі міського

середовища, визначення принципів і засад формування таких покрівель в контексті житлової забудови. Результати роботи можуть бути використані при розробленні рекомендацій, нормативів і програм розвитку сталої архітектури в умовах щільної забудови.

Окреслені у дослідженні засади формування зеленої покрівлі можуть застосовуватись при проектуванні житлових комплексів в Україні, зокрема в умовах післявоєнної відбудови та необхідності впровадження принципів сталого розвитку в містобудівну практику. Запропоновані підходи сприяють підвищенню рівня енергоефективності будівель, що є важливою складовою гармонізації національних будівельних норм із європейськими стандартами та одним із ключових напрямів розвитку України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Weiler S., Scholz-Barth K. Green roof systems: a guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure. John Wiley & Sons, 2011. 320 p.
2. Ching F. D. K., Shapiro I. M. Green building illustrated. John Wiley & Sons 2020. 336 p.
3. Yang W. Contemporary architecture in China. Green architecture. Shenyang, Liaoning, China : Liaoning Science & Technology Publishing House, 2012. 257 p.
4. Szokolay S. V. Introduction to architectural science: the basis of sustainable design. Taylor & Francis Group, 2014.
5. Гнатюк Л. Р., Нестерук І. І. Зелені дахи в сучасному благоустрої міст. Theory and practice of design. 2021. № 23. С. 126–133.
6. Рибак О., Пацева І. Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2023. Т. 327, № 5(2). С. 103–107.
7. Hlushchenko R. O., Tkachenko T. M. Rainwater management by “green” roofs on the example of trade-business centre “Perekhrestia”, Dnipro city. Environmental safety and natural resources. 2023. Vol. 47, no. 3. P. 49–58.
8. Hrechko A. A. Experience and benefits of using green roofs as an element in green infrastructure. 26. 2022. № 26. С. 32–42.
9. Зелена покрівля: екстенсивне та інтенсивне озеленення. *Green Garth*. URL: <https://www.greengarth.com.ua/blog/landshaftnyj-dyzajn/zelena-pokrivlya-ekstensyvne-ta-intensyvne-ozelenennya/> Дата публікації: 21.01.2025 (дата звернення: 20.10.2025).
10. BREEAM. How BREEAM Works. URL: <https://breeam.com/about/how-breeam-works> Дата публікації: 10.10.2023 (дата звернення: 20.10.2025).
11. LEED rating system | U.S. green building council. *USGBC / U.S. Green Building Council*. URL: <https://www.usgbc.org/leed> (дата звернення: 20.10.2025).
12. Особливості сертифікації за стандартом LEED | MCL – професійні послуги з менеджменту, консалтингу та права у сфері екології. *MCL – професійні*

послуги з менеджменту, консалтингу та права у сфері екології | ТОВ «ЕМСІЕЛ» багатопрофільна компанія, що надає професійні послуги з менеджменту, консалтингу та права у сфері екології. URL: <https://mcl.kiev.ua/osobennosti-sertifikacii-po-standartu-leed> (дата звернення: 20.10.2025).

13. Green roof policy - copenhagen. *Interlace Hub*. URL: <https://interlace-hub.com/green-roof-policy-copenhagen> (дата звернення: 20.10.2025).

14. The mountain | BIG | bjarke ingels group. *BIG / Bjarke Ingels Group*. URL: <https://big.dk/projects/the-mountain-1430> (дата звернення: 20.10.2025).

15. 79 & park residences | BIG | bjarke ingels group. *BIG / Bjarke Ingels Group*. URL: <https://big.dk/projects/79-a-park-residences-2557> (дата звернення: 20.10.2025).

16. Ellinikon park rise | BIG | bjarke ingels group. *BIG / Bjarke Ingels Group*. URL: <https://big.dk/projects/ellinikon-park-rise-16186> (дата звернення: 20.10.2025).

17. King toronto residences | BIG | bjarke ingels group. *BIG / Bjarke Ingels Group*. URL: <https://big.dk/projects/king-toronto-residences-3396> (дата звернення: 20.10.2025).

18. Green infrastructure. *State capital Stuttgart*. URL: <https://www.stuttgart.de/en/leben/natur/gruene-infrastruktur/gruene-Infrastruktur> (дата звернення: 20.10.2025).

19. Stuttgart: combating the heat island effect and poor air quality with ventilation corridors and green-blue infrastructure. *Discover the key services, thematic features and tools of Climate-ADAPT Climate-ADAPT*. URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/stuttgart-combating-the-heat-island-effect-and-poor-air-quality-with-green-ventilation-corridors> (дата звернення: 20.10.2025).

20. Four pillars to Hamburg's Green Roof Strategy: financial incentive, dialogue, regulation, and science. *Discover the key services, thematic features and tools of Climate-ADAPT Climate-ADAPT*. URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/four-pillars-to-hamburg2019s-green->

roof-strategy-financial-incentive-dialogue-regulation-and-science#:~:text=The%20goal%20of%20Hamburg's%20Green,law%20for%20all%20suitable%20buildings (дата звернення: 20.10.2025).

21. Furuto A. SkyVille @ Dawson / WOHA. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/215386/skyville-dawson-woha> Дата публікації: 13.03.2012 (дата звернення: 20.10.2025).

22. Caballero P. Kampung Admiralty / WOHA. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/904646/kampung-admiralty-woha> Дата публікації: 25.10.2018 (дата звернення: 20.10.2025).

23. ЖК «White lines» – ТОВ «Комфорт-таун». ЖК «*White Lines*» – ТОВ «Комфорт-Таун». URL: <https://white-lines.com.ua> (дата звернення: 20.10.2025).

24. Clair, P. (2010). The Climate of Tall Buildings: An Investigation of Building Height in Bio-climatic Design. *Conference on Applied Energy, University of Perugia. 2011.*

25. Oxygenerators.in. *LinkedIn*. URL: https://www.linkedin.com/posts/oxygenerators-in_greenroof-urbangreening-sustainablearchitecture-activity-7358358950838165504-FpUs (дата звернення: 27.04.2026).

26. Jodidio P. Green architecture now! Vol. 1. TASCHEN, 2015. 320 с.

27. Сонцезахисне скло: види та особливості. *elite-glass.com.ua*. URL: <https://elite-glass.com.ua/sonczechahysne-sklo-vydy-ta-osoblyvosti/> (дата звернення: 27.04.2026).

28. Роздорожнюк О. Комплексний підхід до енергоефективної реновації багатоквартирних будинків в умовах руйнування енергетичної інфраструктури. *Вісник Національної академії образотворчого мистецтва і архітектури*. 2024. № 2. С. 20–26. URL: <https://doi.org/10.32782/naoma-bulletin-2024-2-4> (дата звернення: 27.04.2026).

29. Колоша М. С. Інтегрований метод формування міського простору : дис. ... д-ра філософії за спец. 192 «Будівництво та цивільна інженерія», галузь знань

19 «Архітектура та будівництво» / Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. – Харків, 2023.

30. Ганець С. В. Принципи формування житлових утворень на постпромислових територіях (на прикладі Львова) : дис. ... канд. архітектури за спец. 18.00.01 «Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури» / Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2018.

31. 2.8 urban village main :: seattle streets illustrated. *Seattle Streets Illustrated*. URL: <https://streetsillustrated.seattle.gov/street-type-standards/urban-village-main/> (дата звернення: 27.04.2026).

32. Довідник з відбудови міст / Урбанина. – Київ : Урбанина, 2023. – 400 с.

33. Die produktive Stadt – Vision der Zukunft. *Startseite Cradle Magazin*. URL: <https://cradle-mag.de/artikel/produktive-stadt-vision-der-zukunft-marc-rieser.html> (дата звернення: 27.04.2026).

34. Sustainable building materials used in green buildings. *LE College, Morbi*. URL: https://www.lecollege.ac.in/storage/subjectdata/materials/643ebac9-5f43-409b-868e-90607ed6ff30_3110007_SUSTAINABLE-BUILDING-MATERIALS-USED-IN-GREEN-BUILDINGS_1147.pdf (дата звернення: 27.04.2026).

35. What is mass timber? - WoodWorks | Wood Products Council. *WoodWorks / Wood Products Council*. URL: <https://www.woodworks.org/resources/what-is-mass-timber/> (дата звернення: 27.04.2026).

36. 16 sustainable and cost-effective building materials. *University of the Built Environment*. URL: <https://www.ube.ac.uk/whats-happening/articles/sustainable-building-materials/> (дата звернення: 27.04.2026).

37. 2050 sustainable materials series: rammed earth. *2050 Materials - Simplifying sustainable material selection*. URL: <https://2050-materials.com/blog/2050-sustainable-materials-series-rammed-earth/> (дата звернення: 27.04.2026).

38. Stanaszek-Tomal E. Bacterial concrete as a sustainable building material?. *Sustainability*. 2020. Т. 12, № 2. С. 696. URL: <https://doi.org/10.3390/su12020696> (дата звернення: 27.04.2026).

39. Abera Y. A. Sustainable building materials: a comprehensive study on eco-friendly alternatives for construction. *Composites and advanced materials*. 2024. Т. 33. URL: <https://doi.org/10.1177/26349833241255957> (дата звернення: 27.04.2026).
40. Architects Village – Bamboo Skyscraper / CRG Architects. URL: <https://world-architects.com/en/crg-architects-shenzhen/project/architects-village-bamboo-skyscraper> (дата звернення: 27.04.2026).
41. Вержбицька П. В. Технологія вертикального озеленення фасадів у міському середовищі. *Одеська державна академія будівництва та архітектури*. 2022.
42. Hniloskurenko M., Ivanchenko K. Green roofs as a tool of sustainable development: analysis of the experience of ukraine and the world. *Ukrainian academy of art*. 2025. № 37. С. 7–13. URL: <https://doi.org/10.32782/2411-3034-2025-37-1> (дата звернення: 27.04.2026).
43. Презентація. *Кліматичні показники*. URL: <https://en.ppt-online.org/1279908> (дата звернення: 27.04.2026).

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ



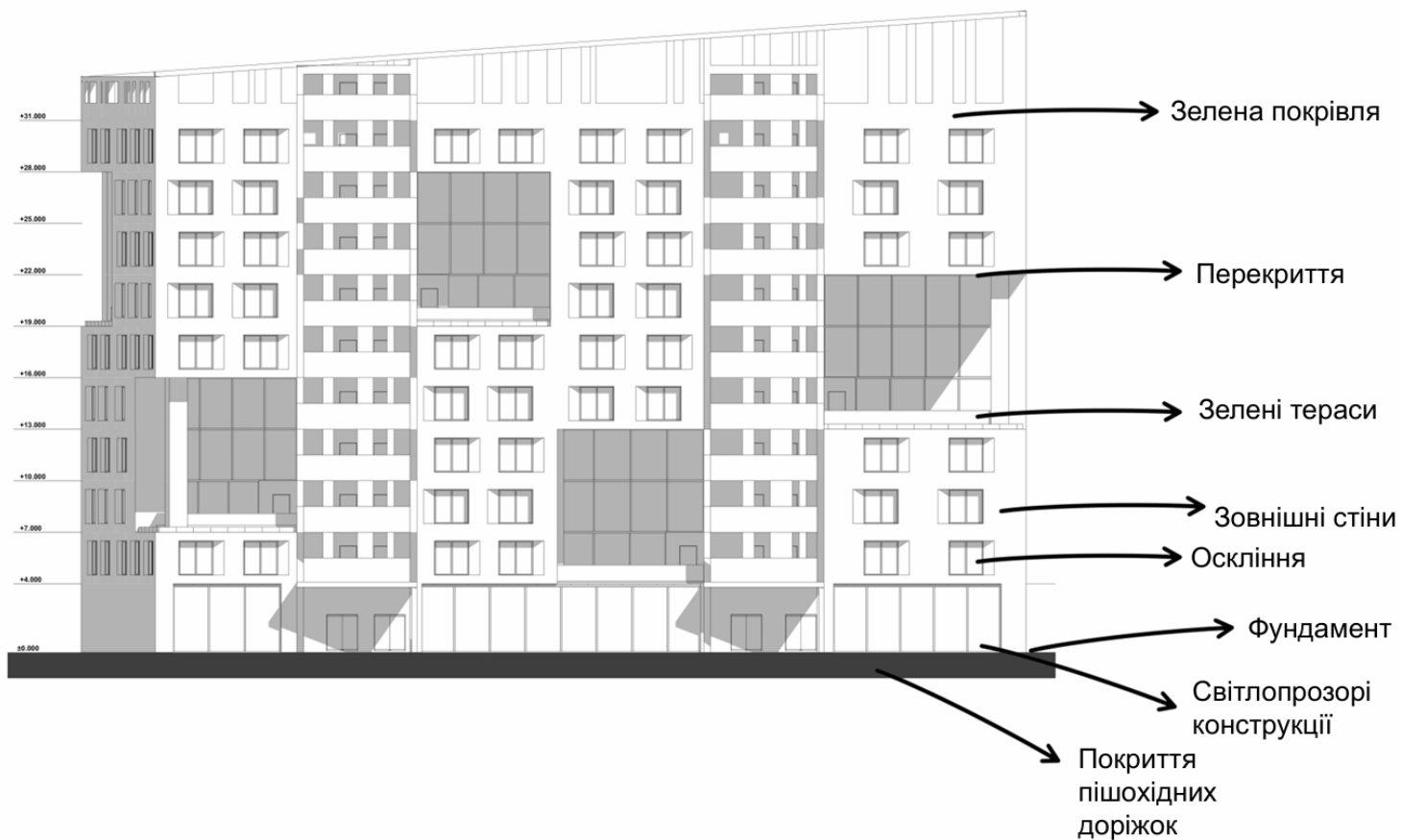
СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ №1

«ПІДБІР КОНСТРУКТИВНИХ ТА ОЗДОБЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ»

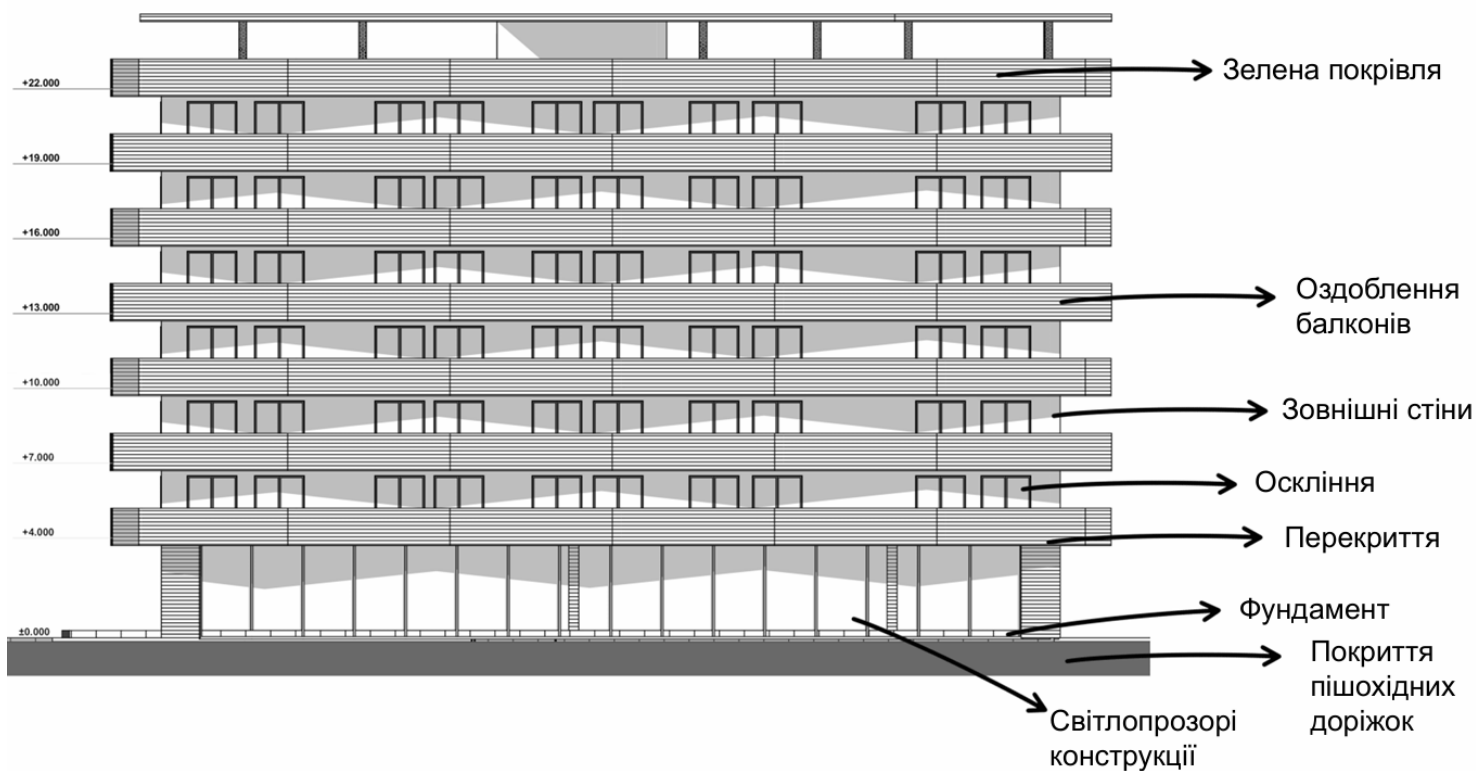
Виконала: Іванченко К.В.
Керівник: Роздорожнюк О.Я.

Київ 2026

Житловий будинок тип А



Житловий будинок тип Б



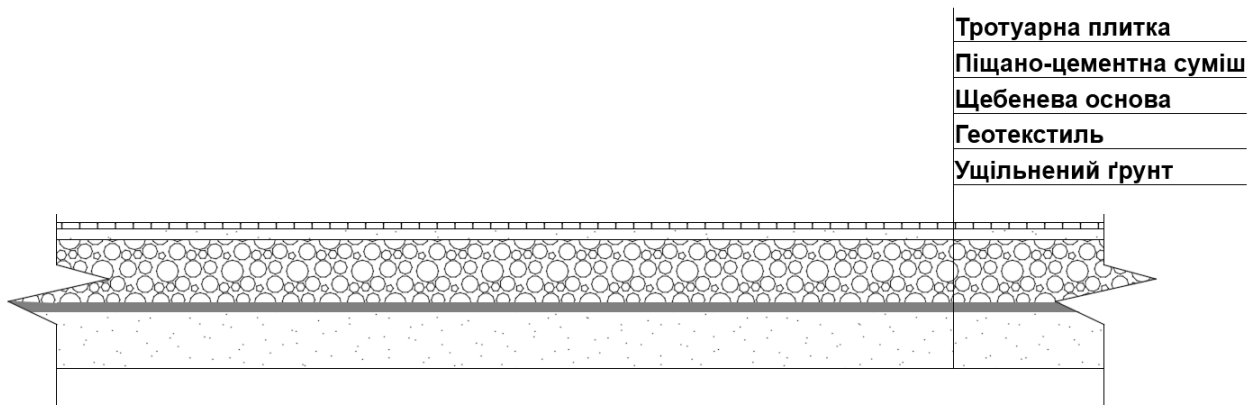
Житловий будинок тип В



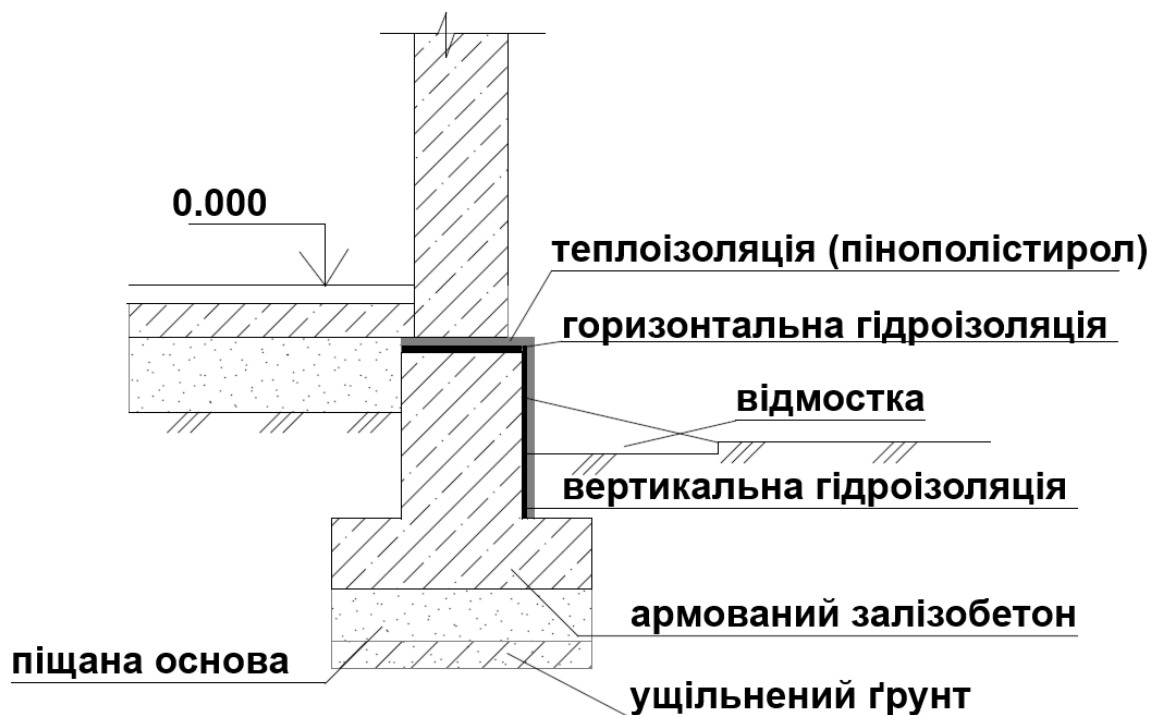
Тип конструкції	Матеріал
Покриття пішохідних доріжок	Тротуарна плитка (бетонна, клінкерна, водонепроникна)
	Піщано-цементна суміш
	Щебенева основа
	Геотекстиль
	Ущільнений ґрунт
Фундамент	Вертикальна гідроізоляція
	Армований залізобетон
	Теплоізоляція (екструдований пінополістирол)
	Гідроізоляція (ПВХ-мембрана)
	Цементно-піщаний розчин
	Піщана основа
	Ущільнений ґрунт
Переkritтя	Підлогове покриття (паркет)
	Звукоізоляція (мінеральна вата)
	З/б плита
Світлопрозорі конструкції	Сталевий профіль
	Енергоефективний склопакет трикамерний (аргон/криптон)
Зовнішні стіни	Штукатурка/ НРЛ панелі/фіброцемент
	Пароізоляція (мембрана)
	Теплоізоляція (мінеральна вата/аерогель)
	Залізобетон
Оскління	Внутрішня штукатурка
	Дерев'яно-/алюмінієві рами
	Трикамерні склопакети (аргон)
Оздоблення балконів	Навісна система (дерев'яні панелі)

Зелені дахи та тераси	Рослинний шар
	Субстрат
	Фільтруючий шар (геотекстиль)
	Дренажний шар (геомати/профільовані мембрани)
	Шар захисту від коріння
	Гідроізоляція (ПВХ/ТПО мембрана)
	Теплоізоляція (XPS/PIR)
	Пароізоляція
З/б плита перекриття	

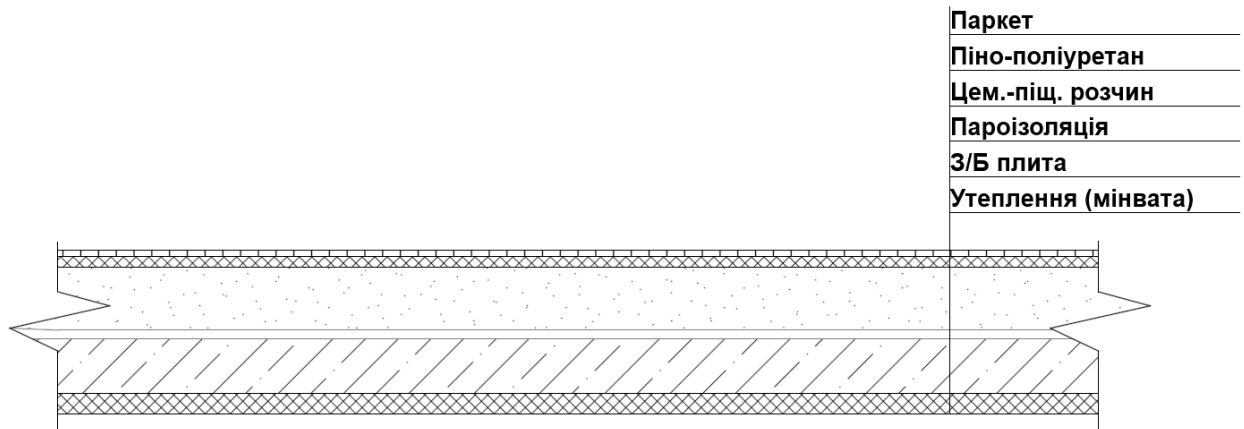
Аналіз матеріалів пішохідних доріжок:



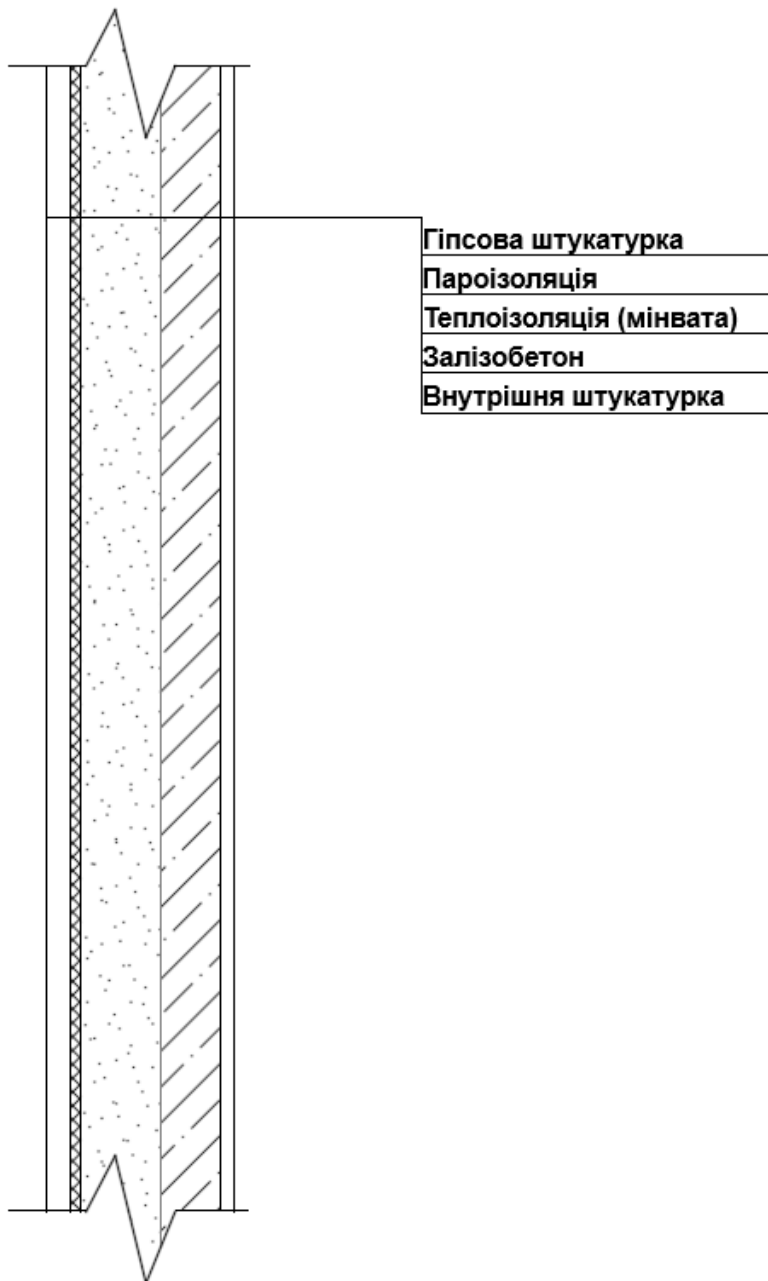
Аналіз матеріалів фундаменту:



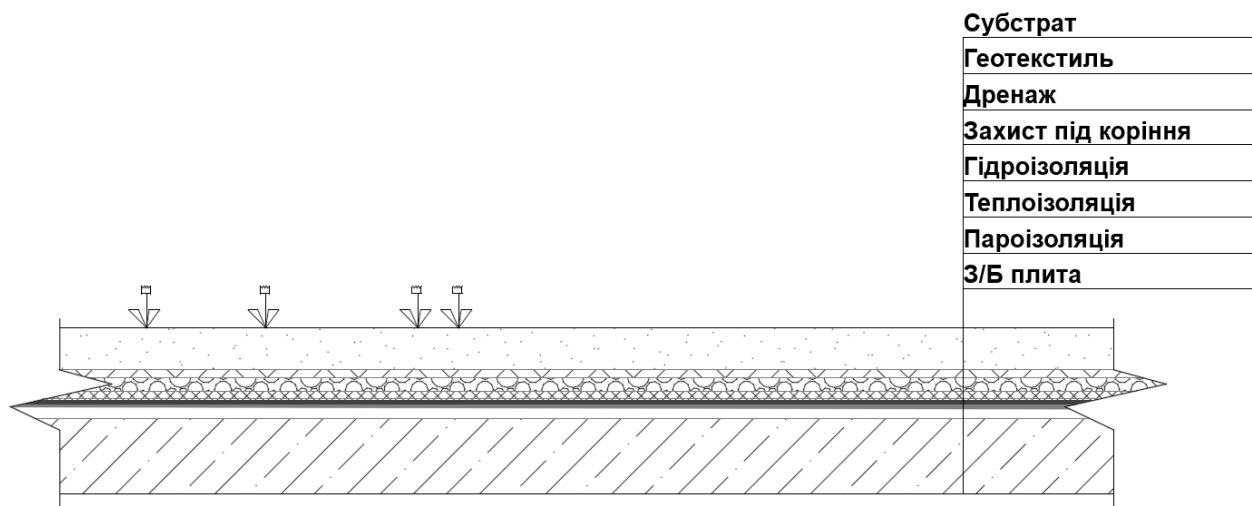
Аналіз матеріалів перекриття:



Аналіз матеріалів стіни:



Аналіз матеріалів перекриття зеленої покрівлі:



МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ



СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ №2

«ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ПАРКУ»

Виконала: Іванченко К.В.

Керівник: Роздорожнюк О.Я.

Київ 2026

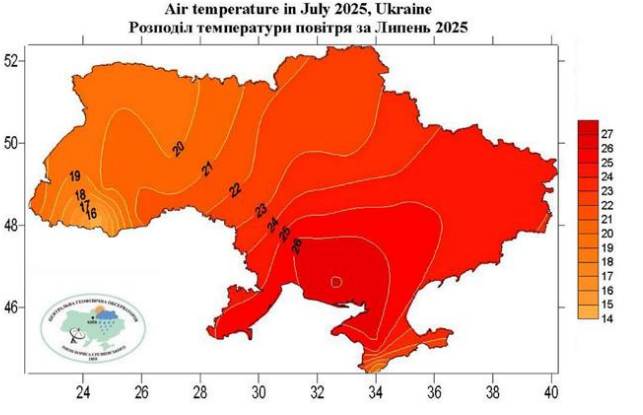
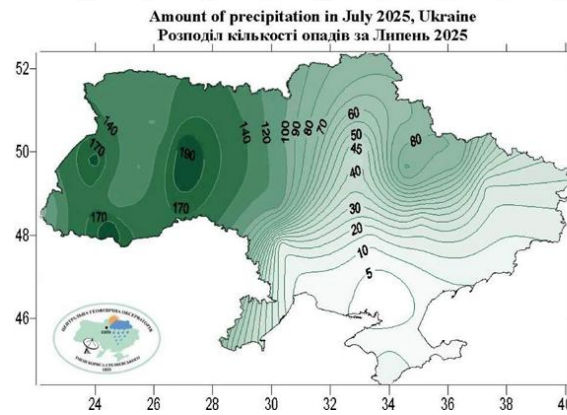
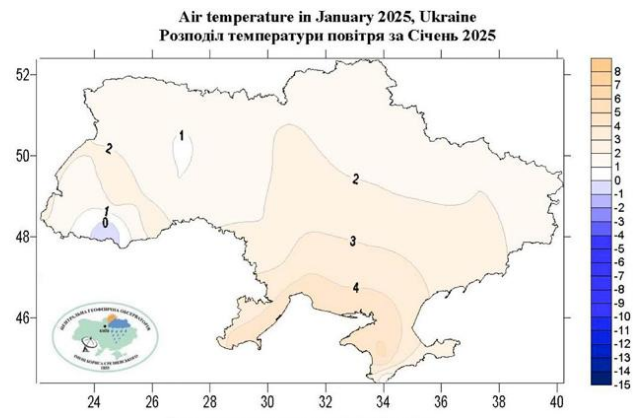
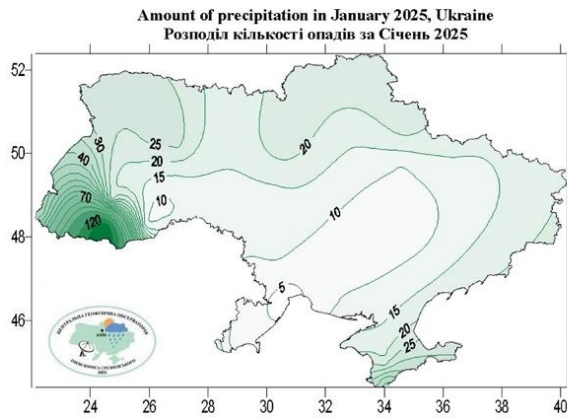
Ділянка розташована у м. Ірпінь київської області. Клімат помірно континентальний. Середня температура січня $-5,5$ °с, липня $+24$ °с. Середньорічна кількість опадів — близько 600 мм, найбільше в теплу пору року. Найближчим великим містом є Київ, тому дані будемо брати по ньому.

Клімат Києва за останні 10 років (січень 2013 - грудень 2022)													[сховати]
Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Середній максимум, °С	-0,8	2,1	7,4	15,2	21,2	26,3	27	27	20,6	13,6	5,7	1,6	13,9
Середня температура, °С	-3	0	4	11	16	23	22	21	16	10	4	1	10,1
Середній мінімум, °С	-4	-2,8	0,3	5,8	11,3	16,1	17	16,5	11,3	5,7	1,5	-1,8	6,3
Норма опадів, мм	47	42	38	34	89	50	57	40	53	40	39	48	570

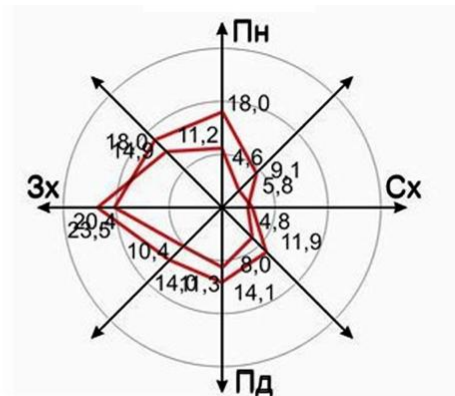
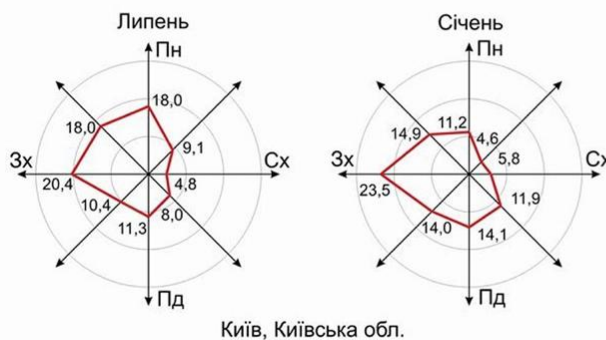
Відхилення від норми середньої місячної температури повітря та місячної кількості опадів у Києві (за даними ЦГО)

Характеристика	норма	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня місячна температура повітря (°С)	(1991 - 2020)	-3,2	-2,3	2,5	10,0	15,8	19,5	21,3	20,4	14,9	8,6	2,6	-1,8	9,0
	2025	2,1	-3,7	7,4	11,1	13,6	19,1	22,6	20,2	16,8	8,6			
	відхилення	5,3	-1,4	4,9	1,1	-2,2	-0,4	1,3	-0,2	1,9	0			
Місячна кількість опадів (мм)	норма (1991-2020)	37	39	40	42	65	74	68	56	58	46	46	47	618
	2025	25	12	37	47	64	57	97	48	45	72			
	відхилення	-12	-27	-3	5	-1	-17	29	-8	-13	26			

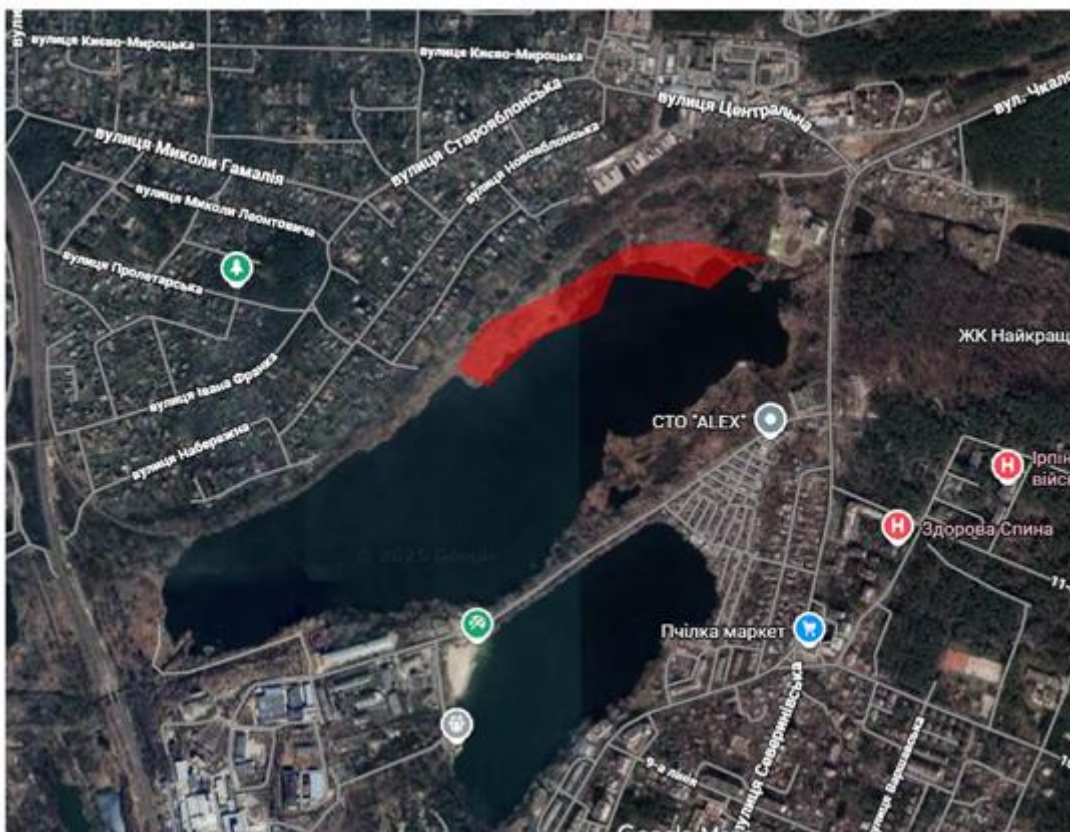
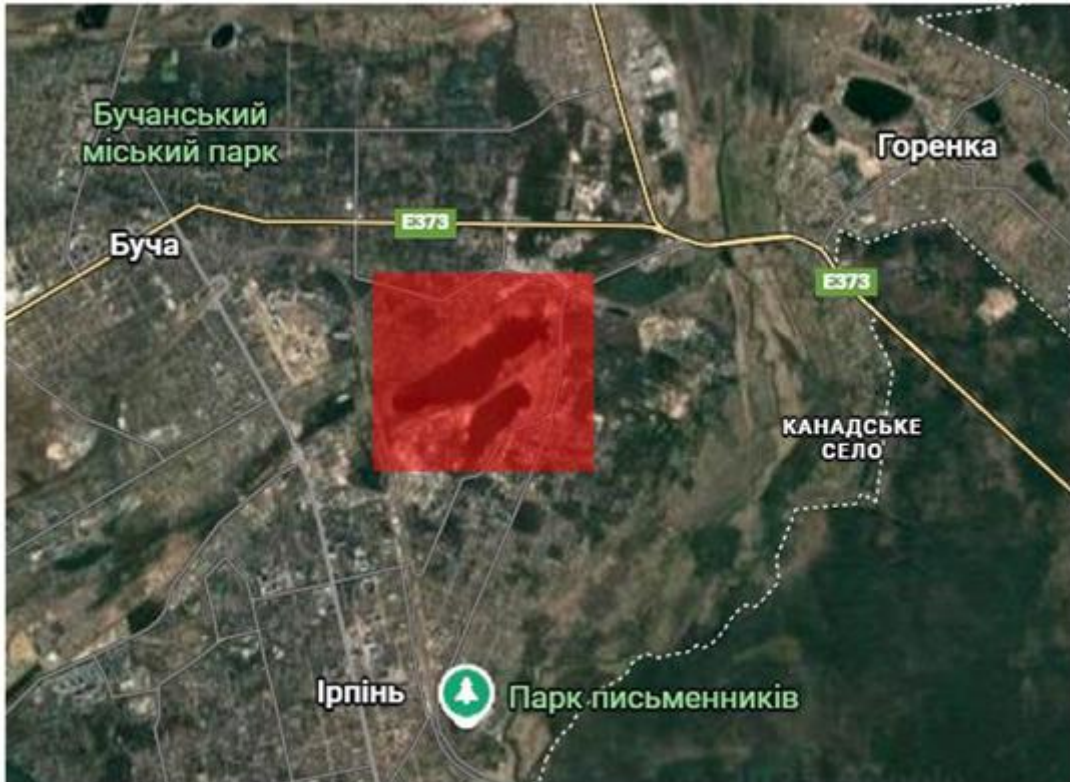
Клімат Києва помірно холодний континентальний, без вираженої сухої пори, з теплим літом. Середні температури коливаються: зимою середня добова температура $\sim -3 \dots -6$ °с, середні температури вдень у липні становлять $\sim 25-26$ °с. Опади: помірні, без сильної посушливої пори; щомісячні опади $\sim 45-75$ мм у літні місяці. За 2024 рік: найнижча температура зафіксована $-15,8$ °с (9 січня), найвища: $+36,0$ °с (16 липня). Підвищення середньої температури (особливо влітку) може означати більшу потребу в охолодженні будівель, тінювих рішеннях, збільшенні зелених насаджень, адаптації міської інфраструктури до спеки. Зимовий клімат стає м'якшим: менше морозів, можливо менше снігу — це впливає на енергоефективність, типи зовнішніх огорожувальних конструкцій, фасадні рішення.



Для території міста Києва та київської області характерний помірний вітровий режим із переважанням західних і північно західних напрямків у холодний період року та північних і південно-західних у теплий. У зимові місяці, зокрема у січні, найбільш частими є вітри західних і північно західних румбів, що зумовлено циркуляцією повітряних мас з Атлантики. Такі вітри приносять відносно тепле й вологе повітря, тому періоди сильних морозів у Києві зазвичай супроводжуються зміною напрямку на східний або північно-східний, що приносить холодні арктичні потоки. У літній період, особливо в липні, напрям вітру дещо змінюється — переважають північні, північно-східні та південно західні вітри. Це пов'язано з формуванням локальних термічних зон і антициклонів, які впливають на рух повітряних мас у середній течії дніпра. Загалом упродовж року вітри західного сектора (від південного-західного до північно-західного) мають найбільшу повторюваність і визначають загальний напрям переважної циркуляції.



Ділянка розташована на півночі м. Ірпінь, на межі з м. Буча київської області. Територія проєктування починається від залізної дороги на півночі, а з півдня прилягає до берега штучного озера на р. Бучанка, яке створює сприятливі рекреаційні умови та можливості для формування комфортного житлового середовища. Рельєф ділянки переважно рівнинний, без значних перепадів висот. На території відсутня існуюча забудова.









Ескіз генерального плану. Експлікація: 1.Житловий квартал; 2.Школа; 3.Спортивне ядро; 4.Площа ринок; 5.Набережна; 6.Пірс.




Територія забудови передбачає впровадження енергоефективних технологій, що забезпечує раціональне використання енергетичних ресурсів, зниження експлуатаційних витрат та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Застосування таких рішень сприяє підвищенню рівня комфорту проживання, формуванню сталого міського середовища та оптимізації функціонування інженерної інфраструктури кварталу.







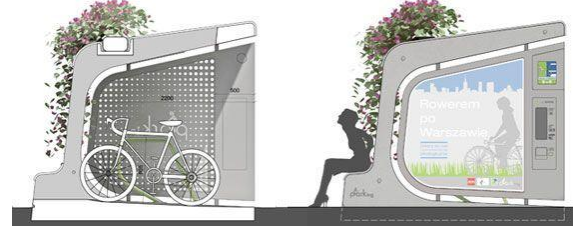
Ескізне зонування генерального плану.

Специфікація технологічних елементів та природних об'єктів

№	Назва	Опис	Фото
1	«Дерева» із сонячними панелями	Створюють тінь, дозволяють відпочити та підзарядити гаджети.	
2	«Дерева» для переробки вуглекислого газу	Тихі станції, що допомагають очистити повітря в людних місцях.	
3	Доріжка, що підсвічується, коли по ній ходять	Світлодіодні ліхтарі з датчиками руху, що вмикаються лише за необхідності.	
4	Доріжка, що дозволяє заряджати пристрої	Електроенергія виробляється за допомогою кінетичної енергії під час руху людей.	

5	<p>Дитячий майданчик, що виробляє електроенергію</p>	<p>Електроенергія виробляється за допомогою кінетичної енергії під час руху дітей. Дозволяє зекономити значну кількість електроенергії та робить майданчик абсолютно автономним.</p>	
6	<p>Тренажери, що виробляють електроенергію</p>	<p>Електроенергія виробляється за допомогою кінетичної енергії під час руху людей. Дозволяє зекономити значну кількість електроенергії та робить спортивний майданчик абсолютно автономним.</p>	
7	<p>Вітрогенератори</p>	<p>Тихі вітрогенератори, розташовані на березі озера.</p>	

8	Ліхтарі на вітрогенераторах та сонячних панелях	Автономне вуличне освітлення, що працює за будь якої погоди.	 <p>The image shows a promotional poster for a 'Multi-Functional Streetlight using Hybrid energy'. The poster features a photograph of a modern streetlight with a curved arm and a solar panel. Text on the poster includes the title 'Multi-Functional Streetlight using Hybrid energy', a 'Concept' section describing the design, and three technical specifications: 'Solar panel 80W', 'LED Light 70W', and 'Wind Blade 600W'. Each specification is accompanied by a small diagram and a brief description of its function.</p>
9	Безшумні вітрогенератори	Тихі вітрогенератори, що відповідають рівню шуму в міському середовищі.	 <p>The image shows a large, white, tree-like structure in a park setting. The structure has a central trunk and many branches, each ending in a small, green, teardrop-shaped wind turbine. The turbines are arranged in a way that they resemble leaves on a tree. The structure is set on a concrete base in a grassy area with trees and bushes in the background.</p>

10	Лавки, що зберігають дощову воду	Дозволяють використовувати воду більш заощадливо.	<p>The 'Rain Storage' Bench</p> <p>Background The 'Rain Storage' Bench is a water container that stands outside park and garden. It reduces the amount of raindrop from sky going straight into a gully. Saving water is one of the world's environmental problems. But I think rainwater could solve the some water shortage. I want to address this problem of water usage in the park and garden, encouraging the usage of as much rainwater as possible, designing the task of 'Rain Storage' Bench one of enjoyment that works in harmony with park and garden.</p>  <p>Design Concept</p> <p>SKY Water/Sunshine SEA</p> <p>it takes 5 seconds to fill 0.5L bottle, an ordinary shower lasts 15 minutes: the equivalent 180 bottles of water!</p>
11	Автомобільні паркінги із зеленою експлуатованою покрівлею та сонячними панелями	Сонячні панелі дозволяють заряджати електроавтомобілі, не навантажуючи міські електромережі. Експлуатована зелена покрівля слугує як додатковий рекреаційний простір.	
12	Зелені лавки та місця для парковки велосипедів	Острівці зелені, що дозволяють відпочити та підзарядитись.	

Також кожний житловий будинок має зелену покрівлю, що сприяє зниженню теплового навантаження на будівлі, покращенню теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій, зменшенню ефекту «теплового острова» та формуванню сприятливого мікроклімату в межах кварталу.

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ



СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ №3

«РОЗРАХУНОК АРХІТЕКТУРНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ЗИМОВИМИ
УМОВАМИ»

Виконала: Іванченко К.В.
Керівник: Роздорожнюк О.Я.

Київ 2026

Вихідні дані для м. Ірпінь беремо по м. Київ

Середня температура найбільш холодної доби з 0,98 (тн) °С	-25
Середня температура найбільш холодної доби з 0,92 (t) °С	-22
Середня температура найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 (t)°С	-21
Температура внутрішнього повітря, (тв) °С	20
Відносна вологість внутрішнього повітря, %	50
Температура, за якої повітря досягає стану насиченості (tтр) °С	8,3
Товщина конструктивного шару огорожувальної конструкції, (м)	σ
Щільність матеріалу в сухому стані кожного конструктивного шару огорожувальної конструкції, (кг/м ³)	ρ
Розрахункове значення коефіцієнту теплопровідності матеріалу, (Вт/м*°С)	λ
Розрахункове значення коефіцієнту теплопровідності матеріалу кожного конструктивного шару стіни, (Вт/м*°С)	s
Коефіцієнт паропроникності, (Вт/м *°С)	μ
Нормативний температурний перепад, (Δt н) °С	4
Коефіцієнт, прийнятий у залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, (n)	1
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, (αв) Вт/м ² оС	8,7
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, (αв) Вт/м ² оС	23
Термічний опір замкнутої поверхні прошарку, (Rв.п) м ² *°С/Вт	0,15
Показник теплосвоєння поверхні підлоги, (Υ0н) м ² * °С/Вт	12

Структура стіни	σ м	ρ кг/м ³	λ Вт/м°С	s Вт/м°С	μ мг/м·ч·Па	Rп м ² °С/Вт
Гіпсова штукатурка	0,02	1800	0,93	5,28	0,11	
Пароізоляція	0,0001					0,9
Теплоізоляція (мінвата)	0,1	200	0,06	1,01	0,45	
Залізобетон	0,07	2500	2,04	18,95	0,03	
Внутр. штукатурка	0,005	1800	0,93	11,09	0,09	

Структура перекриття	σ м	ρ кг/м ³	λ Вт/м°С	s Вт/м°С	μ мг/м·ч·Па	Rп м ² °С/Вт
Паркет	0,02	700	0,15	4,21		
Піно-поліуретан	0,03	150	0,036	0,85	0,011	
Цем.-піщ. розчин	0,005	1600	0,47	9,76	0,12	

Пароізоляція	0,0001					0,9
Залізобетон	0,16	2500	2,04	18,95	0,03	
Мінеральна вата	0,15	200	0,06	1,01	0,45	

Розрахунок огорджувальних конструкцій за критичними зимовими умовами

I. Необхідний опір теплопередачі огорджуючих конструкцій.

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n(t_B - t_H)}{\Delta t^n \alpha_B}$$

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1(20+25)}{5 \cdot 8,7} = 1,03 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

II. Опір теплопередачі R_0 , кв.м· $^\circ\text{C}/\text{Вт}$, огорджуючої конструкції

$$R_0 = 1/a_B + R_k + 1/a_H$$

$$R_{\text{ВП}} = 1/a_3 + 1/a_B = 1/23 + 1/8,7 = 0,16 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_\Sigma = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{\text{ВП}}$$

$$R = \delta/\lambda$$

$$R_1 = 0,02/0,93 = 0,02 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_2 = R_{\text{П}} = 0,9 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_3 = 0,1/0,06 = 1,7 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_4 = 0,07/2,04 = 0,03 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_5 = 0,005/0,47 = 0,01 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

$$R_k = 0,02 + 0,9 + 1,7 + 0,03 + 0,01 = \mathbf{2,66 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}}.$$

$$R_\Sigma = 0,02 + 0,9 + 1,7 + 0,03 + 0,01 + 0,16 = \mathbf{2,82 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}}.$$

III. Перевірка огорджувальної конструкції на відсутність конденсатів на внутрішній поверхні.

$$t_{BH} = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot R_B,$$

$$R_B = 0,115 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$t_{BH} = 20 - (20 + 25)/2,82 \cdot 0,115 = 18,16 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Таким чином $18,16 > 8,3$

IV. Розрахунок температури кожного шару огорджувальних конструкцій

$$t_{BH} = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot (R_B + \Sigma R_i)$$

$$\Sigma R_i = R^1 + R^2 + R^3 + \dots + R_n + R_i$$

$$T_B = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot R_B$$

$$T_H = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot (R_B + R_K)$$

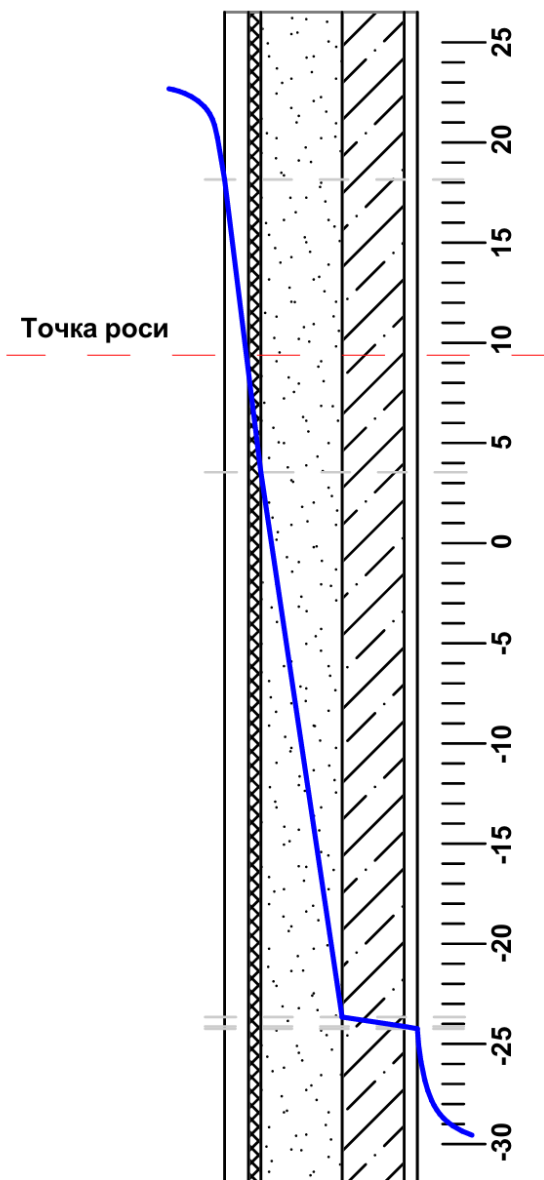
$$T_B = 20 - (20 + 25) / 2.82 * 0.115 = 18.16 \text{ } ^\circ\text{C/BT}$$

$$T_2 = 20 - (20 + 25) / 2.82 * (0.115 + 0.92) = 3.48 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_3 = 20 - (20 + 25) / 2.82 * (0.115 + 2.62) = -23.64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_4 = 20 - (20 + 25) / 2.82 * (0.115 + 2.65) = -24.12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_5 = 20 - (20 + 25) / 2.82 * (0.115 + 2.66) = -24.28 \text{ } ^\circ\text{C}.$$



Розрахунок перекриття за критичними зимовими умовами

I. Розрахунок теплозасвоєння поверхні підлоги

$$Y_{\text{II}}^{\text{H}}=12 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

II. Визначення теплового опору підлоги

$$R=\delta/\lambda$$

$$R_1=0.02/0.15=0.13 \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

$$R_2=0.03/0.036=0.83 \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

$$R_3=0.005/0.47=0.01 \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

$$R_4=R_{\text{II}}=0,9 \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

$$R_5=0.16/2.04=0.08 \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

$$R_6=0.15/0.06=2.5 \text{ м}^2\text{C/Вт}.$$

$$\mathbf{R_K=4.45 \text{ м}^2\text{C/Вт}}$$

$$R_{\Sigma}=R_K+R_B+R_H$$

$$R_H=0.043 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

$$\mathbf{R_{\Sigma}=4.45+0.115+0.043=4.608 \text{ м}^2\text{C/Вт}}$$

III. Визначення теплової інерції підлоги

$$D = R*s$$

$$D_1=0.13*4.21=0.5473 \text{ м};$$

$$D_2=0.83*0.85=0.7055 \text{ м};$$

$$D_3=0.01*9.76=0.0976 \text{ м};$$

$$D_4=0 \text{ м};$$

$$D_5=0.08*0.03=0.0024 \text{ м};$$

$$D_6=2.5*0.45=1.125 \text{ м};$$

$$\mathbf{D_{\Sigma}=2.4778\text{м}.$$

V. Визначення температури кожного шару

$$t_{BH} = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot (R_B + \Sigma R_i)$$

$$\Sigma R_i = R^1 + R^2 + R^3 + \dots + R_n + R_i$$

$$T_B = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot R_B$$

$$T_H = t_B - \left(\frac{t_B - t_H}{R_\Sigma} \right) \cdot (R_B + R_K)$$

$$T_B = 20 - (20 + 25) / 4.608 * 0.115 = 18.88 \text{ } ^\circ\text{C/BT}$$

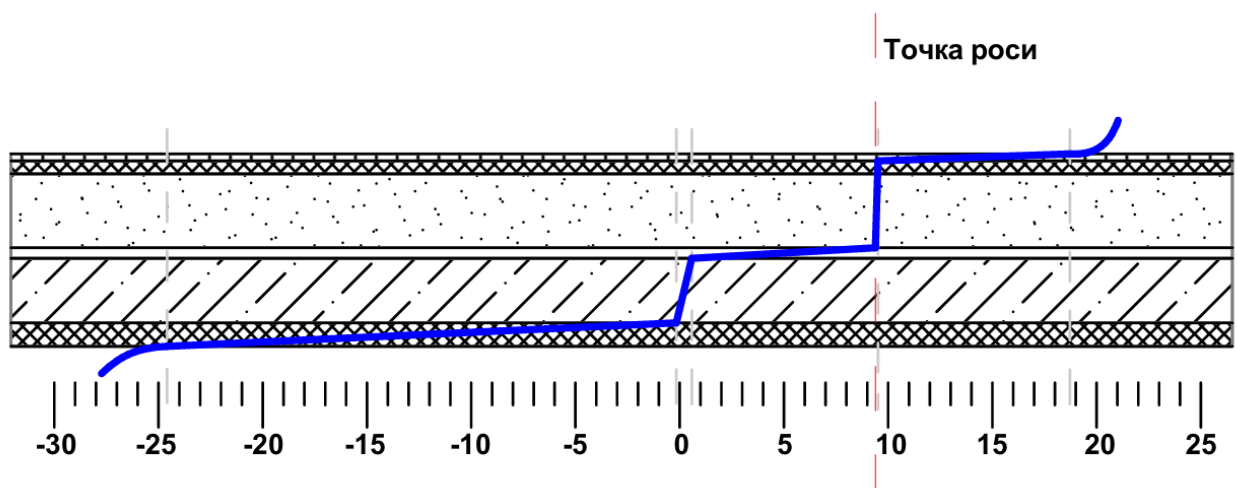
$$T_2 = 20 - (20 + 25) / 4.608 * (0.115 + 0.96) = 9.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_3 = 20 - (20 + 25) / 4.608 * (0.115 + 0.97) = 9.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_4 = 20 - (20 + 25) / 4.608 * (0.115 + 1.87) = 0.62 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_5 = 20 - (20 + 25) / 4.608 * (0.115 + 1.95) = -0.17 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$T_6 = 20 - (20 + 25) / 4.608 * (0.115 + 4.45) = -24.58 \text{ } ^\circ\text{C}.$$



МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ОБРАЗОТВОРЧОГО МИСТЕЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ



СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ №4

«КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД»

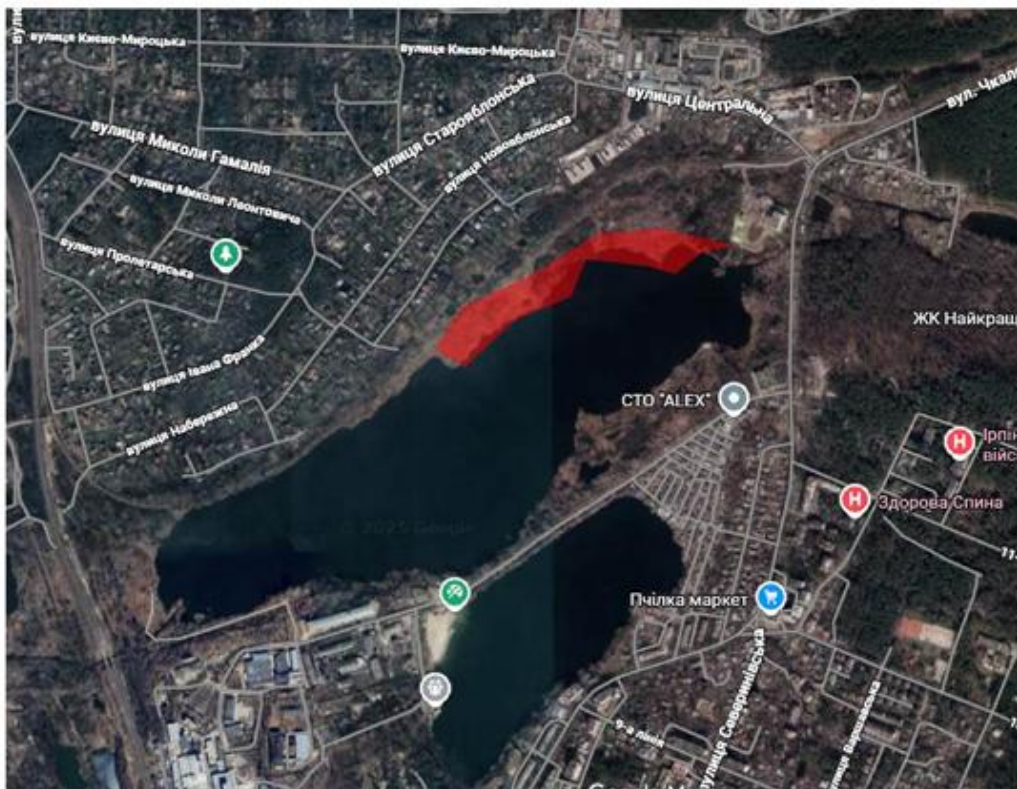
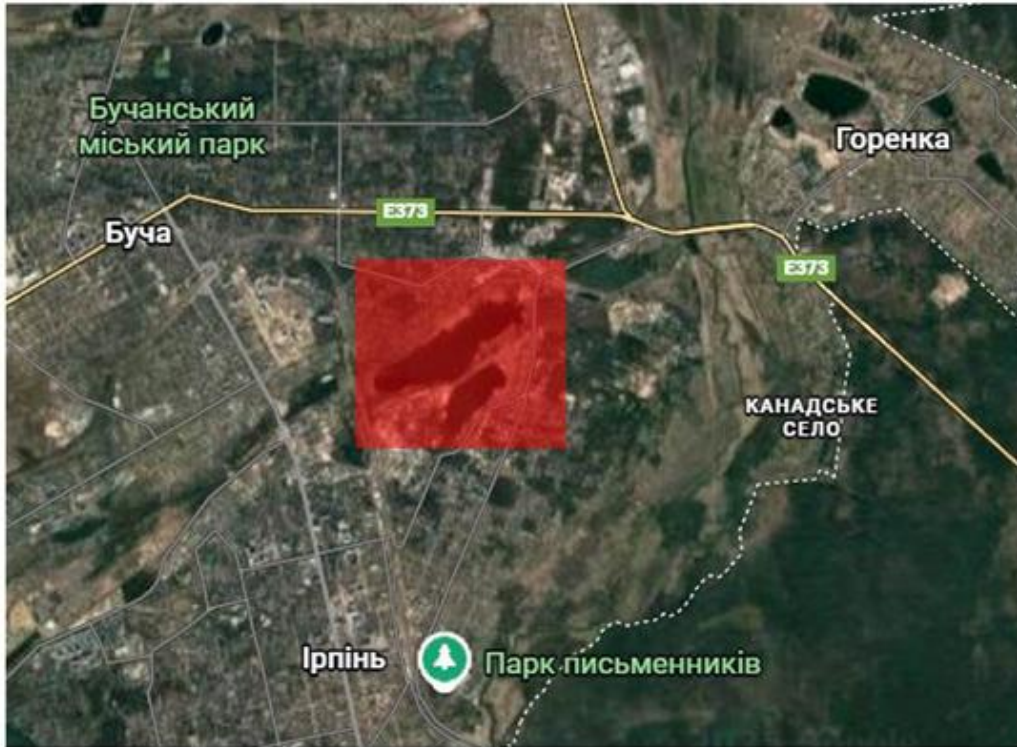
Виконала: Іванченко К.В.

Керівник: Стоянович С.В.

Київ 2026

Опис об'єкта та проєктні креслення:

Ділянка розташована на півночі м. Ірпінь, на межі з м. Буча київської області. Територія проєктування починається від залізної дороги на півночі, а з півдня прилягає до берега штучного озера на р. Бучанка, яке створює сприятливі рекреаційні умови та можливості для формування комфортного житлового середовища. Рельєф ділянки переважно рівнинний, без значних перепадів висот.



На території відсутня існуюча забудова.



Ескіз генерального плану. Експлікація: 1.Житловий квартал; 2.Школа; 3.Спортивне ядро; 4.Площа ринок; 5.Набережна; 6.Пірс.

Житлова забудова поділяється на три типи:

- Житловий будинок тип А – 10-8 поверховий будинок з терасами та екстенсивною зеленою покрівлею.

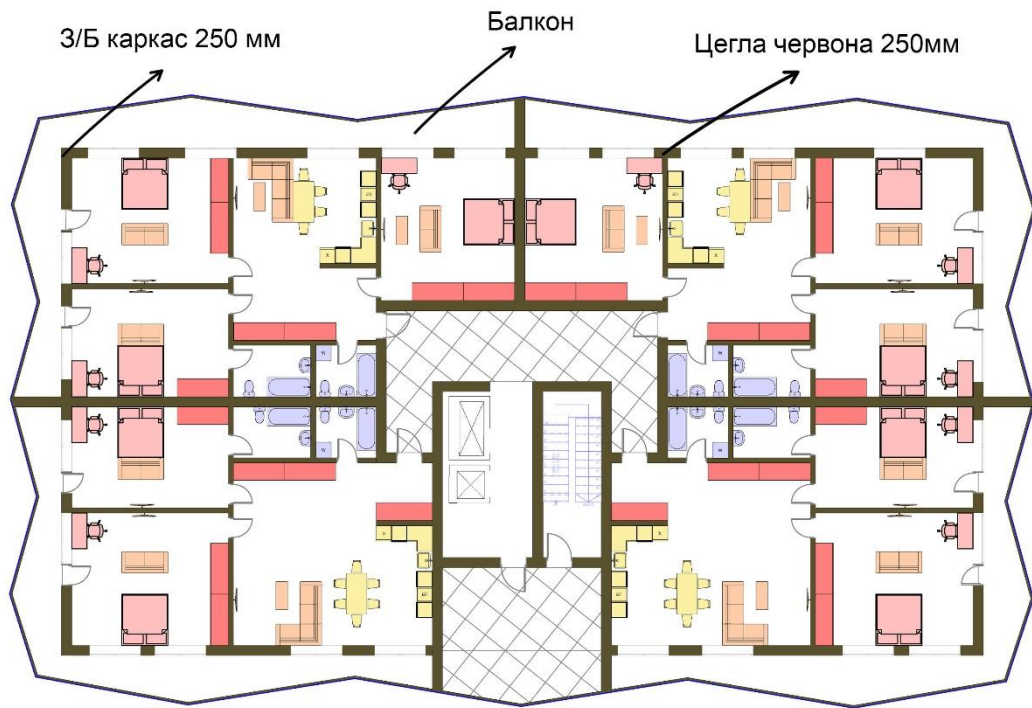
Житловий будинок тип А



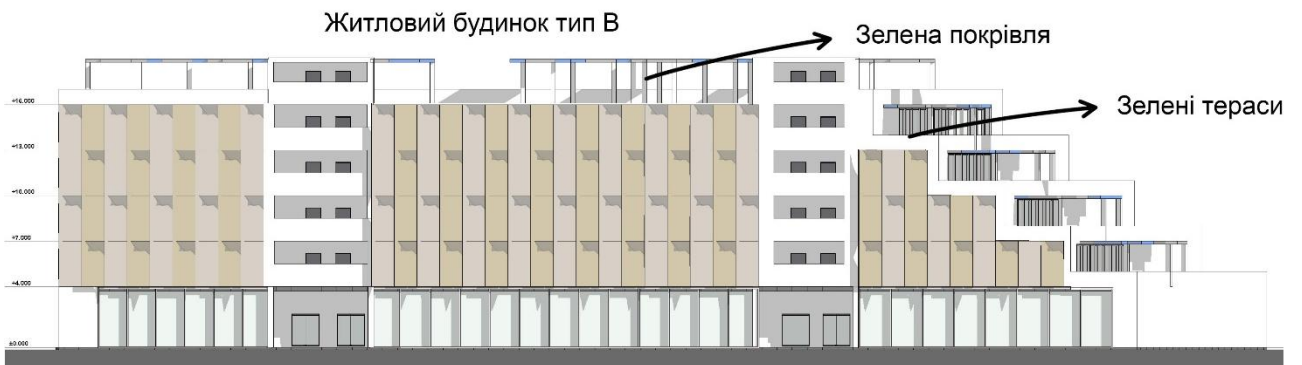


- Житловий будинок тип Б – 7-ми поверховий будинок з екстенсивною зеленою покрівлею.





- Житловий будинок тип В – 5-ти поверховий будинок з терасами на кожному поверсі та інтенсивною зеленою покрівлею.



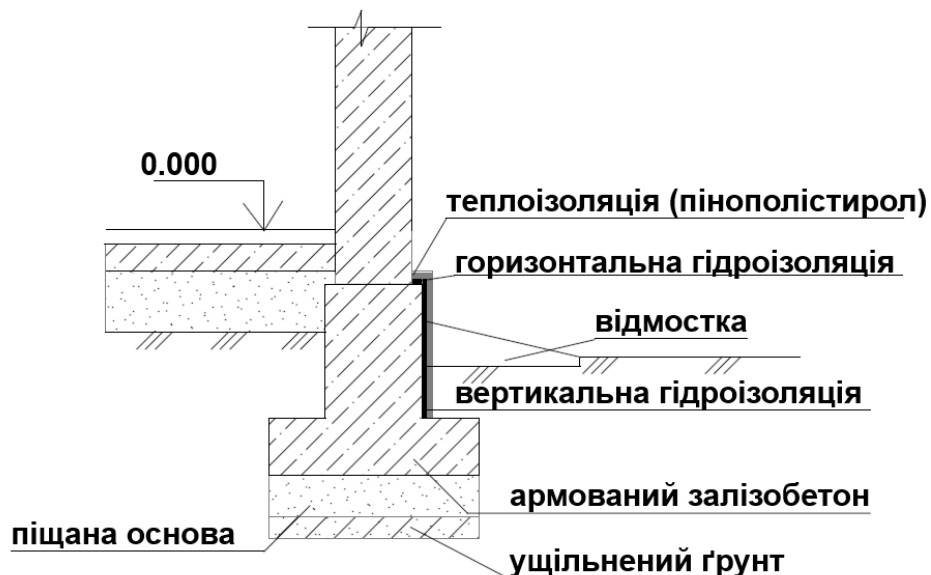
Обґрунтування вибору несучих конструкцій:

Принципово конструктивні рішення кожного типу будинку однакові за винятком оздоблення фасадів. Прийнята конструктивна схема базується на поєднанні принципів енергоефективності та сучасних будівельних матеріалів. Несуча система житлових будинків виконана із використанням залізобетону, що забезпечує високу просторову жорсткість, довговічність та надійність конструкції.

Фундамент будівлі прийнято у вигляді монолітного залізобетонного стрічкового фундаменту з розширеною подошвою, який забезпечує надійну передачу навантаження від несучих стін на основу. Застосування стрічкового фундаменту є доцільним для будівель із несучими стінами, оскільки він дозволяє рівномірно розподіляти навантаження вздовж усієї довжини стін та забезпечує достатню жорсткість конструкції. Розширена подошва фундаменту зменшує питомий тиск на ґрунт і підвищує стійкість будівлі, запобігаючи нерівномірним осіданням. Конструкція фундаменту передбачає комплекс заходів із захисту від вологи та тепловтрат, а також ефективний водовідвід.

1. Фундамент:

- Тип: залізобетонний стрічковий фундамент;
- Вертикальна гідроізоляція по зовнішній поверхні фундаменту;
- Теплоізоляція: екструдований пінополістирол по зовнішньому контуру 120мм;
- Дренаж: кільцева дренажна система по периметру будівлі.



Зовнішні стіни виконані з використанням залізобетонного каркасу, заповненим червоною цеглою. Таке рішення забезпечує високу несучу здатність конструкцій, їхню стійкість до зовнішніх впливів та довговічність. Залізобетонний каркас ефективно сприймає як вертикальні, так і горизонтальні навантаження, що особливо важливо для забудови з зеленими дахами. Для забезпечення нормативних теплотехнічних характеристик у складі огорожувальної конструкції передбачається також теплоізоляційний та пароізоляційний шари. Це дозволяє зменшити тепловтрати будівлі та забезпечити відповідність вимогам енергоефективності. Фасади оздоблені штукатуркою та дерев'яними фасадними панелями. Розрахунок несучої стіни за критичними зимовими умовами знаходиться в спеціальному розділі №3 «Розрахунок архітектурних конструкцій за зимовими умовами».

2. Несучі стіни:

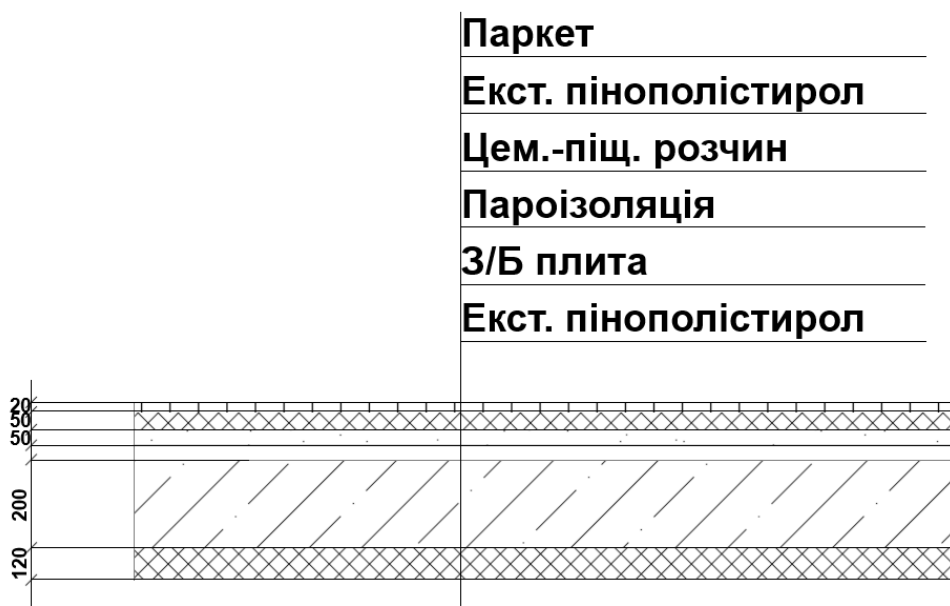
- Несна конструкція: залізобетонний каркас 250мм;
- Заповнення: цегла червона 250мм;
- Теплоізоляція ззовні: мінераловатні плити 120мм;
- Зовнішнє оздоблення: штукатурка зовнішня 20мм;
- Внутрішнє оздоблення: штукатурка 10мм.



Міжповерхові перекриття прийняті у вигляді монолітних залізобетонних плит, які забезпечують високу міцність, жорсткість та довговічність. У місцях розташування експлуатованих терас та озелених покрівель конструкція перекриття підсилюється. Монолітна залізобетонна плита має збільшену товщину та розраховується з урахуванням додаткових навантажень. Розрахунок перекриття за критичними зимовими умовами знаходиться в спеціальному розділі №3 «Розрахунок архітектурних конструкцій за зимовими умовами».

3. Міжповерхове перекриття:

- Тип: монолітні залізобетонні плити 200 мм;
- Теплоізоляція підлоги: екструдований пінополістирол 50мм;
- Теплоізоляція під плитою перекриття: екструдований пінополістирол 120мм;



4. Перекриття терас та зелених дахів:

- Тип: монолітна залізобетонна плита 500 мм;
- Пароізоляція: пароізоляційна мембрана;
- Теплоізоляція: екструдований пінополістирол 120мм;
- Гідроізоляція: гідроізоляційна мембрана;
- Шар захисту від коріння;
- Дренажний шар: геомати;

- Фільтруючий шар: геотекстиль;
- Субстрат: 150-200 мм для екстенсивної та 600-800 мм для інтенсивної покрівлі;
- Рослинний шар.

