

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

ПОГОДЖЕНО

**Директор ННІ лісового і садово-
паркового господарства**

_____ Роман ВАСИЛИШИН
« ____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри ландшафтної
архітектури та фітодизайну**

_____ Олена КОЛЕСНІЧЕНКО
« ____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: АЛЬТЕРНАТИВНІ МЕТОДИ ОЗЕЛЕНЕННЯ

Спеціальність 206 – Садово-паркове господарство

Освітня програма – Садово-паркове господарство

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к.б.н., доцент _____ Ірина СИДОРЕНКО

Керівник магістерської роботи

к.с.-г.н., доцент _____ Олеся ПІХАЛО

Виконав _____ Вадим САВІН

Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ННІ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ландшафтної
архітектури та фітодизайну
д. б. н., професор
Олена КОЛЕСНІЧЕНКО
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ _____ ” _____ 20____ року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА

Савіну Вадиму Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 206 Садово-паркове господарство
(код і назва)

Освітня програма Садово-паркове господарство
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Альтернативні методи озеленення
затверджена наказом від “29” жовтня 2024 р. №1940«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи схема друковані та інтернет-джерела

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- проаналізувати принципи та основи альтернативного озеленення;
- вивчити основні типи альтернативного озеленення;
- проаналізувати сучасні взірцеві приклади альтернативного озеленення;
- провести аналіз території для впровадження альтернативного озеленення, як основного інструменту ревіталізації.

Перелік графічного матеріалу (за потреби): візуалізації проектних рішень

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Олеся ПІХАЛО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Вадим САВІН
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота подана на 59 сторінках. В ній містяться 28 ілюстрацій, для написання було використано 31 літературне джерело.

В даній роботі проведено аналіз особливостей альтернативних методів озеленення в урбанізованому середовищі. Досліджуються їх технологічні та функціональні особливості, можливості використання в різноманітних просторах. Робота присвячена теоретичним засадам, концептуальним підходам та практичним принципам формування альтернативного озеленення як ключового елементу сталої міської зеленої інфраструктури.

Ключові слова: концепція екосистемних послуг, принцип “м’якого міста”, біофільний дизайн, екологічні, соціальні, економічні принципи, типи озеленення - вертикальне озеленення, зелені дахи, модульне та контейнерне озеленення

У висновках наведено короткий підсумок щодо описаних методів та можливості й перспективи їх застосування

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРИНЦИПИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ.....	8
1.1. Загальна інформація та концептуальні підходи до альтернативного озеленення.	8
1.2. Основні принципи формування альтернативних зелених просторів: екологічні, соціальні, економічні.....	8
1.3. Сталість, як ключовий критерій альтернативних методів озеленення.....	12
1.4. Фактори, що впливають на вибір та ефективність альтернативних методів: доступність ресурсів, освітлення та ін.....	13
РОЗДІЛ 2. ТИПИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ.....	16
2.1. Вертикальне озеленення: технології, переваги та недоліки.	18
2.2. Конструктивні та функціональні особливості зелених дахів.....	23
2.3. Модульне і контейнерне озеленення: гнучкість, мобільність та сфери застосування.....	27
РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ ПРИКЛАДИ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ.....	32
3.1. Огляд прикладів сучасного альтернативного озеленення у світовій практиці.....	32
3.2. Перспективи впровадження альтернативних методів озеленення в Україні.....	37
РОЗДІЛ 4. АЛЬТЕРНАТИВНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ.....	41
4.1. Концепція кишенькових парків та їх роль у підвищенні якості міського середовища.	41
4.2. Вертикальне озеленення в контексті збільшення площ озелених територій.....	44
4.3. Луки в містах, як елемент міського біорізноманіття.....	46
4.4. Сучасні сади на штучних основах.....	49
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57

ВСТУП

Сучасні міста стикаються зі зростаючими викликами, пов'язаними з урбанізацією, зміною клімату, "тепловими островами" та зниженням біорізноманіття. Традиційні підходи до міського озеленення, що базуються переважно на парках і скверах, виявляються недостатніми для забезпечення необхідного екологічного та естетичного балансу в умовах щільної забудови. Це створює нагальну потребу у впровадженні інноваційних, альтернативних методів озеленення, які дозволяють інтегрувати рослинність у вертикальні та горизонтальні поверхні будівель, мінімізуючи при цьому потреби в площі.

Актуальність теми. Дослідження альтернативних методів озеленення, таких як вертикальне озеленення (живі стіни), зелені дахи та інтегровані фітомеліоративні системи, є актуальним як з екологічної (покращення якості повітря, зменшення стоку дощових вод), так і з економічної (зниження енергоспоживання будівель, підвищення вартості нерухомості) точок зору. В Україні, особливо в контексті післявоєнної відбудови та створення "зелених" та енергоефективних міст, вивчення та впровадження цих технологій набуває стратегічного значення.

Об'єкт дослідження - процес формування та оптимізації міського зеленого фонду.

Предмет дослідження - альтернативні технології та методи інтеграції рослинності у штучні елементи міського середовища

Мета роботи - теоретичне обґрунтування щодо впровадження найбільш ефективних альтернативних методів озеленення у міське середовище з урахуванням кліматичних, архітектурних та економічних факторів.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- Проаналізувати світовий досвід та класифікувати існуючі альтернативні методи озеленення (вертикальні сади, зелені дахи, ін.) за їх функціональністю та конструктивними особливостями.

- Визначити екологічні, економічні та соціальні переваги і недоліки кожного з альтернативних методів.
- Оцінити вплив різних систем озеленення на мікроклімат міського середовища та енергоспоживання будівель.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс наукових методів: системний аналіз та синтез (для узагальнення теоретичних засад), порівняльно-аналітичний метод (для оцінки різних методів озеленення), методи статистичного та графічного моделювання (для оцінки економічної та екологічної ефективності), а також метод експертних оцінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРИНЦИПИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

1.1. Загальна інформація та концептуальні підходи до альтернативного озеленення

Альтернативне озеленення ґрунтується на кількох ключових теоретичних засадах, що випливають із критики модерністського планування та новітніх екологічних знань.

Концепція екосистемних послуг – це фундаментальна основа. Вона розглядає природу в місті не як декорацію, а як працівника, який надає важливі послуги, такі як регулювання клімату (зниження температури повітря, боротьба з ефектом міського теплового острова завдяки тіні та випаровуванню), гідрологічне регулювання (поглинання дощової води, зменшення навантаження на каналізаційні системи та запобігання підтопленням), очищення повітря (фільтрація забруднюючих частинок та поглинання CO₂) [3].

Принцип «М'якого міста» - концепція, яку просуває Девід Сім, наголошує на тому, що міське середовище має бути комфортним, людським і безпечним для повсякденного життя. Озеленення тут є не ізольованим парком, а невід'ємною частиною вулиць, дворів та фасадів, що стимулює пішохідну та велосипедну активність [2], створює місця для неформального спілкування та відпочинку, підтримуючи соціальну згуртованість.

Біофільний дизайн. Ця теорія базується на вродженій потребі людини у зв'язку з природою. Включення природних форм, світла та рослинності в забудоване середовище має прямий позитивний вплив на психічне здоров'я, зниження стресу та підвищення продуктивності мешканців.

1.2 Основні принципи формування альтернативних зелених просторів: екологічні, соціальні, економічні

Формування альтернативних зелених просторів в сучасному урбанізмі є багатовимірним процесом, що ґрунтується на принципах сталого розвитку та комплексного функціонального підходу. Ці простори виходять за межі традиційного паркового озеленення, інтегруючись у міську інфраструктуру та надаючи критично важливі екосистемні послуги.

Нижче наведено основні принципи їхнього формування:

1. Екологічні принципи зосереджені на посиленні стійкості міської екосистеми та ефективному використанні природних ресурсів.

1.1. Принцип багатофункціональності – головний принцип зеленої інфраструктури: кожен зелений елемент повинен виконувати щонайменше дві, а краще більше функцій одночасно. Це включає фільтрацію повітря, управління зливовими стоками, терморегуляцію та підтримку біорізноманіття. Метою даного принципу є перехід від монофункціональних зон (лише естетика) до синергетичних систем (естетика + гідрорегуляція + кліматична адаптація) [4].

Приклад багатофункціональності альтернативних методів озеленення (табл. 1.1.).

Таблиця 1.1.

Багатофункціональність елементів альтернативного озеленення

Елемент	Функція 1 (Естетика)	Функція 2 (Екологія)	Функція 3 (Інфраструктура)
Зелений дах	Краєвид	Термоізоляція та зниження впливу сонячної радіації	Поглинання стічних вод
Біодренажна канава (дощовий сад)	Озеленення узбіччя	Очищення забруднених стоків	Уповільнення потоку води
Міський сад	Місце відпочинку	Збільшення біорізноманіття	Виробництво їжі (Urban Agriculture)

1.2. Принцип зв'язності – полягає у створенні безперервної мережі (зеленої інфраструктури) з'єднання ізольованих зелених масивів. Замість ізольованих

парків, озеленення інтегрується в інфраструктуру міста. Гарним прикладом слугує створення зелених коридорів – створення безперервних ліній рослинності, які з'єднують великі зелені масиви (парки, ліси) і дозволяють дикій природі (птахам, комахам) вільно переміщатися. Це забезпечує генетичний обмін та міграцію флори і фауни, підвищуючи загальне біорізноманіття та екологічну стабільність урбанізованого ландшафту [5].

1.3. Принцип природоорієнтованості – максимальне використання природних, а не інженерних елементів для вирішення інженерних проблем. Це включає застосування дощових садів та проникного покриття для керування водними потоками замість підземних "сірих" інфраструктурних рішень. Такі рішення дозволяють воді просочувати в ґрунт та поповнювати ґрунтові води, та жити рослини без додаткових витрат. Це мінімізує антропогенний вплив та підвищує адаптивну здатність міста до змін клімату [6].

1.4. Принцип оптимізації ресурсів та стійкість видів – використання аборигенних або адаптованих до локальних умов видів рослин, які є стійкими до клімату та шкідників, вимагають мінімального обслуговування (полив, добрива). Це знижує експлуатаційні витрати, підвищує стійкість до міських умов (переушільнення, забруднення, засолення ґрунту). Також можна зазначити толерантність до «дикої» природи – відмова від ідеально підстрижених монокультурних газонів на користь зон з різнотрав'ям, які підтримують біорізноманіття (зокрема, комах-запилювачів) [3].

2. Соціальні принципи. Соціальний вимір фокусується на підвищенні якості життя, сприянні соціальній інклюзії та забезпеченні доступності зелених просторів [7].

2.1. Інклюзивна доступність та справедливість. Зелені простори повинні бути рівномірно розподілені у межах міста та доступні пішки для всіх соціальних та вікових груп, особливо у районах із низьким рівнем доходів або високою щільністю забудови. Метою даної концепції є запобігання «зеленій джентрифікації», коли створення якісних зелених зон призводить до зростання цін та витіснення початкових мешканців [7].

2.2. Залучення громади (партисипація). Процес планування та формування зелених просторів має бути проводитись із залученням місцевих мешканців на етапах проєктування, реалізації та управління. Це забезпечує соціальну легітимність проєкту та підвищує рівень відповідальності громади за його збереження [15].

2.3. Підтримка здоров'я. Формування зелених просторів має керуватися принципами біофільного дизайну, інтегруючи природні елементи для поліпшення психофізіологічного стану мешканців. Це включає створення місць для активного відпочинку, рекреації та зниження рівня міського стресу.

2.4. Соціальна активація. Зелені простори повинні слугувати каталізатором для громадської взаємодії. Це досягається через створення гнучких зон для проведення заходів, організації міського сільського господарства (громадські городи) та освітніх ініціатив.

3. Економічні принципи. Економічний вимір передбачає рентабельність інвестицій, зниження операційних витрат та створення нових економічних можливостей, пов'язаних із зеленими системами [8].

3.1. Зниження експлуатаційних витрат – використання місцевих та стійких видів рослин, а також саморегульованих біодренажних систем значно знижує витрати на полив, догляд та технічне обслуговування порівняно з традиційними методами озеленення.

3.2. Економічна вигода від екосистемних послуг. Зелені простори розглядаються як природний капітал, що зменшує потребу у дорогих інженерних рішеннях. Наприклад, зелені дахи та дерева знижують навантаження на мережі кондиціонування (охолодження), що призводить до економії електроенергії в міському масштабі.

3.3. Підвищення капіталізації нерухомості. Наявність якісних, інтегрованих зелених просторів у безпосередній близькості підвищує привабливість району та, як наслідок, ринкову вартість прилеглої нерухомості.

3.4. Стимулювання “зелених” робочих місць. Формування альтернативних зелених просторів створює нові економічні ніші, пов'язані з обслуговуванням

зелених дахів, вертикальним фермерством, екологічним ландшафтним дизайном та управлінням стійкими міськими екосистемами, сприяючи локальному економічному розвитку.

1.3. Сталість, як ключовий критерій альтернативних методів озеленення

Сталість є ключовим інтегративним критерієм для оцінки та впровадження альтернативних методів озеленення міст. У контексті урбаністики вона виходить за межі простої екологічної дружності, охоплюючи взаємодію трьох фундаментальних вимірів: екологічного, соціального та економічного. Альтернативні методи, на відміну від традиційного ландшафтного дизайну, повинні забезпечувати довгострокову функціональність і надавати множинні вигоди для міської екосистеми та її мешканців.

Екологічна сталість оцінює здатність системи озеленення підтримувати та посилювати якість природного середовища міста з мінімальним зовнішнім втручанням. Сюди входить мінімізація ресурсоспоживання. Цей критерій вимагає впровадження методів, що суттєво знижують потребу у невідновлюваних ресурсах. Це включає використання адаптованих (місцевих) видів рослин, які є посухостійкими, що мінімізує потребу у штучному поливі. Також важливим є зменшення використання хімічних добрив та пестицидів (на противагу монокультурним газонам). Сталість вимагає створення гетерогенних та зв'язаних зелених просторів (через зелені коридори та мережі), які слугують середовищем існування для різних видів флори та фауни, підвищуючи екологічну резилієнність (стійкість) міської території. Озеленення має функціонувати як активний інструмент боротьби з ефектом міського теплового острова та ефективного управління опадами, забезпечуючи захист від екстремальних погодних явищ.

Соціальна сталість оцінює внесок зелених просторів у соціальну справедливість, здоров'я та згуртованість міської громади. Сталі методи

озеленення гарантують рівномірний розподіл якісних зелених зон, особливо у соціально вразливих або густонаселених районах. Це запобігає «зеленій джентрифікації» та забезпечує екологічну справедливість. Сталі зелені простори створюються з урахуванням принципів Біофільного дизайну, які сприяють фізичному та психологічному відновленню, знижують рівень стресу та стимулюють фізичну активність мешканців. Залучення місцевих громад до спільного створення та подальшого обслуговування зелених просторів є критичним для їхньої соціальної сталості, підвищуючи рівень власності та довгострокового догляду.

Економічна сталість розглядає фінансову життєздатність проєкту та його здатність створювати довгострокову економічну вигоду та знижувати експлуатаційні витрати. Сталий підхід вимагає оцінки не лише початкових інвестицій, але й економічної цінності екосистемних послуг. Наприклад, вартість, зекономлена на будівництві додаткових каналізаційних потужностей завдяки впровадженню зелених дахів та дощових садів. Озеленення має бути малозатратним у довгостроковій перспективі. Використання міцних, місцевих рослин, ефективне повторне використання води та мінімальна потреба у зовнішніх ресурсах забезпечують довготривалу рентабельність. Сталі проєкти озеленення можуть створювати нові «зелені» робочі місця у сферах екологічного будівництва, міського фермерства та обслуговування зеленої інфраструктури, сприяючи стійкому місцевому економічному розвитку.

Сталість в альтернативному озелененні – це не просто бажаний результат, а комплексний методологічний критерій, який визначає успіх проєкту через його здатність одночасно оптимізувати екологічні функції, підвищувати соціальний капітал та забезпечувати фінансову життєздатність протягом тривалого часового горизонту.

1.4. Фактори, що впливають на вибір та ефективність альтернативних методів: доступність ресурсів, освітлення та ін

Основні фактори, що впливають на вибір та ефективність альтернативних методів озеленення, можна класифікувати так:

Екологічні та кліматичні фактори. Ці фактори визначають доцільність застосування методу в конкретних умовах. До цих факторів відносяться: кліматична зона та мікроклімат (визначають життєздатність рослинних видів), інсоляція (критичний фактор для всіх методів. Для фітостін (особливо в інтер'єрах) або зелених дахів недостатність природного світла (інсоляції) вимагає компенсації штучним освітленням (наприклад, LED-фітолампи), що збільшує енергоспоживання), біотичні фактори (ефективність підвищується при використанні аборигенних (місцевих) видів, оскільки вони адаптовані до місцевих шкідників, ґрунтів і клімату, що знижує потребу в пестицидах та іригації)

Технологічні та ресурсні фактори. Ці фактори впливають на матеріаломісткість, складність впровадження та експлуатаційні витрати. До цих факторів входять: доступність ресурсів (вода та ґрунт). Обмежена доступність води є каталізатором для вибору ксерискейпінгу або гідропонних систем (у вертикальному озелененні), які забезпечують ефективне використання води через рециркуляцію), технологічна складність (впровадження зелених дахів чи вертикального озеленення вимагає складних інженерних систем (гідроізоляція, дренаж, автоматизований полив), що підвищує початкові інвестиції та необхідність у кваліфікованому обслуговуванні), несуча здатність конструкцій (для зелених дахів (особливо експлуатованих) та деяких типів фітостін маса субстрату та рослин є лімітуючим фактором. Це вимагає попереднього інженерного розрахунку несучої здатності будівлі), обслуговування та експлуатація (ефективність довгостроково залежить від наявності систем моніторингу та регулярного, кваліфікованого догляду, що особливо важливо для високотехнологічних рішень.

Містобудівні та соціально-економічні фактори. До цих факторів відносяться: просторові обмеження (у густонаселених міських районах вертикальне озеленення та зелені дахи є оптимальними, оскільки використовують незадіяні поверхні, максимізуючи "зелений" індекс без необхідності у горизонтальних площах), економічна доцільність (висока початкова вартість може компенсуватися довгостроковим енергетичним ефектом (зниження витрат на кондиціонування завдяки теплоізоляції) та підвищенням вартості нерухомості), соціальна перцепція (прийняття громадою інноваційних методів впливає на їхню інтеграцію в міський ландшафт (наприклад, успішність громадських ініціатив зі створення терапевтичних садів чи садів без трави).

РОЗДІЛ 2

ТИПИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

Альтернативне озеленення являє собою сукупність інноваційних та екологічно стійких методів інтеграції рослинності в урбанізоване середовище. На відміну від традиційного паркового дизайну, ці методи фокусуються на максимізації екосистемних послуг та використанні поверхонь, які раніше вважалися непридатними для рослинності (наприклад, дахи, фасади, узбіччя доріг).

На основі принципів сталого розвитку, зеленої інфраструктури та біофільного дизайну, можна виділити такі основні типи альтернативного озеленення:

1. Функціональне озеленення. Цей тип фокусується на інтеграції рослинності безпосередньо в інженерні та транспортні системи міста, забезпечуючи багатофункціональність. До цього типу відносять такі види як:

Вертикальне озеленення - використання вертикальних поверхонь будівель для розміщення рослинності, що має значний вплив на мікроклімат та естетику. Зелені фасади - використання витких рослин, які ростуть безпосередньо в ґрунті біля основи будівлі та підтримуються допоміжними конструкціями. Основна їх функція – теплова ізоляція, естетика, фільтрація повітря. Живі стіни або вертикальні сади - складні гідропонні або ґрунтові системи, в яких рослини висаджуються у модульних панелях або кишнях, прикріплених безпосередньо до стіни. Основна функція: Енергоефективність, зниження рівня шуму, біофільний ефект.

Озеленення покрівель. Створення рослинного покриву на дахах будівель, що є критично важливим для управління водними ресурсами та енергозбереження. Екстенсивні зелені дахи: легкі, тонкошарові системи (5–15 см ґрунту) з використанням посухостійких рослин (наприклад, седум). Вони вимагають мінімального обслуговування. Основна функція: гідрорегуляція

(поглинання до 90% опадів), теплова ізоляція, продовження терміну служби покрівлі. Інтенсивні зелені дахи: глибокогрунтові системи (понад 20 см), що дозволяють висаджувати чагарники і навіть невеликі дерева, часто використовуються як рекреаційні зони або дахові сади. Основна функція: створення повноцінних рекреаційних просторів, зниження температури навколишнього повітря, підвищення вартості нерухомості.

2. Природоорієнтовані рішення. Цей тип фокусується на використанні природних процесів для розв'язання екологічних проблем, насамперед пов'язаних з управлінням водними ресурсами.

Озеленення зливової інфраструктури. Методи, спрямовані на дисперговане (розсіяне) управління дощовими стоками. Біодренажні системи - неглибокі, подовжені канали, засаджені рослинністю, призначені для уповільнення, фільтрації та інфільтрації поверхневого стоку перед тим, як він потрапить у каналізацію або водойму. Основна функція: очищення води від забруднювачів, зниження ризику підтоплень, поповнення ґрунтових вод. Дощові сади: невеликі заглиблення в ландшафті, що збирають стічні води з дахів або доріжок, дозволяючи воді поступово просочуватися в ґрунт. Основна функція: гідрорегуляція, створення мікробіотопів.

Проникне покриття. Заміна традиційного непроникного асфальту або бетону на покриття, яке дозволяє воді просочуватися в ґрунт, часто із застосуванням рослинності (наприклад, трав'яні ґрати). Основна функція: зменшення обсягу поверхневого стоку, боротьба із забрудненням.

3. Соціально-орієнтоване озеленення. Цей тип акцентує увагу на соціальних та рекреаційних вигодах, підвищуючи рівень залученості громади та продовольчої безпеки.

Урбаністичне сільське господарство. Використання міських просторів для вирощування продовольчих культур. Громадські сади - ділянки землі, які спільно використовуються мешканцями для вирощування овочів, фруктів та квітів. Основна функція: продовольча безпека, соціальна згуртованість, освіта. Вертикальне фермерство - високотехнологічні, багатоярусні системи

вирощування рослин у контрольованих умовах (часто в приміщеннях або на фасадах). Основна функція: локалізація виробництва, зниження транспортних витрат, енергоефективність.

Кишенькові сквери. Створення невеликих, часто тимчасових або неформальних зелених зон на раніше занедбаних ділянках (наприклад, міні-сквери, клумби в несподіваних місцях). Основна функція: візуальне покращення, рекреаційне використання мікроландшафтів, посилення ініціативи місцевих громад.

2.1. Вертикальне озеленення: технології, переваги та недоліки

Вертикальне озеленення є ключовим елементом альтернативних методів озеленення та зеленої інфраструктури, що передбачає інтеграцію рослинності у вертикальні площини міського середовища (фасади, стіни). З погляду сучасного урбанізму, воно розглядається як стратегічне рішення для максимізації екосистемних послуг у щільно забудованих районах, де обмежений горизонтальний простір.

Існують дві основні технологічні системи вертикального озеленення, які відрізняються за способом розміщення рослин та вимогами до конструкції:

Зелені фасади – це найпростіша та найдавніша форма вертикального озеленення.

Технологія їх влаштування полягає в тому, що рослини (зазвичай лози, плющ) висаджуються безпосередньо у ґрунт біля основи будівлі. Вони підіймаються вгору або за допомогою самоприкріплення, або за допомогою допоміжних опорних конструкцій (металеві троси, сітки, ґрати). Складність такої системи є порівняно низькою. Система зрошення зазвичай не вимагається, оскільки коренева система живиться ґрунтовими водами. Обслуговування мінімальне, зводиться до обрізання та формування.

Приклади застосування зелених фасадів зображено на рис. 2.1 та рис. 2.2



Рис. 2.1. Приклад зеленого фасаду [15]



Рис. 2.2. Приклад зеленого фасаду [14]

Живі стіни або вертикальні сади - це складні, високотехнологічні системи, в яких рослини розміщуються невеликими модулями або кишнями по всій площині стіни.

Дані системи складаються з трьох основних шарів: опорна конструкція (рама), водонепроникний бар'єр та посадкове середовище (модульні панелі, кишні, килимки, наповнені ґрунтовим субстратом, мінеральною ватою або

гідропонікою). Порівняно із технологією зелених фасадів живі стіни являються набагато більш складною системою. Дані системи вже потребують обов'язкової автоматизованої системи крапельного зрошення з рециркуляцією води та можливістю внесення поживних речовин (особливо для гідропонних систем).

Крім того вони вимагають регулярного обслуговування, включаючи моніторинг системи зрошення, діагностику поживних речовин та заміну рослин.

Приклади застосування живих стін зображено на рис. 2.3 та рис. 2.4.

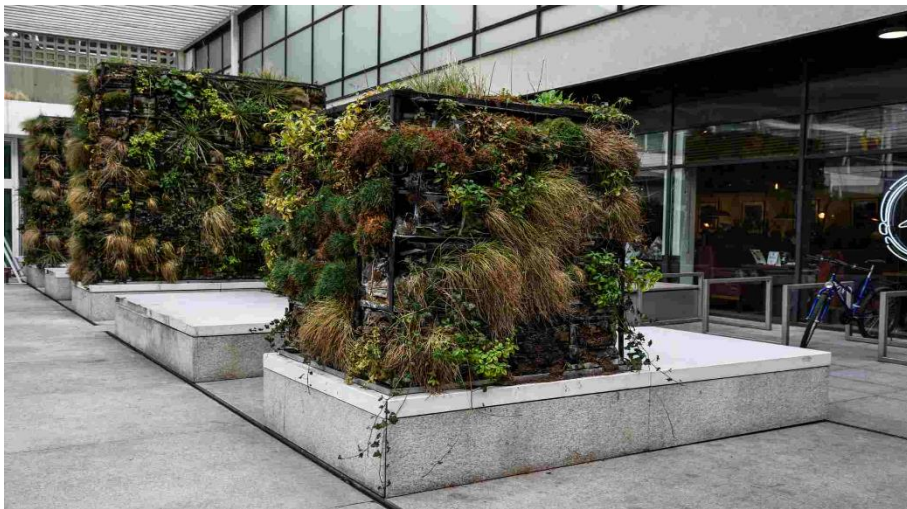


Рис. 2.3. Приклад зеленої стіни [16]



Рис. 2.4. Приклад зеленої стіни в поєднанні з МАФ [17]

Переваги систем вертикального озеленення є багатофункціональними та відповідають критеріям екологічної, соціальної та економічної сталості (таблиця 2.1.)

Таблиця 2.1.

Переваги вертикального озеленення

Вимір	Перевага	Опис
Екологічний	Терморегуляція та Енергоефективність	Рослинний покрив діє як ізоляційний шар. Влітку він знижує температуру поверхні стіни через тінь та евапотранспірацію (охладження фасаду), зменшуючи потребу в кондиціонуванні. Взимку деякі системи забезпечують додаткову теплоізоляцію.
	Поліпшення якості повітря	Рослини поглинають CO ₂ та фільтрують зважені частинки та газоподібні забруднювачі, покращуючи якість повітря безпосередньо на рівні вулиці.
	Зниження Шумового Забруднення	Щільна рослинна маса здатна поглинати та відбивати звукові хвилі, зменшуючи рівень міського шуму, що критично важливо для будівель, розташованих поруч з транспортними магістралями.
Соціальний	Біофільний ефект	Візуальний контакт з рослинністю, згідно з принципами Біофільного Дизайну, позитивно впливає на психологічний стан мешканців, знижуючи рівень стресу та підвищуючи відчуття добробуту.
	Естетична цінність	Перетворення сірих фасадів на динамічні, живі елементи підвищує архітектурну та естетичну привабливість міського простору.
Економічний	Збільшення терміну служби фасаду	Рослинний покрив захищає будівельні матеріали від УФ-випромінювання та різких коливань температури, уповільнюючи їхнє руйнування.
	Збільшення вартості нерухомості	Наявність естетично привабливих зелених елементів часто корелює з підвищенням ринкової вартості будівлі.

Таблиця сформована на основі джерел [3,4,5]

Незважаючи на значні переваги, впровадження вертикального озеленення стикається з низкою технологічних, економічних та експлуатаційних викликів:

- Висока вартість реалізації та обслуговування (для живих стін) яка зумовлена складністю системи зрошення, освітлення та дренажу, тому вимагають значних початкових інвестицій та постійних витрат на моніторинг і обслуговування.

- Необхідність надійної гідроізоляції для запобігання пошкодженню стіни від вологи та потенційного росту коренів у тріщинах.

- Обмежений вибір рослин. Рослини повинні витримувати специфічні умови: вплив вітру, пряме сонячне світло (або, навпаки, тінь), обмежений об'єм субстрату та, особливо, екстремальні температури (замерзання кореневої системи взимку).

- Складність ремонту, адже доступ до окремих модулів або ділянок системи для заміни рослин, діагностики труб або насосів часто вимагає спеціального підйомного обладнання.

Також, при проектуванні вертикального озеленення слід врахувати, що дані системи мають також вплив на будівельні конструкції. Зокрема він полягає в таких факторах як:

- Додаткове навантаження (живі стіни додають значну вагу фасаду (вологий субстрат, рослини, конструкція), що має бути враховано на етапі проектування, особливо для існуючих будівель).

- Ризик пошкодження фасаду. У випадку зелених фасадів, самоприкріплюючі корені можуть пошкодити штукатурку або цегляну кладку, якщо вона не має належного захисту.

Соціальні та екологічні виклики вертикального озеленення:

- Використання води. Хоча системи можуть бути високоефективними, великі вертикальні ади все ж вимагають значних обсягів води та електроенергії для функціонування насосів, що може суперечити принципам екологічної сталості в регіонах з дефіцитом водних ресурсів.

- Залучення комах. Рослинність може приваблювати комах, що іноді сприймається мешканцями як недолік.

Висновок: вертикальне озеленення є потужним інструментом для підвищення резилієнтності та якості міського середовища. Однак його успішна інтеграція вимагає комплексного інженерного підходу, ретельного вибору технології, що відповідає кліматичним умовам та фінансовій моделі обслуговування проєкту. Дослідження, проведені в Торонто (Канада) та Штутгарті (Німеччина), підтверджують, що екстенсивні зелені дахи здатні

затримувати до 50–90% річного обсягу опадів, значно зменшуючи навантаження на міську зливову каналізацію та мінімізуючи ризик підтоплень.

2.2. Конструктивні та функціональні особливості зелених дахів

Зелені дахи є ключовим компонентом зеленої інфраструктури та альтернативного озеленення. Вони являють собою багат шарову рослинну систему, що встановлюється на покрівлі будівлі, замінюючи традиційне покриття. Їхні особливості класифікуються відповідно до їхньої конструкції (типу системи) та функціональних переваг (екосистемні послуги).

Конструктивні особливості (типологія та структура)

Зелені дахи поділяються на два основні типи, які визначають їхню конструкцію, функціонал та вимоги до несучої здатності будівлі:

1. Екстенсивні зелені дахи - тип озеленення дахів з використанням легких конструкцій з невеликим шаром полегшеного субстрату. Зазвичай обмежений використанням трав'яних та кущових рослин, що мають невелику вагу та не потребують складних інженерних рішень для експлуатації. Поширено застосування контейнерного та модульного озеленення. Даний тип зелених дахів дуже часто не призначені для рекреаційних цілей і створюються переважно для забезпечення екологічних функцій та гідроізоляції. Для забезпечення легкості конструкції шар субстрату зазвичай коливається від мінімальних 5-15см - мінімальним шаром для життєзабезпечення трав'янистих рослин. Завдяки цьому вага готові конструкції низька (50–150 кг/м² у насиченому водою стані). Виходячи з таких складних для рослинності умов найкращим рішенням являються. Посухостійкі та саморегульовані види (переважно седуми, мохи, трави), які не потребують інтенсивного догляду.

Обслуговування екстенсивних дахів мінімальне (раз на рік або рідше), без постійної системи поливу. Через свою простоту, відносну дешевизну та легкість

можуть бути встановлені на багатьох існуючих будівлях без значного посилення несучих конструкцій.

Приклади застосування екстенсивних зелених дахів представлені на рис. 2.5 та рис. 2.6



Рис. 2.5. Екстенсивний зелений дах [23]



Рис. 2.6. Екстенсивний зелений дах [24]

2. Інтенсивні зелені дахи - тип озеленення дахів, який передбачає створення складних систем для забезпечення життєдіяльності більш важких видів рослин. В порівнянні з екстенсивними дахами в інтенсивних наявне набагато ширший спектр застосування. Їх можна використовувати для створення

повноцінних рекреаційних зон, садів, відкритих терас, доступних для громадськості. Товщина субстрату в таких системах вже значна (20–100 см і більше). Виходячи з цього і вага порівняно висока (від 250 кг/м² до понад 1000 кг/м²). Такий шар субстрату забезпечує можливість використання широкого спектру рослин – кущі, газони, квітники та навіть дерева. Обслуговування таких систем вимагається регулярно та інтенсивне (полив, стрижка, догляд за деревами), потрібна автоматизована система зрошення.

Підсумуючи, можемо сказати що інтенсивні зелені дахи вимагають значного посилення несучих конструкцій, як правило, передбачаються на етапі проєктування новобудов.

Приклади інтенсивних зелених дахів представлено на рис. 2.7, 2.8 та 2.9



Рис. 2.7. Інтенсивний зелений дах [23]



Рис. 2.8. Інтенсивний зелений дах [15]



Рис. 2.9. Інтенсивний зелени дах [23]

Незалежно від типу, зелений дах має стандартизовану багатошарову структуру, яка забезпечує його функціональність та довговічність (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Особливості зелених дахів

Шар	Функція
Рослинний шар	Забезпечує екосистемні послуги (евапотранспірація, біорізноманіття).
Субстрат	Легкий ґрунтовий субстрат, що забезпечує живлення рослин та утримує воду.
Фільтраційний шар	Запобігає вимиванню дрібних частинок субстрату в дренажну систему.
Дренажний шар	Забезпечує відведення надлишкової води та циркуляцію повітря, запобігаючи перезволоженню.
Захисний та Водоутримуючий мат	Захищає гідроізоляцію від механічних пошкоджень та акумулює частину вологи.
Коренезахисний бар'єр	Запобігає проникненню коренів у гідроізоляцію та конструкцію покрівлі.
Гідроізоляційний шар	Критичний шар, що забезпечує герметичність даху.

Таблиця сформована на основі джерел [5,6]

Функціональні особливості (екосистемні послуги)

Зелені дахи не лише замінюють покрівлю, але й виконують низку критично важливих екосистемних послуг, що сприяють сталості міського середовища:

Гідрологічне регулювання та управління водними стоками. Це одна з ключових функцій. Зелений дах поглинає значну частину дощових опадів (екстенсивні дахи можуть поглинати 50–90% річного стоку), що значно знижує навантаження на міські зливові каналізаційні системи та мінімізує ризик

локальних підтоплень під час злив. Затримання води відбувається за рахунок її акумуляції у субстраті та подальшої евапотранспірації рослинами.

Терморегуляція та боротьба з ефектом міського теплового острова. Рослинність і субстрат мають вище альbedo та теплоємність порівняно з темними традиційними покрівлями. Завдяки процесу евапотранспірації вони активно охолоджують навколишнє повітря, що сприяє значному зниженню температури зовнішнього середовища. Енергоефективність будівель: зелені дахи забезпечують високоякісну теплоізоляцію. Влітку вони блокують проникнення тепла до будівлі, зменшуючи потребу в кондиціонуванні; взимку – сприяють збереженню тепла, знижуючи витрати на опалення.

Поліпшення якості повітря та біорізноманіття. Фільтрація повітря: рослинний покрив допомагає захоплювати та утримувати зважені тверді частинки та певні газоподібні забруднювачі, сприяючи очищенню повітря. Збереження біорізноманіття: зелені дахи створюють нові, хоч і штучні, мікробіотопи в урбанізованому середовищі, надаючи притулок для комах-запилювачів (наприклад, бджіл та метеликів), що є критичним для екологічної рівноваги.

Соціально-економічні переваги. Збільшення терміну служби покрівлі (захист гідроізоляції від УФ-випромінювання та перепадів температур), підвищення акустичної ізоляції та забезпечення естетичної цінності міського пейзажу.

Висновок: зелені дахи є втіленням принципів сталої урбанізації. Їхні конструктивні рішення безпосередньо корелюють з функціональністю, дозволяючи проєктувальникам обирати між легкими, екологічно орієнтованими екстенсивними системами та важкими, рекреаційними інтенсивними системами залежно від потреб проєкту та можливостей будівлі. Зелені дахи виступають як природний «кондиціонер». Вони знижують температуру поверхні даху влітку на 20–30°C порівняно зі звичайними чорними покрівлями. За рахунок ефекту ізоляції та евапотранспірації, впровадження зелених дахів може знизити витрати

на кондиціонування будівель влітку до 30%, як показали дослідження в Нью-Йорку (США).

2.3. Модульне і контейнерне озеленення: гнучкість, мобільність та сфери застосування

Модульне та контейнерне озеленення є гнучким та мобільним типом альтернативного озеленення, який відповідає потребам сучасного урбанізму у тимчасових, адаптивних та малобюджетних зелених просторах. На відміну від стаціонарних методів (наприклад, зелених дахів), цей підхід використовує стандартизовані або спеціально розроблені ємності (модулі або контейнери) для розміщення рослинності, що дозволяє легко змінювати конфігурацію та локацію зеленої зони.

Конструктивні та функціональні особливості можна розділити на три пункти:

1. Модульність. Модуль – це зазвичай стандартизована, відносно невелика ємність (кашпо, лоток, ґратчастий елемент), які можуть бути швидко скомпоновані у більші структури. Модульність дозволяє масштабувати зелену зону відповідно до потреб і просторових обмежень. Приклади: Блоки для живих стін, мобільні лавки-клумби, секції для поділу простору.

2. Контейнерність. Контейнер (часто великий, як-от промисловий контейнер, дерев'яний ящик або металева бочка) використовується як самодостатня посадкова одиниця. Особливістю контейнера являється те, що він забезпечує більший об'єм ґрунту, що дозволяє висаджувати більші рослини (чагарники, невеликі дерева), збільшуючи їхню екологічну ефективність та біомасу.

3. Гнучкість та мобільність Це ключові характеристики. Озеленення не є стаціонарним, тобто являється мобільним. Мобільність- можливість легкого переміщення елементів (за допомогою кранів, навантажувачів або ручного

транспорту) залежно від сезонності, фаз будівельних робіт або зміни функціонального призначення території. Крім того використання контейнерів дає гнучкість. Себто можлива швидка зміна конфігурації простору (наприклад, перетворення паркувальної зони на тимчасовий сквер, або створення бар'єрів/зон очікування).

Переваги модульного озеленення, які роблять його ідеальним інструментом для тактичного урбанізму та пілотних проєктів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Переваги модульного озеленення

Перевага	Опис та урбаністична значимість
Мінімізація інвестиційного ризику	Дозволяє створювати пілотні зелені зони на невизначених або тимчасових ділянках без капітального будівництва. Якщо проєкт виявиться успішним, його можна масштабувати.
Швидкість впровадження	Зелені зони можуть бути встановлені за лічені години чи дні, що особливо важливо для активації деградованих або занедбаних територій.
Екологічна функціональність	Контейнери можуть використовуватися як елементи біодренажу або дощові сади у місцях, де неможлива інфільтрація ґрунту (наприклад, над підземними паркінгами).
Легкість обслуговування	Окремі елементи можна вивезти для догляду або заміни, не порушуючи функціонування всієї зеленої зони.
Соціальне залучення	Модульні елементи ідеально підходять для громадських садів та ініціатив "зроби сам", посилюючи соціальну згуртованість.

Сфери Застосування в Міському Середовищі

Модульне та контейнерне озеленення знаходить широке застосування в умовах, де капітальне будівництво є неможливим, недоцільним або тимчасовим.

Тимчасові та транзитні зони: Будівельні майданчики та ремонти: озеленення навколо будівельних парканів для поліпшення естетики та створення буферних зон для пилу та шуму. Фестивалі та події: швидке створення зелених зон для відпочинку, тіні та зонування під час масових заходів.

Активація невикористовуваних територій. Перетворення занедбаних асфальтованих або забруднених ділянок на тимчасові, але функціональні сквери та місця відпочинку. Дахи та тераси: контейнеризація дозволяє розміщувати важку рослинність на існуючих дахах, які не здатні витримати вагу інтенсивного зеленого даху, але можуть бути точково посилені.

Реорганізація вуличного простору полягає в можливості розширення пішохідних зон: використання контейнерів як фізичних бар'єрів для розширення тротуарів (парколетів) або створення безпечних острівців на перехрестях. Створення буферів: розміщення зелених контейнерів між проїжджою частиною та велосипедною доріжкою для підвищення безпеки та зменшення шумового впливу.

Недоліки та обмеження

- Водопостачання та догляд: малий об'єм ґрунту у контейнерах швидко висихає, що вимагає частого поливу (або дорогої автоматизованої системи), особливо для екстенсивних систем.
- Зимостійкість: кореневі системи великих рослин у контейнерах більш вразливі до промерзання взимку, ніж рослини у відкритому ґрунті.
- Обмежена екологічна ефективність: хоча контейнеризовані рослини зменшують УТЕ, їхня загальна екологічна користь (наприклад, управління масовими стоками, створення великих біотопів) менша, ніж у стаціонарних зелених масивів.
- Візуальна недовговічність: при неналежному догляді контейнери можуть виглядати зношеними або занедбаними, що негативно впливає на загальне сприйняття міського середовища.

Приклади застосування модульного та контейнерного озеленення зображено на рис. 2.10, 2.11 та 2.12



Рис. 2.10. Модуль для влаштування екстенсивного зеленого даху [16]



Рис. 2.11. Приклад модульних контейнерів [16]



Рис. 2.12. Приклад модульного озеленення на дахах [16]

Висновок: Модульне та контейнерне озеленення є високоадаптивною та доступною стратегією для впровадження зеленої інфраструктури в умовах урбаністичної динаміки. Воно є ідеальним інструментом для вирішення локальних, тимчасових або пілотних завдань, проте не може повністю замінити капітальні проекти озеленення.

РОЗДІЛ 3

СУЧАСНІ ПРИКЛАДИ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

Сучасна урбаністична практика демонструє високу ефективність альтернативного озеленення у вирішенні ключових екологічних, соціальних та економічних викликів міст. Аналіз ефективності ґрунтується на кількісній оцінці екосистемних послуг, які надають ці інноваційні системи.

3.1. Огляд прикладів сучасного альтернативного озеленення у світовій практиці

Сучасна світова практика демонструє інтеграцію інженерних, архітектурних та біологічних рішень для створення стійких та екологічно функціональних зелених просторів у щільній міській забудові.

Вертикальні сади є однією з найбільш візуально доміантних форм альтернативного озеленення, що використовує фасад будівлі як екологічну нішу.

Bosco verticale (Мілан, Італія): це приклад архітектурної інтеграції, відомий як «Вертикальний ліс». Дві житлові вежі покриті 800 деревами та тисячами кущів, що забезпечує значну термоізоляцію, зниження концентрації CO₂ та слугує притулком для птахів і комах. Це інтенсивний тип озеленення, що вимагає складних систем кріплення та зрошення (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Bosco verticale [17]

The park royal hotel (Сінгапур): демонструє багаторівневу інтеграцію зелених зон (балкони, тераси, консольні сади), що поєднує вертикальне та горизонтальне озеленення для оптимізації мікроклімату в тропічних умовах (рис. 3.2).



Рис. 3.2. The park royal hotel [18]

Зелена стіна Патріка Бланка (Мадрид, Іспанія): фасад колишньої електростанції (тепер CaixaForum) покритий понад 15 000 рослинами 250 видів, використовуючи гідропонну систему без ґрунту. Це яскравий приклад ревіталізації індустріальних об'єктів (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Зелена стіна Патріка Бланка (Мадрид, Іспанія) [19]

Музей Quai Branly, Париж (Франція): цей знаменитий приклад «живої стіни» (автор Патрік Блан) демонструє біофільний ефект та перетворення сірого фасаду на естетично цінний арт-об'єкт (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Музей Quai Branly, Париж (Франція) [20]

Зелені дахи класифікуються на екстенсивні (легкі, малообслуговувані, переважно седуми) та інтенсивні (важкі, що можуть включати дерева і громадські зони).

ACROS Fukuoka (Фукуока, Японія): це іконічний приклад, де будівля має ступінчастий дах-сад, який спускається каскадом до землі, функціонуючи як міський парк і водночас як система управління поверхневим стоком (рис. 3.5).



Рис.3.5. ACROS Fukuoka [21]

High Line (Нью-Йорк, США): хоча це не класичний "дах", цей надземний парк, створений на залізничних коліях, що не використовуються, є прикладом комбінованої зеленої інфраструктури. Він демонструє, як інфраструктурні об'єкти можуть бути трансформовані в зелені коридори, підвищуючи біорізноманіття та соціальну цінність (рис. 3.6).



Рис. 3.6. High Line Нью Йорк [22]

Промислові дахи Штутгарта (Німеччина): Німеччина є лідером у впровадженні зелених дахів, часто використовуючи їх для зниження ефекту міського острова тепла та захисту гідроізоляції. Приклади включають інтеграцію дренажних систем ZinCo для створення доступних громадських просторів на дахах торговельних центрів (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Промислові дахи Штудгардта [23]

Методи сфокусовані на відновленні природних процесів та екосистем у міському середовищі.

Ліси Міявакі (Miyawaki Forests): цей метод, розроблений японським ботаніком Акірою Міявакі, передбачає надщільну посадку різноманітних місцевих видів (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Технологія Міявакі [22]

Приклади поширені по всьому світу, зокрема:

- Індія (Пуне, Ченнаї): створення мікролісів на невеликих ділянках для боротьби з забрудненням повітря та міськими тепловими островами, демонструючи швидкий ріст (у 10 разів швидше за традиційні посадки) та самостійність після 2-3 років (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Приклад Міявакі в Індії [24]

- Японія (Університет Йокогама): використання методу для швидкої рекультивації та перетворення деградованих ділянок на стійкі, біологічно різноманітні лісові екосистеми (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Міявакі в університеті Йокогама [25]

Висновок: сучасні приклади альтернативного озеленення підтверджують його здатність не лише покращувати естетику, а й надавати вимірювані, критично важливі екологічні, соціальні та економічні переваги. Ефективність цих методів базується на їхній багатофункціональності та інтеграції в інженерну та соціальну інфраструктуру міста. Світова практика демонструє, що альтернативне озеленення є економічно вигідною та екологічно необхідною стратегією.

Успіх проектів залежить від їхньої комплексної інтеграції (від ренатуралізації річок до вертикального озеленення будівель) та оцінки через призму всіх трьох вимірів сталості: екологічного, соціального та економічного.

3.2. Перспективи впровадження альтернативних методів озеленення в Україні

Перспективи впровадження альтернативних методів озеленення, відомих як Зелена Інфраструктура, в Україні є значними та стратегічно важливими, особливо в контексті післявоєнного відновлення та адаптації до кліматичних змін. Аналіз літературних та медіаджерел вказує на перехід від традиційного декоративного озеленення до багатофункціонального, інженерно-інтегрованого підходу, що відповідає критеріям сталості.

Перспективи зеленої інфраструктури в Україні значною мірою залежать від інтеграції європейського досвіду та фінансування відновлення. Впровадження зелених технологій та енергоефективності є ключовим елементом «зеленого» відновлення України. Це створює сприятливий політичний клімат для інвестицій, що розглядається не лише як екологічний, але й як інфраструктурний актив. Прагнення до європейських стандартів стимулює перегляд застарілих будівельних норм (ДБН) та розробку нових, що полегшить проєктування та будівництво зелених дахів, вертикального озеленення та природоорієнтованих рішень. Залучення міжнародних інвестицій, орієнтованих на сталий розвиток та кліматичну адаптацію, є потужним фінансовим стимулом для реалізації масштабних проєктів зеленої інфраструктури.

Альтернативне озеленення має високу ефективність у вирішенні найбільш гострих міських проблем в Україні. Ключовими методами серед описаних вище хочу виділити:

Зелені дахи. Перспектива використання висока, особливо для новобудов та модернізації існуючих будівель із плоскими покрівлями. Дослідження підтверджують, що зелені дахи в умовах України є абсолютно реальним рішенням. Вони надають значні економічні переваги: додаткова теплоізоляція та зниження витрат на кондиціонування влітку; захист гідроізоляції від УФ-випромінювання, що подовжує термін служби покрівлі у 2–3 рази; зменшення навантаження на зливову каналізацію.

Природоорієнтовані рішення - невід'ємна частина модернізації дорожньої та водної інфраструктури. Напрямки - активне впровадження біодренажних систем, дощових садів та екопарковок. Це дозволить ефективно управляти зливовими стоками, запобігати підтопленням та очищати воду від забруднювачів без будівництва дорогих підземних колекторів.

Вертикальне та модульне озеленення. Перспектива: швидка та гнучка відповідь на дефіцит зелених зон у щільно забудованих районах. Застосування: використання вертикальних садів та модульних контейнерів для активації тимчасових або невеликих площ (парколеті, фасади). В умовах України це може стати інструментом тактичного урбанізму для швидкого візуального та мікрокліматичного покращення міського середовища.

Незважаючи на високий потенціал, впровадження альтернативного озеленення стикається з низкою проблем:

- Технічна складність та вартість: живі стіни та інтенсивні зелені дахи є технологічно складними та вимагають високих початкових інвестицій. Існує дефіцит фахівців для якісного проектування та обслуговування цих систем.

- Законодавчі та нормативні бар'єри: недостатня адаптація ДБН та містобудівних актів до інноваційних зелених рішень, що ускладнює їхнє масове впровадження у приватних та комунальних проєктах.

- Супротив традиції: необхідність подолання упереджень щодо нетипового вигляду (наприклад, дикі луки замість традиційних газонів) та висока потреба у просвітницькій роботі серед забудовників, місцевої влади та населення.

- Проблема догляду: стійкість проєктів ЗІ вимагає стабільного та професійного обслуговування, що часто є проблематичним для комунальних підприємств.

Висновок: перспективи альтернативного озеленення в Україні тісно пов'язані з процесом євроінтеграції та необхідністю «зеленого» відновлення. За умови вирішення нормативних та фінансових викликів, ці методи стануть

основою для створення стійких, кліматично адаптованих та комфортних міст майбутнього.

РОЗДІЛ 4

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ

Альтернативне озеленення, що розглядається як ключовий компонент зеленої інфраструктури та природоорієнтованих рішень, є потужним, багатофункціональним інструментом для комплексної ревіталізації міських просторів. Воно виходить за рамки естетичного покращення, інтегруючись у соціальну, економічну та екологічну структуру деградованих або занедбаних територій.

Концептуальна роль у ревіталізації. Альтернативне озеленення реалізує принципи "м'якого міста" та "креативного містотворення", перетворюючи занедбані зони на цінні активи. Перетворення "Сірого на Зелене": Ревіталізація часто стосується промислових зон або занедбаних інфраструктурних об'єктів. Зі дозволяє замінити непроникні, забруднені або нефункціональні поверхні на життєздатні екосистеми, які надають екосистемні послуги. Наприклад, створення біодренажних систем на місці покинутих паркувальних майданчиків не лише озеленює територію, але й вирішує проблему управління зливовими стоками. Тактичний урбанізм та акупунктура: модульне та контейнерне озеленення слугує ідеальним інструментом для швидкої, низькоризикової активації тимчасових або невизначених ділянок (урбаністична акупунктура). Це дозволяє протестувати нові функції простору та залучити громадськість до ревіталізаційного процесу до капітальних інвестицій.

Функціональний вплив. Ефективність альтернативного озеленення як інструменту ревіталізації оцінюється через його внесок у три основні виміри сталості:

Екологічна ревіталізація. Альтернативне озеленення безпосередньо підвищує екологічну стійкість оновлюваних районів.

- Управління водними ресурсами: впровадження природоорієнтованих рішень, таких як дощові сади та зелені дахи, є критичним

для ревіталізації районів із застарілою інфраструктурою. Це зменшує ризик підтоплень, характерних для занедбаних територій з високою часткою непроникних поверхонь.

- Покращення мікроклімату: вертикальне озеленення та зелені дахи в щільно забудованих або промислових зонах ефективно знижують ефект міського теплового острова, роблячи ці території більш комфортними та придатними для проживання чи рекреації.

- Відновлення біорізноманіття: створення різноманітних зелених просторів (від біотопних дахів до екологічних коридорів) сприяє поверненню флори та фауни, що є ознакою здорової міської екосистеми.

Соціальна ревіталізація

Зелена інфраструктура є каталізатором для відновлення соціального капіталу та покращення якості життя.

- Створення соціальних хабів: ревіталізація через зелені простори часто передбачає створення громадських садів або паркетів. Це надає мешканцям спільну мету та фізичний простір для взаємодії, відновлюючи соціальну згуртованість, яка була втрачена в деградованих районах, що підтверджується принципами Джейн Джейкобс.

- Покращення здоров'я та добробуту: інтеграція природи, згідно з принципами біофільного дизайну, є потужним інструментом для відновлення фізичного та психологічного здоров'я мешканців, особливо в районах із підвищеним рівнем стресу та забруднення.

- Справедливість: створення якісних та доступних зелених зон у соціально вразливих районах є ключовим для забезпечення зеленої справедливості, запобігаючи «зеленій джентрифікації» та дисбалансу, про який писав Річард Флорида.

Економічна ревіталізація

Вкладення у зелену інфраструктуру приносить довгострокові економічні вигоди, що є критичним для залучення інвестицій у деградовані райони.

- Підвищення капіталізації: якісні зелені простори, особливо ті, що інтегровані в архітектуру (як Bosco Verticale), підвищують ринкову вартість прилеглої нерухомості та загальну інвестиційну привабливість району.

- Енергозбереження та зниження витрат: зменшення навантаження на комунальні мережі (менші витрати на водовідведення та охолодження будівель) робить експлуатацію будівель у ревіталізованих зонах більш рентабельною.

- Створення креативних екосистем: ревіталізація через креативні зелені простори (наприклад, перетворення старих промислових об'єктів на зелені арт-хаби) сприяє залученню креативного класу та стимулюванню місцевої економіки.

Висновок: альтернативне озеленення є не просто інструментом декору, а комплексним, інженерно-екологічним механізмом ревіталізації. Воно дозволяє містам перетворювати свої слабкі місця (занедбані землі, застаріла інфраструктура) на багатофункціональні зелені активи, які забезпечують стійкість, соціальну інклюзію та економічний розвиток.

4.1. Концепція кишенькових парків та їх роль у підвищенні якості міського середовища

Кишенькові парки – це невеликі, локалізовані публічні простори, які створюються на територіях, що мають обмежену площу, часто на незабудованих або занедбаних ділянках (наприклад, кути вулиць, залишкові ділянки, міжбудинкові проїзди). Ця концепція є ключовим елементом тактичного урбанізму та зеленої інфраструктури, спрямована на швидке та ефективно покращення міського середовища у щільно забудованих районах.

Концепція кишенькових парків виникла як пряма відповідь на критику великомасштабного модерністського планування (згідно з принципами Джейн Джейкобс), наголошуючи на потребі в людському масштабі та доступності зелених зон. Типовий розмір кишенькового парку рідко перевищує 0.2 гектара

(зазвичай площа становить 400-800 м²). Вони проєктуються з акцентом на локальну спільноту та пішохідну доступність (у радіусі 5-10 хвилин ходьби). Незважаючи на розмір, кишенькові парки мають забезпечувати високу функціональність: сидіння, озеленення, освітлення, ігрові елементи. Часто інтегрують модульне та контейнерне озеленення або природоорієнтовані рішення, такі як дощові сади, для управління зливовими стоками. Кишенькові сквери слугують інструментом «урбаністичної акупунктури» (Жайме Лернер), забезпечуючи швидкий та відносно недорогий спосіб оновлення деградованих зон, що є ключовим у процесі ревіталізації.

Кишенькові парки відіграють критичну роль у покращенні якості міського середовища. Кишенькові парки функціонують як соціальні хаби та точки тяжіння для мешканців кварталу. Вони створюють інклюзивні, безпечні місця для неформального спілкування, ігор та відпочинку, особливо важливі для дітей, літніх людей та людей з обмеженими можливостями. Наявність навіть невеликого зеленого простору в щільній забудові забезпечує біофільний ефект, знижуючи рівень стресу та сприяючи психологічному відновленню, що критично важливо для боротьби з «міським стресом». Створення кишенькових парків у районах з низьким рівнем забезпечення зеленими зонами (часто соціально вразливі або промислові райони) сприяє екологічній та соціальній справедливості, забезпечуючи рівний доступ до природи. Завдяки озелененню, кишенькові парки вносять внесок у зниження ефекту міського теплового острова на локальному рівні. Навіть кілька дерев або щільний рослинний покрив забезпечують тінь та охолодження через евапотранспірацію. Інтеграція дощових садів та проникного покриття в дизайн кишенькових парків дозволяє ефективно керувати локальними зливовими стоками, зменшуючи навантаження на каналізаційні мережі та фільтруючи забруднювачі. Незважаючи на малий розмір, ці парки можуть бути спроектовані з використанням місцевих видів рослин для створення мікробіотопів та підтримки комах-запилювачів. Наявність доглянутого, функціонального кишенькового парку підвищує привабливість району та, відповідно, ринкову вартість прилеглої нерухомості. Створення місця

для відпочинку та соціалізації може збільшити пішохідний трафік, що позитивно впливає на локальні заклади (кафе, магазини).

Успіх кишенькового парку залежить від його проєктування та подальшого утримання. Дизайн вимагає високої ефективності кожного квадратного метра, часто використовуючи вертикальні рішення та інтегровану інфраструктуру (наприклад, лавки, що є одночасно стінами клумб). Критично важливим є забезпечення безпеки (високий рівень візуального контролю, гарне освітлення), щоб парк не перетворився на місце асоціальної поведінки. Для забезпечення довгострокової життєздатності та уникнення занедбаності, проєктування та догляд за кишеньковими парками часто вимагає партисипативного підходу та залучення місцевої громади.

Приклади застосування кишенькових скверів в умовах міського середовища зображені на рис. 4.1 - 4.4.



Рис. 4.1. Кишеньковий сквер в Лондоні [26]



Рис. 4.2. Кишеньковий сквер в Оттаві [27]



Рис. 4.3. Кишеньковий сквер в Лондоні [28]



Рис. 4.4. Кишеньковий сквер в Шанхаї [29]

Висновок: кишенькові парки є втіленням принципів сталої урбанізації та акупунктури міста. Вони доводять, що якісне покращення міського середовища не вимагає великомасштабних проєктів, а може бути досягнуте через стратегічні, локалізовані та багатофункціональні зелені інтервенції.

4.2. Вертикальне озеленення в контексті збільшення площ озелених територій

Вертикальне озеленення набуває особливого значення як стратегічний інструмент при ревіталізації (відновленні, перепрофілюванні) занедбаних промислових чи інфраструктурних об'єктів. Це дозволяє не лише збільшити площу озеленення, але й вирішити низку екологічних та архітектурних проблем, притаманних таким об'єктам. Ревіталізовані об'єкти (старі фабрики, склади, мости, деградовані райони) часто мають великі площі голих вертикальних поверхонь та високий рівень антропогенного навантаження. ВО допомагає трансформувати їх. Об'єкти ревіталізації, як правило, розташовані в густозабудованих районах, де дефіцит горизонтальної площі є критичним. ВО дозволяє експоненційно збільшити площу озеленення на існуючих, але невикористовуваних, вертикальних фасадах, терасах і торцях будівель. На територіях колишніх промзон часто спостерігається забруднення ґрунту та повітря. Рослинність фітостін допомагає фільтрувати повітря від пилу та абсорбувати CO₂, покращуючи мікроклімат на локальному рівні. Вертикальні сади діють як природний тепловий бар'єр. Це знижує сонячне нагрівання масивних бетонних чи цегляних стін влітку, зменшуючи потребу в кондиціонуванні та сприяючи зниженню енергоспоживання в перепрофілюваних будівлях. Вертикальне озеленення ефективно маскує естетичні недоліки старих, часто монотонних чи пошкоджених фасадів, надаючи об'єкту нової ідентичності та візуальної привабливості. Наприклад, Зелена стіна Патріка Бланка на CaixaForum у Мадриді перетворила колишню електростанцію на мистецький об'єкт.

Вибір системи ВО на об'єктах ревіталізації критично залежить від технічного стану існуючих конструкцій. На старих конструкціях необхідно проводити ретельний інженерний розрахунок допустимого навантаження. Це часто обумовлює вибір екстенсивних (легких) систем або зелених фасадів (з виткими рослинами), які мінімізують навантаження на існуючі стіни.

Вертикальне озеленення (особливо гідропонні фітостіни) вимагає надійної багатошарової гідроізоляції фасаду, щоб запобігти руйнуванню старих стін від надмірної вологи. Для забезпечення довготривалої життєздатності, особливо на великих промислових об'єктах, необхідна інтеграція системи автоматизованого поливу з датчиками для контролю вологості та живлення, що є критичним для безґрунтових систем.

Світова практика демонструє успішну інтеграцію ВО як ключового елемента в проектах ревіталізації. Проекти, схожі на High Line у Нью-Йорку, де занедбана залізнична естакада була перетворена на зелений парк. Хоча це горизонтальний приклад, він демонструє використання інфраструктурних об'єктів для створення нових зелених зон, що поєднуються з вертикальним озелененням на прилеглих будівлях. Перетворення старих промислових об'єктів на житлові, офісні чи культурні центри, де ВО використовується для зовнішньої теплоізоляції та архітектурного оновлення, як, наприклад, на деяких об'єктах у Німеччині (через зелені дахи та інтегровані вертикальні системи).

Висновок: вертикальне озеленення в контексті ревіталізації не лише збільшує площу озеленення, але й слугує каталізатором для екологічної стійкості та соціальної привабливості колишніх "сірих" зон.

4.3. Луки в містах, як елемент міського біорізноманіття

Луки в містах є прогресивним елементом альтернативного озеленення та ключовим компонентом зеленої інфраструктури, який відіграє критичну роль у підвищенні міського біорізноманіття. На відміну від традиційних монокультурних газонів, луки імітують природні екосистеми, забезпечуючи низку екологічних переваг.

Перехід від домінування стрижених газонів до міських луків ґрунтується на принципах екологічної стійкості та функціонального озеленення. Міські луки створюються шляхом висаджування суміші місцевих (аборигенних) видів трав і

квітів, які притаманні місцевому клімату. Це забезпечує вищу екологічну цінність порівняно з немісцевими видами, які часто використовуються у традиційному ландшафтному дизайні. Лугові ділянки з різноманітною структурою рослинного покриву та різною висотою створюють гетерогенне середовище. Це забезпечує спеціалізовані ніші для існування різних видів комах, дрібних ссавців та птахів. Луки діють як екологічні *stepping stones* (камені для переходу) або коридори, з'єднуючи більші зелені масиви (парки, лісопарки). Це полегшує міграцію фауни та обмін генетичним матеріалом між ізольованими популяціями.

Головна функція міських луків – це підтримка та збільшення видового багатства у міському середовищі. Дуже значущою функцією являється підтримка комах-запилювачів. На відміну від газонів, луки, що складаються з широкого спектру квіткових рослин, забезпечують стабільне та різноманітне джерело живлення для диких бджіл, метеликів та інших запилювачів протягом усього вегетаційного періоду. Це особливо критично в умовах, коли скорочення сільськогосподарських угідь та інтенсивне використання пестицидів загрожують популяціям комах. Високі трави та залишки рослинності на луках, які не скошуються часто, створюють ідеальні місця для гніздування та зимівлі для багатьох видів комах. Крім того луки несуть значну роль в розвитку фауни: луки приваблюють птахів, забезпечуючи як їжу (насіння, комахи), так і укриття для гніздування та відпочинку. Різноманітна рослинність та відсутність постійного інтенсивного догляду створює прихисток для дрібних ссавців. Луки цілеспрямовано збільшують видове багатство флори на одиницю площі, що є прямим індикатором екологічного здоров'я території.

Луки в містах також ефективно вирішують питання сталості та ресурсозбереження. Луки, особливо ті, що складаються з місцевих видів, є більш посухостійкими і не вимагають додаткового поливу після вкорінення. Це різко знижує витрати води порівняно з традиційними газонами. Головна економічна перевага полягає у зниженні частоти скошування (зазвичай 1–3 рази на рік проти 10–20 разів для газону), що зменшує витрати на паливо, персонал та обладнання.

Кореневі системи лугових трав глибші та щільніші, ніж у газонів, що сприяє кращій інфільтрації води, стабілізації ґрунту та накопиченню вуглецю (carbon sequestration), що важливо для кліматичної адаптації.

Успішне впровадження міських луків вимагає подолання культурних та управлінських бар'єрів. Існує культурний опір, пов'язаний зі сприйняттям луків як «недоглянутих» або «занедбаних» територій (ефект «зеленого безладу»). Для подолання цього потрібна просвітницька робота та чітке дизайнерське розмежування (наприклад, низько стрижені краї луку, інформаційні таблички). Догляд за луками вимагає специфічних знань щодо часу косіння та вибору обладнання для забезпечення регенерації та максимального цвітіння, що відрізняється від звичайного догляду за газонами.

Приклади застосування луків в міському середовищі зображено а рисунках 4.5-4.6.



Рис. 4.5. Приклад застосування луків в м. Вільнюс [30]

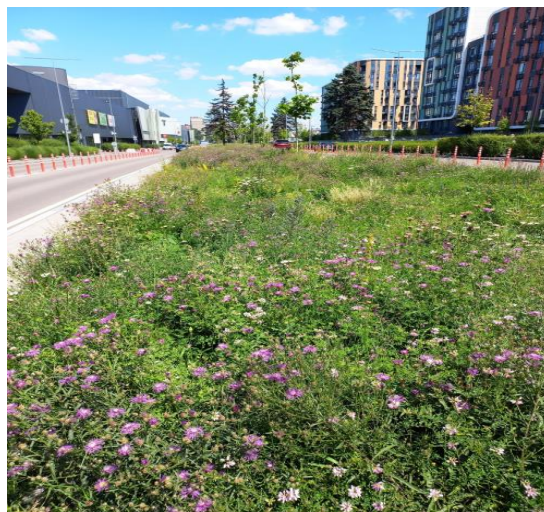


Рис. 4.6. Луки в м. Київ [31]

Висновок: луки в містах є високоефективною, економічно вигідною та екологічно необхідною альтернативою монокультурному озелененню. Вони є життєво важливим інструментом для збільшення міського біорізноманіття та підвищення екологічної стійкості міст.

4.4. Сучасні сади на штучних основах

Сади на штучних основах – це тип альтернативного озеленення, що передбачає створення рослинних екосистем на конструктивних елементах будівель або інфраструктури, де природний ґрунт відсутній або недоступний. Ця категорія охоплює зелені дахи, вертикальні сади та контейнерне озеленення на мостах чи естакадах, що є ключовим у контексті Зеленої інфраструктури та ревіталізації міських просторів. Їх функціонування повністю залежить від спеціально розроблених, легких субстратів та інженерних систем.

Створення садів на штучних основах вимагає застосування спеціалізованих технологій для забезпечення життєздатності рослин та безпеки конструкції.

При виконанні зелених покрівель штучна основа формується на горизонтальній поверхні покрівлі. Використовуються легкі ґрунтові суміші, які є ключовим елементом штучної основи. Вони складаються переважно з пористих неорганічних матеріалів (наприклад, керамзит, пемза, подрібнена цегла) та невеликої кількості органіки. Ці матеріали забезпечують дренаж, аерацію коренів та зниження ваги системи (критично важливо для несучої конструкції). Багатошарова система включає коренезахисний бар'єр, дренажний шар та фільтраційний мат для управління водою та захисту будівлі.

При влаштуванні вертикальних садів штучна основа формується на вертикальній площині. Часто використовується гідропоніка (безґрунтове середовище), мінеральна вата, повстяні килимки або легкий модульний субстрат у кишнях. Це мінімізує вагу та запобігає зсуву ґрунту під дією сили тяжіння.

Критично важливим є закритий цикл крапельного зрошення з примусовою подачею поживних речовин (якщо це гідропоніка).

При застосуванні контейнерного та модульного озеленення штучна основа є рухомою. Використовуються спеціальні суміші для контейнерів, які повинні забезпечувати дренаж (вода не застоюється) і водночас мати достатню вологоємність, оскільки рослини в контейнерах швидко пересихають. Використання контейнерів із подвійним дном або системою резервуару для води для забезпечення автономності та мобільності.

Сади на штучних основах надають ключові екосистемні послуги, необхідні для сталого функціонування міст.

Одна з найважливіших інженерних функцій це гідрологічне управління. Штучні субстрати мають високу пористість та вологоємність, що дозволяє їм поглинати та тимчасово затримувати значні обсяги зливових стоків. Це знижує пікове навантаження на міські каналізаційні системи та мінімізує ризик локальних підтоплень, що є критичним у щільно забудованих районах.

Іншою не менш важливою функцією являється терморегуляція та енергоефективність. Сади на штучних основах діють як тепловий буфер, забезпечуючи охолодження та ізоляцію. евапотранспірація з великої площі листя (особливо на вертикальних садах) та затінення (на зелених дахах) активно знижує температуру навколишнього повітря, протидіючи ефекту міського теплового острова. Рослинний покрив та субстрат слугують додатковою теплоізоляцією, знижуючи потребу в кондиціонуванні влітку та опаленні взимку.

Крім того, створення саду на штучній основі сприяє довговічності будівлі. Штучні покриття захищають гідроізоляційний шар даху та фасадів від УФ-випромінювання та різких температурних коливань (термічних стресів), які є основною причиною руйнування будівельних матеріалів.

Незважаючи на високу ефективність, сади на штучних основах стикаються з унікальними викликами, пов'язаними з їхньою не природною основою.

- Залежність від Системи Зрошення: Обмежений об'єм субстрату та його висока пористість роблять рослини надзвичайно залежними від системи поливу. Збій у системі зрошення може призвести до швидкої загибелі рослин.

- Економічна Вартість: Проектування та будівництво багат шарових систем (особливо живих стін та інтенсивних зелених дахів) вимагає значних початкових інвестицій та високих експлуатаційних витрат.

- Обмеження за Видами Рослин: Вибір рослинності жорстко обмежений малим об'ємом ґрунту та екстремальними умовами (вітер, інсоляція, температурні коливання). Використовуються лише стійкі, неінвазивні та, часто, посухостійкі види.

- Вага та Статичні Навантаження: Необхідність суворого дотримання вимог до статичного навантаження (особливо для існуючих будівель), оскільки насичений водою субстрат може мати значну вагу.

Сучасні сади на штучних основах є яскравою ілюстрацією принципів альтернативного озеленення та зеленої інфраструктури, демонструючи, як архітектурні елементи можуть бути перетворені на функціональні екологічні активи. Нижче в таблиці наведено відомі приклади садів на штучних основах у світовій практиці (таблиця 5.1)

Таблиця 5.1.

Приклади садів на штучних основах

Назва проекту	Локація	Тип	Особливості та інновації
High Line	Нью-Йорк, США	Надземний лінійний парк	Перефільована залізнична естакада довжиною 2,33 км. Це яскравий приклад ревіталізації інфраструктури, що перетворила занедбаний об'єкт на зелений коридор, використовуючи спеціально розроблені легкі субстрати.

Продовження табл. 5.1

Назва проекту	Локація	Тип	Особливості та інновації
ACROS Fukuoka (Ступінчастий дах)	Фукуока, Японія	Інтенсивний зелений дах	14-поверхова будівля, яка має терасований дах-сад, що виглядає як зелений пагорб. Цей дизайн забезпечує максимальну інтеграцію природи та архітектури і функціонує як міський парк, одночасно сприяючи терморегуляції будівлі.
Зелений дах Мері	Чикаго, США	Екстенсивний/ Напівінтенсивний зелений дах	Пілотний проект, спрямований на зменшення ефекту міського острова тепла у центрі міста та управління дощовим стоком. Демонструє державну підтримку екологічного будівництва.

Висновок: сади на штучних основах є незамінним інструментом урбаністичної ревіталізації та кліматичної адаптації, оскільки вони дозволяють створювати функціональні екосистеми там, де це неможливо традиційними методами. Їхня ефективність залежить від якості інженерного проєктування та вибору легких, пористих та довговічних субстратів.

ВИСНОВКИ

У виконаній магістерській роботі здійснено теоретичне обґрунтування та комплексний аналіз альтернативних методів озеленення, спрямованих на інтеграцію рослинності у штучні елементи міського середовища. На основі проведеного дослідження повністю досягнуто поставлену мету та вирішено окреслені завдання, що дозволило сформулювати низку ключових висновків.

1. Проаналізовано світовий досвід та класифіковано альтернативні методи озеленення. На основі принципів екосистемних послуг, біофільного дизайну та концепції «М'якого міста» обґрунтовано необхідність переходу від монофункціонального паркового озеленення до багатофункціональних систем.

Альтернативні методи було класифіковано на три основні групи:

Функціональне озеленення (вертикальні сади, зелені дахи);

Природоорієнтовані рішення (біодренажні системи, проникне покриття);

Соціально-орієнтоване озеленення (урбаністичне сільське господарство, громадські сади). Ця класифікація є методологічною основою для вибору оптимальних рішень з урахуванням просторових, кліматичних та соціальних обмежень.

2. Визначено ключові переваги, недоліки та критерії сталості для кожного методу. Проведено порівняльний аналіз, який довів, що сталість (екологічна, соціальна та економічна) є ключовим інтегративним критерієм оцінки альтернативних методів. Встановлено високий рівень багатофункціональності, зокрема, у сфері гідрологічного регулювання, терморегуляції та підтримки біорізноманіття. Виявлено, що висока початкова вартість (особливо для технології «Живих стін» та інтенсивних зелених дахів) компенсується довгостроковою економічною вигодою від економії енергії, зниження навантаження на «сіру» інфраструктуру та підвищенням капіталізації нерухомості.

3. Головні недоліки високотехнологічних рішень, як-от вертикальне озеленення, полягають у необхідності надійної гідроізоляції, високій складності

обслуговування та обмеженому виборі рослинних видів, що вимагає ретельного інженерного розрахунку.

4. Проаналізовано вплив різних систем озеленення на мікроклімат та енергоспоживання. Дослідження підтвердило, що вертикальне озеленення та зелені дахи є одними з найбільш ефективних інструментів для боротьби з ефектом міського «теплого острова» та оптимізації енергоспоживання будівель. Рослинний покрив виконує функцію ізоляційного шару, знижуючи температуру поверхні фасаду/покрівлі завдяки евапотранспірації та тіні. Це призводить до суттєвого зниження потреби у кондиціонуванні в літній період. Екстенсивні зелені дахи є оптимальним рішенням для керування водними стоками, оскільки здатні поглинати до 50–90% річного обсягу опадів, що критично зменшує ризик підтоплень та навантаження на міську каналізацію.

5. Встановлено, що ключовими факторами, які впливають на вибір та ефективність альтернативних методів, є інсоляція, несуча здатність конструкцій та доступність ресурсів (зокрема, води). Зроблено висновок, що найбільш ефективна інтеграція відбувається на основі Принципу багатофункціональності та Принципу зв'язності, які забезпечують створення безперервної, стійкої та комплексної зеленої інфраструктури, що охоплює горизонтальні, вертикальні та інфраструктурні елементи міста.

Таким чином, шляхом комплексного аналізу та теоретичного обґрунтування підтверджено, що впровадження альтернативних методів озеленення є стратегічно необхідним для підвищення екологічної стійкості, енергоефективності та якості життя у сучасних містах. Отримані результати можуть бути використані органами місцевого самоврядування, архітектурними та будівельними компаніями для формування планів післявоєнної відбудови та розвитку «зеленої» інфраструктури міст України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kellert, S. R. *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Linking Buildings to Nature* / S. R. Kellert, J. H. Heerwagen, M. L. Mador (Eds.). Hoboken, New Jersey : Wiley, 2008. 416 с.
2. Sim, D. *Soft City: Building Better, Happier Cities* / D. Sim. Washington, D.C. : Island Press, 2019. 288 с.
3. Costanza, R. The value of the world's ecosystem services and natural capital / R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot та ін. // *Nature*. 1997. Vol. 387, № 6630. P. 253–260.
4. Hess, G. R. Communicating the science of conservation corridors to policy makers / G. R. Hess, R. A. Fischer // *Environmental Management*. 2001. Vol. 27, № 5. P. 761–773.
5. Faulkner, H. The role of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) in Integrated Catchment Management / H. Faulkner // *Water and Environmental Management*. 2004. Vol. 18, № 2. P. 79–84.
6. Checker, M. Wiped out by the "Green Wave": Environmental Gentrification and the Paradoxical Politics of Urban Sustainability / M. Checker // *City & Society*. 2011. Vol. 23, № 2. P. 210–229.
7. Tyrväinen, L. The amenity value of the urban forest: An application of the hedonic pricing method / L. Tyrväinen // *Landscape and Urban Planning*. 1997. Vol. 37, № 3–4. P. 211–222.
8. Perini, K. Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature / K. Perini, M. Ottelé, A. L. A. Fraaij та ін. // *Journal of Applied Energy*. 2011. Vol. 88, № 8. P. 2697–2703.
9. Getter, K. L. Extent of green roofs in North America / K. L. Getter, D. B. Rowe // *Urban Ecosyst*. 2006. Vol. 9, № 4. P. 399–405.
10. Mentens, J. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in urbanized areas / J. Mentens, D. Raes, M. Hermy // *Landscape and Urban Planning*. 2006. Vol. 77, № 3. P. 217–226.

11. Hunt, W. F. Stormwater management practices: rain gardens and bioretention / W. F. Hunt, J. T. Smith, R. J. Winston. Raleigh, NC : North Carolina Cooperative Extension, 2012. 12 с.
12. Smit, J. Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities / J. Smit, J. Nasr, A. Ratta. New York : The Urban Agriculture Network, 2001. 429 с.
13. Lydon, M. Tactical Urbanism: Short-term Action for Long-term Change / M. Lydon, A. Garcia. Washington, D.C. : Island Press, 2015. 224 с.
14. Arnstein, S. R. A Ladder of Citizen Participation / S. R. Arnstein // Journal of the American Institute of Planners. 1969. Vol. 35, № 4. – P. 216–224.
15. Green Infrastructure—Enhancing Europe's Natural Capital [Strategy] / European Commission. Brussels, 2013. URL: (01.10.2025).
16. Модульне озеленення [Електронний ресурс] // Landscaping.kiev.ua : [вебсайт]. – URL: <https://landscaping.kiev.ua/zeleni-dahy/systemni-rishennya-vid-optigreen/> (дата звернення: 03.12.2025).
17. Bosco verticale [Електронний ресурс] // Stylepark : [вебсайт]. – URL: <https://www.stylepark.com/en/news/stefano-boeri-bosco-verticale-konzept-vertical-forrest-stylepark> (дата звернення: 03.11.2025).
18. The park royal hotel [Електронний ресурс] // Straitstravellers : [вебсайт]. – URL: <https://www.straitstravellers.com/post/hotel-review-parkroyal-collection-pickering-singapore-lifestyle-premier-room> (дата звернення: 02.11.2025).
19. Зелена стіна Патріка Бланка (Мадрид, Іспанія) [Електронний ресурс] // Djournal.com.ua : [вебсайт]. – URL: <https://www.djournal.com.ua/?p=2679> (дата звернення: 07.10.2025).
20. Музей Quai branly, Париж (Франція) [Електронний ресурс] // Thevanderlust.com : [вебсайт]. – URL: <https://www.thevanderlust.com/ru/city/paris/artandculture/2030.html> (дата звернення: 03.10.2025).
21. ACROS Fukuoka [Електронний ресурс] : [відео] // YouTube. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=VuQGhgStHkA> (дата звернення: 09.10.2025).

22. Лінійний парк Хай-Лайн [Електронний ресурс] // ClimateAdapt EnEfCities : [вебсайт]. – URL: <https://climateadapt.enefcities.org.ua/linijnyj-park-haj-lajn/> (дата звернення: 03.10.2025).
23. Просмислові дахи Штудгардта [Електронний ресурс] // Zerowaste.in.ua : [вебсайт]. – URL: <https://zerowaste.in.ua/begreen/lesa-mijavaki/> (дата звернення: 03.10.2025).
24. Міявакі в Індії [Електронний ресурс] // Livemint : [вебсайт]. – URL: <https://www.livemint.com/mint-lounge/ideas/chennai-plants-forests-the-miyawaki-way-111628836101256.html> (дата звернення: 13.11.2025).
25. Міявакі в університеті Йокогами [Електронний ресурс] // Yokohamaseasider : [вебсайт]. – URL: <https://www.yokohamaseasider.com/miyawaki-forests-from-yokohama-to-berkeley-and-beyond/> (дата звернення: 06.10.2025).
26. Кишеньковий сквер в Лондоні [Електронний ресурс] // Modular.london : [вебсайт]. – URL: <https://modular.london/projects/city-pocket-park/> (дата звернення: 12.11.2025).
27. Кишеньковий сквер в Оттаві [Електронний ресурс] // Spacing.ca : [вебсайт]. – URL: <https://spacing.ca/ottawa/2014/01/15/pocket-park-ottawa/> (дата звернення: 08.10.2025).
28. Кишеньковий сквер в Лондоні [Електронний ресурс] // Respondingtogether.wikispiral.org : [вебсайт]. – URL: https://respondingtogether.wikispiral.org/tiki-read_article.php?articleId=299 (дата звернення: 12.10.2025).
29. Кишеньковий сквер в Шанхаї [Електронний ресурс] // World Landscape Architect : [вебсайт]. – URL: <https://worldlandscapearchitect.com/pocket-park-on-xinhua-road-shanghai-china-shuishih/?v=5269f4d75f5b> (дата звернення: 10.10.2025).
30. Чи слід зберегти «дикі луки» у місті Вільнюс і наступного року? [Електронний ресурс] // Made in Vilnius : [вебсайт]. – URL: <https://surl.li/zrjdro> (дата звернення: 03.11.2025).

31. Луки в Києві [Електронний ресурс] // Ваш Сад : [вебсайт]. – URL: <https://www.vahsad.ua/forum/posts/9044/> (дата звернення: 03.11.2025).