

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**Навчально-науковий інститут деревообробних технологій і дизайну**

**Кафедра дизайну**

**БАТОК  
МАРКІЯН ВОЛОДИМИРОВИЧ**

Кваліфікаційна робота магістерського рівня вищої освіти

**Зелений дах як метод формування дизайну  
архітектурного середовища**

**The green roof as a method of forming the design of the  
architectural environment**

спеціальність 022 «Дизайн»  
галузь знань 02 «Культура і мистецтво»

Науковий керівник:  
канд. мистецтвознавства,  
доц. Прокопчук І.Ю.

Рецензент:

---

---

(звання, посада, прізвище та ініціали,  
підпис)

Львів – 2024

(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
Навчально-науковий інститут деревообробних  
та комп'ютерних технологій і дизайну

Кафедра \_\_\_\_\_ дизайну  
Другий рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ магістр  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 022 «Дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д. пед. н., доцент Прусак В.Ф.

“ 28 / 08 ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Балога Маркіяна Володимировича  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Земельні рахи як метод формування  
саду архітектурного середовища

Науковий керівник роботи Григор'єв, канд. мистецтвознавства  
Фролової І.М.

Затверджені наказом університету № С-330 від 03 серпня 2023 року.

2. Термін подання кваліфікаційної роботи до захисту 22 січня 2024р.

3. Вихідні дані роботи розкриття земельних рахів як  
метод формування саду архітектурного  
середовища

4. Зміст теоретичної частини (розділи, які потрібно розробити)

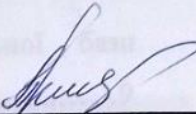
Розділ перший "Зміст наукової проблеми,  
актуальність та методика дослідження  
Розділ другий "Екологічна проблема захорошення  
архітектурного середовища  
Розділ третій "Способи оптимізації зелені  
архітектури: європейський та український  
досвід. Розробка власного проекту.

5. Перелік практичної частини (графічний матеріал)

Графік проект дослідження наукового зразку

6. Дата видачі завдання 28 серпня 2023 р.

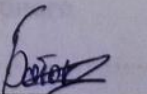
Науковий керівник роботи

  
(підпис)

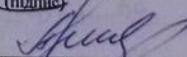
### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи магістра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Інформаційний пошук.	вересень	
2	Формування зібраного матеріалу та визначення головних складових	Вересень-жовтень	
3	Аналіз і синтез матеріалів.	жовтень	
4	Написання вступу.	жовтень	
5	Написання основної частини та перед проектний пошук.	жовтень-листопад	
6	Написання висновків, оформлення списку використаних джерел та додатків.	листопад-грудень	
7	Оформлення рукопису дипломної роботи, перевірка на антиплагіат теоретичної частини. Виконання практичної частини.	січень	
8	Рецензування, оформлення презентації та захист.	січень	

Здобувач РВО «Магістр»

  
(підпис)

Науковий керівник роботи

  
(підпис)

## **ЗМІСТ**

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
-------------------	----------

### **РОЗДІЛ 1. ЗМІСТ НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ**

1.1. Стан досліджуваної проблеми та огляд джерельної бази дослідження.....	10
1.2. Методологія дослідження.....	19
Виснов до першого розділу.....	20

### **РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА**

2.1. Екологічні цінності та їх роль у формуванні архітектурного середовища.....	23
2.2. Екологічна свідомість — важливий аспект архітектурного середовища сучасного міста.....	25
Висновки до другого розділу.....	31

### **РОЗДІЛ 3. СУЧАСНА ТЕНДЕНЦІЯ ЗЕЛЕНОЇ АРХІТЕКТУРИ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ТА УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД**

3.1. Концепція дизайну зелених дахів та їх втілення в архітектурне середовищу міст.....	33
3.2. Дизайн озеленення покрівель будівель (Європейський досвід).....	36
3.3. Характеристика авторської розробки озеленення садибного будинку ....	70
Висновки до третього розділу.....	74

## ВСТУП

**Актуальність і доцільність дослідження** зумовлена екологічною проблемою, яка на сьогоднішній день відноситься до найбільш змістовних проблем, що безпосередньо впливають на кожного жителя нашої планети, й від якої залежить майбутнє життя на планеті, яка внесла свій внесок у різних процесах в житті людини та займає особливу увагу науковців та соціальних активістів. Проте, коли йдеться про екологічні проблеми, зазвичай йдеться про різні види забруднення навколишнього середовища тощо. Також є не менш важливий екологічний фактор – це постійне будівництво споруд в архітектурному середовищі. Архітектура середовища несе за собою могутній вплив на психологічне становище людини та діє як будь-який інший екологічний фактор. У зв'язку з цим зароджується новий, науковий напрямок – дизайн зелених дахів, який є галуззю знань не лише для екологів, а й для дизайнерів і архітекторів, які аналізують взаємовідношення людини з навколишнім середовищем.

Наукові напрями, що склалися до теперішнього часу – глобальна екологія, екологія в дизайні, містобудівна екологія, інженерна екологія, тощо – не дозволяють виявити всі екологічні проблеми архітектурного середовища міста. Вирішення цього завдання пов'язане з проведенням наукового дослідження на межі кількох дисциплін – дизайну архітектурного середовища, промислового будівництва та екології, які вирішують багатofакторну проблему архітектурного формування місто й зокрема покрівель будівель з урахуванням екологічних вимог.

Відтак, екологічна криза, що посилюється, значний обсяг реконструкції та нового будівництва у сучасних соціально-економічних умовах, відсутність наукових екологічних основ формування екологічного дизайну

архітектурного простору визначають актуальність проведення даного досліджень.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами.**  
Дипломна робота магістра виконана відповідно до тематичного плану наукових досліджень НЛТУ України в межах комплексної теми наукової роботи кафедри дизайну «Дослідження з теорії і практики дизайну, мистецтва, культури та розвитку дизайн-освіти в Україні» (zareestrovana v UkrINTI, № 0121U110772 від 23.04.2021 р.).

Тема наукової роботи «Екологічна тенденція в архітектурі та дизайні озеленення покрівель будівель» затверджена наказом НЛТУ України № С-304 від 16 липня 2023 року.

**Мета дослідження** – виявлення сучасних екологічних тенденцій в архітектурі, аналізі особливостей дизайну озеленення покрівель будівель.

Для досягнення мети визначено основні завдання дослідження:

1. узагальнити корпус емпіричного матеріалу, що стосується екологічних тенденцій в архітектурному середовищі та дизайні озеленення покрівель будівель;
2. дослідити проблеми екологічного забруднення сучасного архітектурного середовища;
3. охарактеризувати екологічні цінності та їх роль у формуванні архітектурного простору; виявити сучасні тенденції озеленення дахів в Європі;
4. проаналізувати сучасний український досвід формування рекреаційних просторів з елементами озеленення в архітектурі;
5. розробити дизайн-проект об'єкта архітектурного середовища який б відображав взаємодію людини і архітектури в контексті екологічної свідомості.

**Об’єкт дослідження** – дизайн озеленення покрівель будівель.

**Предмет дослідження** – екологічні тенденції в дизайні архітектурного середовища.

**Методика дослідження** проводилася на основі сучасних проєктів, вивчення нормативно-регламентуючої документації, теоретичних концепцій та експериментального проєктування озеленення покрівель будівель.

Багатокомпонентний характер еколого-архітектурного спрямування вимагає прийняття методологічного апарату, заснованого на системному (програмно-цільовому) підході, що включає такі основні етапи:

- аналіз основних джерел та характеристик антропогенних забруднень,
- розгляд проблеми екологічного забруднення сучасного архітектурного середовища, комплексна оцінка екологічних цінностей та їх роль у формуванні архітектурного простору,
- системний аналіз проєктних пропозицій європейської та української практик.

**Експериментальна база.** Дослідження виконувалося у Національному лісотехнічному університеті України (ННІ деревообробних, комп’ютерних технологій та дизайну, кафедра дизайну).

**Наукова новизна і теоретичне значення дослідження** полягає в комплексному дослідженні взаємодії архітектурного середовища з екологічним дизайном озеленення покрівель будівель а також у сукупності поставлених у роботі завдань. Використання сучасних матеріалів, знань і підходів дозволило розширити розуміння формування екологічного архітектурного середовища, що дозволило розробити дизайн-проєкт будівлі з озелененою покрівлею з урахуванням екологічних цінностей у формуванні архітектурного простору.

**Практичне значення дослідження** станом на сьогодні проблематика екологічного дизайну відноситься до найважливіших екологічних проблем і має вагоме практичне значення, яке полягає у врегулюванні нормативів по формуванню екологічного архітектурного середовища, а також його впливу на людину. Адже архітектурне середовище повинно мати позитивний вплив в емоційному і моральному відношенні на людину, яка знаходиться під їх впливом все життя і звичайно, воно не повинно завдавати шкоди здоров'ю людині. Технологічний прогрес сприяв розробці екстенсивних зелених дахів з тонким середовищем для росту, низьким рівнем обслуговування та витратами. Це на відміну від інтенсивних зелених дахів з глибшим субстратом і більшою різноманітністю типів рослин. Одним із найновіших типів зелених дахів є модульні еко-даху, які забезпечують більшу гнучкість дизайну.

**Особистий внесок автора** визначається теоретичною частиною зібраного матеріалу; авторською розробкою практичного дизайн-проекту до наукової роботи магістерського рівня.

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення роботи обговорювалися на 75-й студентській науково-практичній конференції (18-20 листопада 2023 р.), тема доповіді «Екологічне проектування як формування екологічного світогляду». Оpubліковано тези доповіді в науковому збірнику «Матеріали 75-ї науково-технічної конференції студентів, аспірантів та слухачів Малої лісової академії НЛТУ України. Львів: Видавництво НЛТУ України, 2021. С. 234-236.

**Структура наукового дослідження.** Виклад матеріалу роботи зумовлений поставленою метою та завданнями дослідження. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи – 106 сторінок, з яких 93 с. основної частини. Робота включає банер з анотованим викладом змісту наукового дослідження та

доповнюючим його низкою ілюстрацій та авторською розробкою дизайну будівлі з «зеленим» дахом з урахуванням екологічних цінностей у формуванні архітектурного простору.

## РОЗДІЛ 1

### ЗМІСТ НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.1. Стан досліджуваної проблеми та огляд джерельної бази дослідження

На початку 1960-х років у багатьох країнах, а саме в Швейцарії та Німеччині, досліджували та розробляли технології терасових зелених дахів. Рейнхард Борнкам, а Німецький дослідник опублікував свою роботу про зелені дахи в 1961 році. У 1969 році в Німеччині був побудований GENO Haus, який залишався функціональним до 1990 року (журнал Metropolis). [32:7]

У 1970-х роках було проведено значну кількість технічних досліджень щодо різних компонентів технології зелених покрівель, включаючи дослідження засобів, що відлякують коріння, водонепроникних мембран, дренажу, легких середовищ для росту та рослин. Однією з таких робіт є «Площі дахів, населені, життєздатні та вкриті рослинністю» Герди Голлівітцер і Вернера Wirsing.

Розвиток ринків зелених дахів у Німеччині швидко поширився у 1980-х роках із середнім річним зростанням у 15–20 відсотків. До 1989 року в Німеччині було встановлено 1 мільйон квадратних метрів зелених дахів. До 1996 року ця кількість зросла до 10 мільйонів квадратних метрів. Цьому значному зростанню сприяло державне законодавство та гранти муніципального уряду в розмірі від тридцяти п'яти до сорока німецьких марок за квадратний метр даху. Інші європейські держави та міста прийняли подібні типи підтримки та політики, де кілька міст середнього та великого розміру

включили дахове та вертикальне озеленення у свої статuti та правила планування. В результаті державної політики та підтримки програм у Європі була створена нова індустрія зелених дахів для постачальників заводів і матеріалів, фахівців з покрівельних робіт, монтажників і бригад з обслуговування.

У Німеччині, Франції, Австрії, Норвегії, Швейцарії та інших європейських країнах зелені дахи стали загальноприйнятою особливістю будівельної індустрії та міського ландшафту. Європа тридцять років досліджує зелені дахи та розробляє продукти для підтримки своєї успішної галузі зелених дахів. Найбільша частина ранніх досліджень зелених дахів в Європі проводилася в Німеччині, Швейцарії та Скандинавії і не була написана англійською мовою на основі академічних досліджень, розробки продуктів/компонентів і польових спостережень.

В даний час зелені дахи стають все більш поширеними в Сполучених Штатах, хоча інші країни просунулися далі в прийнятті систем зелених дахів. У Німеччині наприклад, за оцінками, 14% усіх плоских дахів є зеленими. До того, як людський розвиток почав спричиняти широкомасштабні збурення, ґрунт і рослинність ефективно керували зливовою водою та сонячною енергією. Оскільки це більше не так, зелені дахи стали одним з аспектів ефективної зливної та сонячної енергії Введення в міське середовище США відбулося нещодавно, набувши популярності в останні кілька десятиліть.

Індустрія зелених дахів у Північній Америці лише починає розробляти власні рекомендації щодо зелених дахів, але для північноамериканського сектору наразі не існує нічого, що можна порівняти з рекомендаціями FLL. Асоціація стандартів і Testing Materials (ASTM) опублікував [43:4] кілька рекомендацій, які описують конструктивні характеристики північноамериканських зелених дахів, включаючи вимоги до структурних

навантажень, водонепроникності (дренаж і субстрат для вирощування зелених дахів), а також керівництво щодо вибору та обслуговування рослин. Ці настанови мають назву: ASTM E 2397, 2005, ASTM E 2399, 2005, ASTM E 2400 та ASTM WK 14283 (Dvorak, 2010 (Anderson, et al., 2010, p. 319). Зелений дах складається з рослинності, шар субстрату (де утримується вода і в якому закріплена рослинність) і дренажний шар (для евакуації надлишкової води) (Mentens, 2020). Зелений дах покриває будівлю рослинністю та ґрунтоподібним субстратом, шар, дренажний шар, кореневий бар'єр, мембранний захисний шар, водонепроникна мембрана та, нарешті, ізоляція (Dunnet & Kingsbury, 2022, Snodgrass, 2023. Існує багато відмінностей у використанні та складі цих шарів. У той час як зелені дахи мають вищі початкові витрати, ніж традиційні покрівлі, зелені дахи мають різноманітний набір потенційних переваг, які врівноважують високу вартість [Dunnet & Kingsbury, 2020], наприклад; зменшення навантаження на будівлі шляхом запобігання надходженню надлишку тепла в будівлі, пом'якшення ефекту міського теплового острова, коли встановлено багато зелених дахів, забезпечуючи середовище, яке використовує надлишок тепла для випаровування води, зменшення стоку дощової води шляхом утримання опадів, поглинання вуглекислого газу та забруднюючих речовин у біомасі, покращення естетичних цінностей або забезпечення рекреаційних переваг, створення середовища проживання дикої природи та забезпечення зниження шуму в будівлях. Стверджується, що зелені дахи мають довший термін служби, ніж звичайні дахи через: зменшений вплив тепла на мембрану, зменшення накопичення води та суворі стандарти гідроізоляції. Зелені дахи, які спроектовані або обслуговуються неправильно, іноді виходять з ладу. Несправності покрівлі включають перевантаження конструкції даху, що призводить до обвалення, проникнення коренів у мембрану даху, погіршення

якості зрошувальних ліній, закупорку дренажної лінії та втрату ґрунту, спричинену дренажем води, вимивання органічної речовини ґрунту, масова загибель рослин і зараження бур'янами всупереч задуму проекту. Бажання підвищити стійкість міського середовища з екологічної точки зору стимулювало дослідження зелених дахів. Зелені дахи обмежені економічними та екологічними проблемами. Зокрема, доступність води є найбільш обмежувальним фактором і, ймовірно, буде більш обмеженим у майбутньому [34 Benvenuti, 2010, p. 349].

Двома сучасними прихильниками технології зелених дахів були архітектори Ле Корбюзьє та Френк Ллойд Райт. Хоча Ле Корбюзьє заохочував використання дахів як ще одного місця для міських зелених насаджень, а Райт використовував зелені дахи як інструмент для більш тісної інтеграції своїх будівель з ландшафтом, жоден з них не усвідомлював глибокого екологічного та економічного впливу, який ця технологія може мати на міський ландшафт.

У Німеччині ринок зелених дахів швидко зростав у 1980-х роках, щорічний приріст становив 15-20%, збільшившись з одного до десяти мільйонів квадратних метрів. Це зростання стимулювалося переважно державним законодавством, муніципальними грантами та пільгами у розмірі 35-40 німецьких марок за 1 м<sup>2</sup> озеленого даху.

Інші європейські держави запровадили подібні види підтримки. Кілька міст включили озеленення дахів до своїх нормативних документів. Наприклад, Штутгарт вимагає озеленення дахів для всіх нових промислових будівель з плоским дахом.

Відень також надає субсидії та гранти для нових зелених дахів на етапах планування, встановлення та протягом 3 років після будівництва, щоб забезпечити постійне обслуговування. Понад 75 європейських муніципалітетів наразі надають стимули або вимоги для встановлення зелених дахів.

Ключовим мотивом для такої підтримки є суспільні вигоди від зменшення стоку зливових вод, поліпшення якості повітря та води. В результаті було створено новий сектор будівельної індустрії, а зелені дахи стали звичним елементом міського ландшафту.

Канада і США щонайменше на десять років відстають від Європи в інвестуванні в інфраструктуру зелених дахів як життєздатного варіанту вирішення багатьох проблем якості життя, з якими стикаються наші міста. На початку 1990-х років кілька великих європейських виробників зелених дахів почали виходити на північноамериканські ринки. Однак ці системи було важко продавати без громадської освіти, місцевих досліджень технічних характеристик і доступних прикладів, особливо в культурному і політичному кліматі, де багато приватних осіб, підприємств і урядів не дуже охоче інвестують в зелені технології. Ситуація почала змінюватися.

У Канаді ландшафтний архітектор Корнелія Хан Оберландер, архітектори Даг Поллард і Чарльз Саймон, а також інженери Грег Аллен і Маріо Кані є одними з тих, хто допоміг створити перші зелені дахи, серед яких освітній центр *Boyne River* в Південному Онтаріо і *Робсон-сквер* у Ванкувері.

«Ресурсна група садів на дахах та промислова група під назвою *Green Roof sfor Healthy Cities* («Зелені дахи для здорових міст»). [24:5].

Вони надають інформацію, реалізують демонстраційні проекти та проводять технічні дослідження, щоб показати переваги цієї технології. Партнерство Інституту досліджень у будівництві (IRC) Національної дослідницької ради, Міністерства охорони навколишнього середовища Канади, міста Торонто та організації «Зелені дахи для здорових міст» Зелені дахи для здорових міст.

В Університеті Лаваля в Квебеку покрівельна компанія *Soprema* вивчає виживання рослин на підтримку свого продукту *Sopranature* для зелених дахів.

У Чикаго, Портленді, Вінніпезі та Оттаві проводиться ціла низка досліджень і демонстраційних заходів, пов'язаних із зеленими дахами. На об'єктах IRC в Оттаві дах було модернізовано для визначення більш детальних технічних даних щодо продуктивності зелених дахів у таких сферах, як енергоефективність і продовження терміну служби мембрани тощо.

Прийнята методологія цього дослідження полягала в моделюванні теплових характеристик звичайної будівлі щодо застосування різних систем зеленого даху та аналізу впливу на споживання енергії та викиди парникових газів. EnergyPlus™ — це складний інструмент моделювання енергії будівлі з моделлю зеленого даху. Представлений аналіз використовував цей інструмент як платформу моделювання для дослідження впливу зеленого даху на теплові характеристики будівлі. Погодинне споживання енергії в змодельованій будівлі відповідало конструкції, визначеній користувачем, внутрішнім навантаженням, графікам і погоді. EnergyPlus імітує потоки енергії на основі внутрішніх і зовнішніх умов навколишнього середовища. Потоки включають опалення, охолодження, освітлення, вентиляцію та інші функції. Модульна конструкція EnergyPlus особливо добре підходить для додавання нових функцій. Вхідні дані включали файл вхідних даних будівлі (IDF), який містив усі характеристики досліджуваного випадку, і файл даних про погоду, який містив інформацію про клімат місця. Вибір місць, Рим і Мадрид, був досить близьким за кліматом, щоб виправдати ті самі типи будівель і матеріали, як описано в наступних розділах.

Модель будівлі Вибір матеріалу ґрунтувався на шаблонах програмного забезпечення Open Studio, модуля платформи EnergyPlus, для заданої кліматичної зони 3С, еквівалентної класифікації Csa для обраних міст. Представлена модель будинку мала три поверхи з двома квартирами в кожному будинку, а площа кожного блоку становила 110 м<sup>2</sup> (тобто середня

площа квартири в Італії). У будівлі було 24 вікна, 8 з яких мали розмір  $1,3 \text{ м}^2$ , а інші 16 —  $1,3 \times 2 \text{ м}$ . Ці вікна забезпечили  $93,5 \text{ м}^2$  для кожного будинку. Цей архітектурний проект являв собою типовий багатоквартирний будинок у обмеженій урбанізованій зоні, такій як Рим або Мадрид, столиці Італії та Іспанії відповідно. Місячні низькі, середні та високі температури Мадрида та Риму в 2021 році від NOAA, що вказує на відносні відмінності між низькими та високими значеннями. Мадрид має трохи нижчу середню температуру, майже 14%, порівняно з Римом, але він відчуває значно більшу різницю між високими та низькими температурами, майже 234%. Представлене дослідження використовувало ці дані як приклад можливостей використання прийнятої методології. Аналіз можна масштабувати, щоб включати варіації даних щодо клімату, місця розташування та часу. Показані місячні низькі, середні та високі температури Мадрида та Риму в 2021 році від NOAA, що вказує на відносні відмінності між низькими та високими значеннями. Мадрид має трохи нижчу середню температуру, майже 14%, порівняно з Римом, але він відчуває значно більшу різницю між високими та низькими температурами, майже 234%. Представлене дослідження використовувало ці дані як приклад можливостей використання прийнятої методології. Аналіз можна масштабувати, щоб включати варіації даних щодо клімату, місця розташування та часу. Вибрана система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC) була комплектним термінальним кондиціонером повітря (PTAC) на основі житлового розміщення вибраної будівлі та кліматичної зони 3С. Джерелами енергії для опалення та охолодження були відповідно газ та електроенергія. Система кондиціонування повітря працювала із заданими температурами  $19^\circ\text{C}$  для охолодження влітку та  $28^\circ\text{C}$  для обігріву взимку.

Екологічний аналіз Теплові властивості Середовище для вирощування являло собою суміш компосту та легкого спученого заповнювача. Легкий заповнювач діє як ізоляція та дренаж. Легкий заповнювач є продуктом розширення сланцю, глини або шиферу в обертій печі при температурі близько 1100 °С. Зміцнення коренів і поліпшення ґрунту можна відзначити як переваги застосування легкого заповнювача. Середовище для вирощування включало 30% легкого заповнювача, 7% компосту та 63% подрібненого наповнювача за вагою. Ця суміш мала теплопровідність 0,272 Вт/м/К, об'ємну щільність 858,7 кг/м<sup>3</sup> і питому теплоємність 1140 Дж/кг/К. Щоб збалансувати ці властивості для наших цілей, були доступні різні комбінації інгредієнтів і вибір легких заповнювачів. Термін служби зелених дахів становить 45 років.

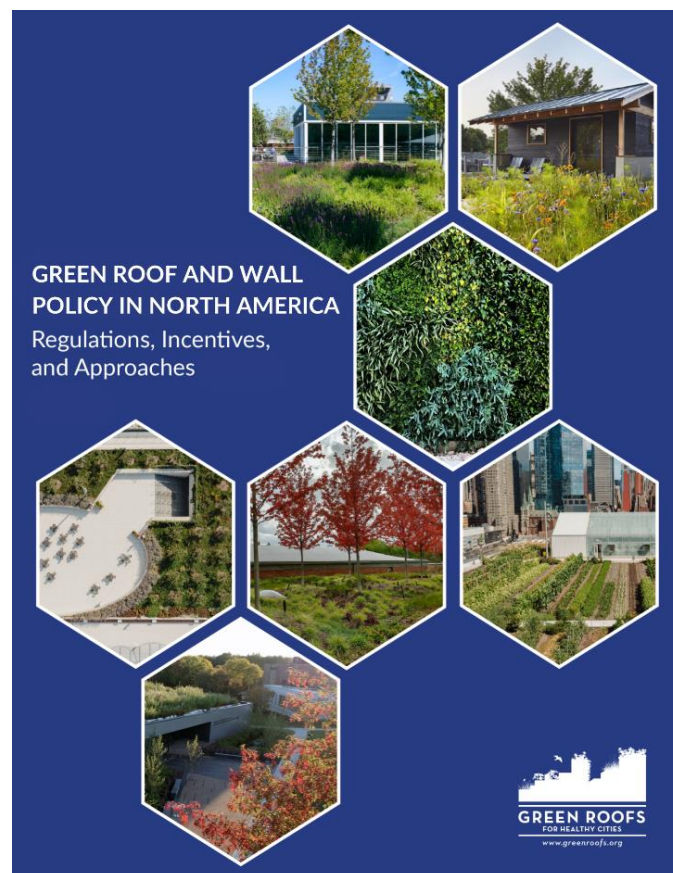


Рис.1 Reinhard Bornkamm книга Green roof and wall policy in North America

Вибрана система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC) була комплектним термінальним кондиціонером повітря (PTAC) на основі житлової заселеності вибраної будівлі та кліматичної зони 3С. Джерелами енергії для опалення та охолодження були відповідно газ та електроенергія. Система кондиціонування повітря працювала із заданими температурами 19 • С для охолодження влітку та 28 • С для обігріву взимку. Теплові властивості Середовище для вирощування являло собою суміш компосту та легкого спученого заповнювача. Легкий заповнювач діє як ізоляція та дренаж. Легкий заповнювач є продуктом розширення сланцю, глини або шиферу в обертовій печі при температурі близько 1100 С. Зміцнення коренів і поліпшення ґрунту можна відзначити як переваги застосування легкого заповнювача. Середовище для вирощування включало 30% легкого заповнювача, 7% компосту та 63% подрібненого наповнювача за вагою. Ця суміш мала теплопровідність 0,272 Вт/м/К, об'ємну щільність 858,7 кг/м<sup>3</sup> і питому теплоємність 1140 Дж/кг/К. Щоб збалансувати ці властивості для наших цілей, були доступні різні комбінації інгредієнтів і вибір легких заповнювачів. Термін служби зелених дахів становить 45 років. На рисунку 3 показано відносну висоту рослини та товщину середовища для росту для типів даху. Подібним чином на малюнку 4 показано товщину компонентів покрівлі, за винятком ізоляції (49 мм у всіх випадках) та основи (100, 350 та 700 мм для екстенсивних, напів інтенсивних та інтенсивних зелених дахів), які є не показано для ясності. Містить вхідні значення для моделювання продуктивності зеленого даху за допомогою EnergyPlus [28:47]. наведено поглинання вуглекислого газу матеріалами зеленої покрівлі. товщини зростаючого середовища для типів даху. Подібним чином показано товщину компонентів покрівлі, за винятком ізоляції (49 мм у всіх випадках) та основи

(100, 350 та 700 мм для екстенсивних, напів інтенсивних та інтенсивних зелених дахів), які є не показано для ясності.

### **1.1. Методологія дослідження**

Індустрія зелених дахів процвітає, і технології швидко змінюються, оскільки професіонали реагують на унікальні виклики кожного нового впровадження. У цьому всебічно оновленому, повністю переглянutoму виданні їхньої авторитетної думки Найджел Даннетт і Ноель Кінгсбері [28:47]. розкривають найновіші техніки, матеріали та рослини, а також демонструють деякі вражаючі нові тематичні дослідження. Висаджувати рослини на дахах і стінах почали в Європі, але тепер вони стають популярними в усьому світі, оскільки люди усвідомлюють їх благотворний вплив на навколишнє середовище. Зелені дахи та стіни зменшують забруднення та стік, допомагають утеплити та зменшити потреби в обслуговуванні будівель, сприяють біорізноманіттю та забезпечують їжу та середовище існування для диких тварин. Крім того, вони привабливі на вигляд і, озеленюючи середовище проживання, покращують якість життя мешканців. У статті «Озеленення дахів і живих стін» автори описують та ілюструють практичні прийоми, необхідні для проектування, впровадження та підтримки зеленого даху чи стіни відповідно до найвищих професійних стандартів. Далі вони пояснюють, як можна модифікувати дахи, щоб вони витримували вагу рослинності, обговорюють різні варіанти дренажних шарів і середовища для вирощування, а також перераховують рослини, які підходять для різних кліматичних умов і середовищ. Цей інформативний, актуальний довідник захопить професіоналів своїми яскравими новими відкриттями та спонукає садівників у всьому світі розглянути величезні переваги, які можна отримати від посадок рослин на своїх дахах і стінах. впровадити та підтримувати зелений дах або стіну

відповідно до найвищих професійних стандартів. Далі вони пояснюють, як можна модифікувати дахи, щоб вони витримували вагу рослинності, обговорюють різні варіанти дренажних шарів і середовища для вирощування, а також перераховують рослини, які підходять для різних кліматичних умов і середовищ. Цей інформативний, актуальний довідник захопить професіоналів своїми яскравими новими відкриттями та спонукає садівників у всьому світі розглянути величезні переваги, які можна отримати від посадок рослин на своїх дахах і стінах. впровадити та підтримувати зелений дах або стіну відповідно до найвищих професійних стандартів. Далі вони пояснюють, як можна модифікувати дахи, щоб вони витримували вагу рослинності, обговорюють різні варіанти дренажних шарів і середовища для вирощування, а також перераховують рослини, які підходять для різних кліматичних умов і середовищ. Цей інформативний, актуальний довідник захопить професіоналів своїми яскравими новими відкриттями та спонукає садівників у всьому світі розглянути величезні переваги, які можна отримати від посадок рослин на своїх дахах і стінах.

## **Висновки до першого розділу**

Проведений нами аналіз стану наукової розробленості теми дозволяє стверджувати наступні висновки.

Науковий і методологічний інструментарій екологічного дизайну ще формується, теоретичних досліджень з окресленої проблематики вельми доволі мало. Проте протягом перших двох десятиліть ХХІ століття кількість наукових праць, присвячених екологічним проблемам промислових відходів, а також використання цих відходів в еко-дизайні за допомогою рециклінгу, значно зросли. Однак аналіз джерел з теми магістерської роботи свідчить, що

проблеми екологічного напрямку в дизайні вивчалися побічно або фрагментарно. Дослідження, у якому всі зазначені аспекти зводилися б воедино, не виявлено, і тому ці аспекти потребують повновартісного висвітлення, як і заповнення інших прогалін на мапі сучасних наукових знань у галузі екологічного дизайну як в Європі, так і в Україні.

Розвиток розуміння дизайну, підходів, методів, принципів і технологій дизайну обумовлений тенденціями суспільних процесів, змінами технологічних можливостей виробництва, екологічними проблемами, а також осмисленням місії проектної діяльності і ступеню професійної відповідальності дизайнерами. Функціоналізм і антропоцентрична націленість до останнього часу були провідними рисами дизайну. З 70-х років ХХ століття з'являються теоретичні роботи і практична реалізація дизайн-об'єктів, у яких розглядаються і вирішуються проблеми екологічно відповідального проектування.

Існування дизайну на межі явищ, сфер життя визначає його роль посередника, інтегратора, його виховний і аксіологічний потенціал. Дизайн як спосіб освоєння та пристосування природи людиною для своїх потреб має величезні можливості в розв'язанні екологічних проблем, може стати засобом гармонізації співіснування людини і навколишнього середовища. Як багатогранне явище, нерозривно пов'язане з життям людей, процесами виробництва і споживання, дизайн виявляє величезний вплив на соціокультурні процеси, у його принципах і підходах можна простежити відгук цієї художньо-проектної діяльності на сучасні проблеми людства, у тому числі і екологічні.

Загальна методологія магістерської роботи опирається на широкий спектр наукових дослідницьких методів та підходів: метод індукції – при вивченні спеціальної літератури та її систематизації; методи аналізу та

узагальнення – при вивченні класифікації відходів, їх утилізації, визначення суті поняття вторинної сировини, а також зв'язку між вторинною сировиною та предметним дизайном; системний підхід, дозволяє з більшим ступенем повноти й вірогідності висвітлити неоднозначну картину існування комплексного об'єкта й прогнозування перспектив; метод синтезу – для формування висновків.

У Канаді ландшафтний архітектор Корнелія Хан Оберландер, архітектори Даг Поллард і Чарльз Саймон, а також інженери Грег Аллен і Маріо Кані є одними з тих, хто допоміг створити перші зелені дахи, серед яких освітній центр *Woone River* в Південному Онтаріо і *Робсон-сквер* у Ванкувері.

## РОЗДІЛ 2

### ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 2.1 Екологічні цінності та їх роль у формуванні архітектурного середовища

У XXI столітті ми спостерігаємо появу великих мегаполісів по всьому світу. Досі архітектори зосереджувалися на розвитку міського планування на основі нових технологічних досягнень науки і техніки. Досі в сільській місцевості до природи ставилися за індивідуальним запитом споживачів.

Унікальна історична цінність, природно-кліматичні умови та можливість збереження сільського ландшафту занедбані; сільська місцевість все частіше вступає в конфлікт з міським середовищем. Настав час приділяти більше уваги розвитку соціальної та економічної інфраструктури в сільській місцевості. У швидкоплинному світі урбанізації архітектори та містобудівники все частіше звертають увагу на сільську місцевість. У сільській місцевості з'являються можливості для інноваційних досліджень. Робота над докорінним поліпшенням урбанізаційних процесів в селах Республіки Узбекистан ведеться на державному рівні. Існує необхідність в принципах розвитку села одночасно з розробкою генеральних планів для сільського населення, включати проекти детального планування населених пунктів і архітектурні пропозиції щодо розробки схем містобудівного планування сусідніх сіл.

Поселення кожного сільського фермера і сформований для нього населений пункт, незалежно від їх розміру, являють собою економічну, соціальну, екологічну та архітектурну систему. При організації проєкту сільського поселення виникає необхідність вирішити проблеми, що впливають з поглибленого вивчення кожної з вищезгаданих систем.

Для процесу корекційного відбору та розвитку аграрного сектору в республіці основною рушійною силою є аграрна реформа, яка спрямована на розвиток аграрного сектору. Її основними напрямками є земельна реформа, розвиток приватного сектору в сільському господарстві, формування недержавних агропромислових комплексів і створення в них ринкової інфраструктури, а також докорінне соціальне перетворення села. Зазначені напрями мають вирішальне значення для розвитку сільського середовища, яке має багатовікову історію, як у сьогоденні, так і в майбутньому, а також для його докорінної трансформації. Змінюється соціально-економічна база сільського господарства, що зумовлює впровадження багатьох нових тенденцій у процес формування, реконструкції та розвитку.

Поряд з соціально-економічними факторами в процесі кардинальних змін сільського середовища, екологічних проблем, охорони навколишнього середовища, плідного використання природних ландшафтів, по можливості не змінюючи їх, велике значення має ефективне використання науково-технічних досягнень в практиці проєктування і будівництва інженерних комунікацій. Щороку в нашій республіці з'являються нові селища, реконструюються існуючі. Поліпшення культурно-побутового обслуговування сільської місцевості, скорочення різниці між містом і селом є першочерговими завданнями докорінної зміни сільських населених пунктів. Зникнення цієї різниці базується на сучасних принципах, де особлива увага до розвитку сільських громад, місцевих центрів, навчальних закладів, підприємств торгівлі

та сфери послуг безпосередньо пов'язана з їх розвитком. Включення міської багатоповерхової житлової забудови в сільську місцевість, організація сільських доріг у прив'язці до автомагістралей, поля, фермерські господарства у віддалених районах, невеликі населені пункти створюють зовсім інше середовище. Через це при формуванні сільського середовища основна увага приділяється широкому використанню нових технологій в озелененні та благоустрою територій громадських і місцевих центрів.

## **2.2 Екологічна свідомість — важливий аспект архітектурного середовища сучасного міста**

### **Наскільки шкідливим є забруднення повітря**

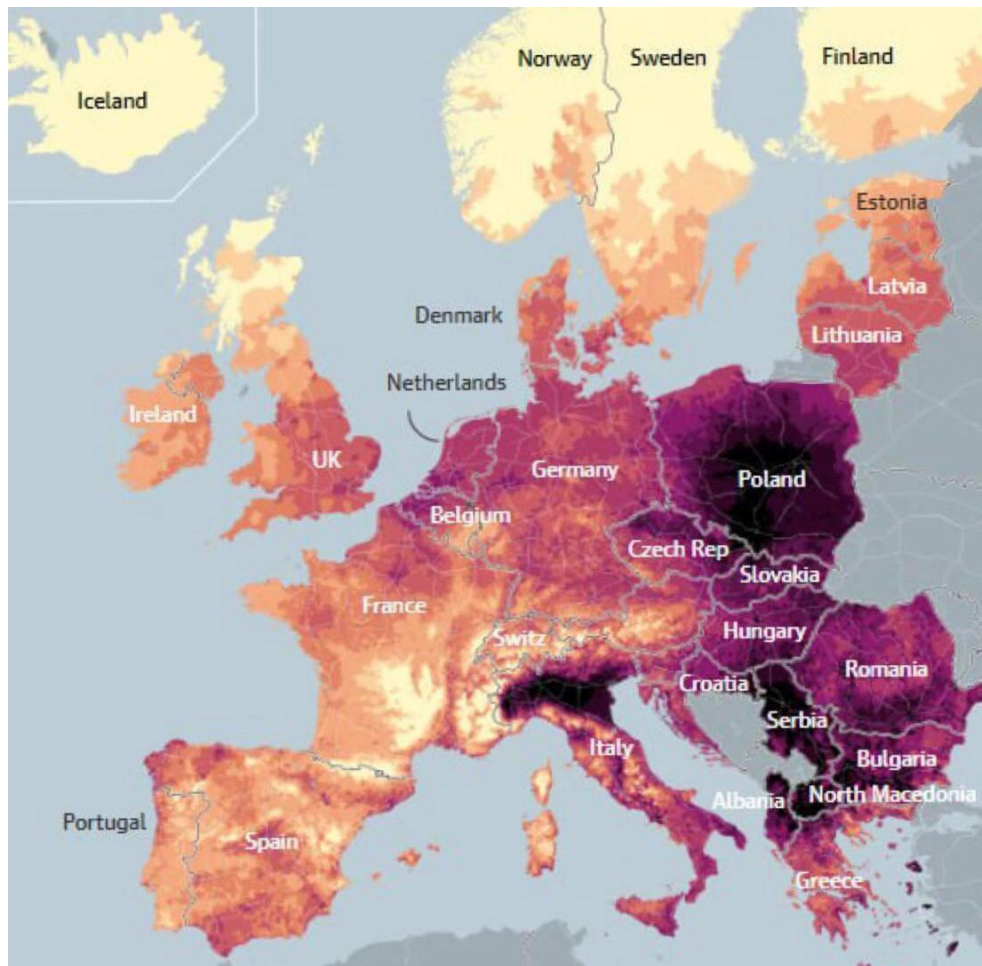
Екологічна проблематика впливає на кожного жителя нашої планети. Ми бачимо, що майже вся територія Європи дихає токсичним повітрям. Концентрат важких речовин у повітрі перевищує допустиму норму ВООЗ у 2 рази. Найгірша ситуація наразі спостерігається у Східній Європі.

Вчені доказали, що лише **2% населення Європи мають доступ до чистого повітря.**

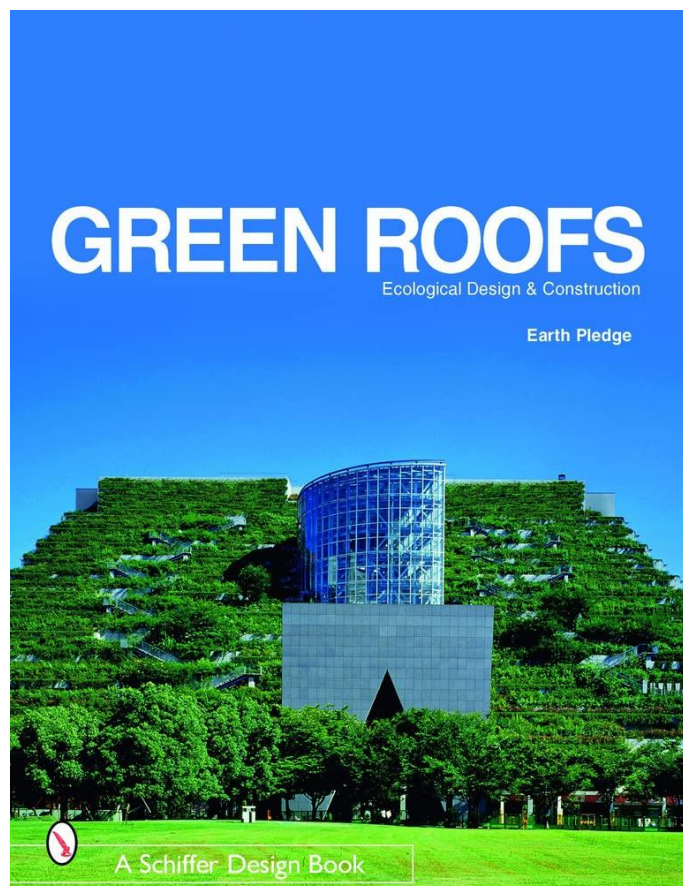
За прогнозом ООН, до 2050 року відсоток населення світу, що проживає в містах, досягне 66%. Ця тенденція триватиме й у майбутньому, спричиняючи подальшу урбанізацію, яка є основним джерелом спричинених людиною змін клімату, глобального потепління та потенційного зростання ефекту міського теплового острова.

З 1950-х років і початку енергетичної кризи в мегаполісах виникла нагальна потреба знизити підвищення температури повітря в містах і

збільшити кількість зелених насаджень, особливо в центрі міст. Це стало ключовим рушієм нової хвилі підходів до будівельної індустрії та впровадження зелених дахів як екологічної концепції та інноваційного рішення для вирішення вищезгаданих проблем. Насправді будівельний сектор є одним із ключових учасників глобальних викидів вуглекислого газу (30%). Незважаючи на те, що з 1990 по 2013 рік споживання домогосподарства скоротилося на 3,2%, подальше вдосконалення будівель та інфраструктурних секторів має важливе значення для зниження споживання енергії та пом'якшення підвищення температури повітря в містах.



Інфраструктури та заміна непроникних поверхонь природним зеленим покриттям. Зелена інфраструктура не тільки зменшує інтенсивність УНІ та мінімізує величину перегріву міст, але також сприяє управлінню міськими стічними водами та значному заощадженню споживання енергії. Зважаючи на дефіцит площ для перетворення на зелені зони в густонаселених районах, дахи пропонують найкраще рішення для збільшення зеленого покриття та формування стійкого міського клімату. Було визнано, що зелені дахи є корисними для забезпечення теплового захисту будівель влітку та взимку. Зелені дахи також вважаються корисною стратегією зменшення річного споживання енергії будівлею та попиту. Зелений дах вперше був запроваджений у Північній Європі, а згодом – у багатьох країнах світу.



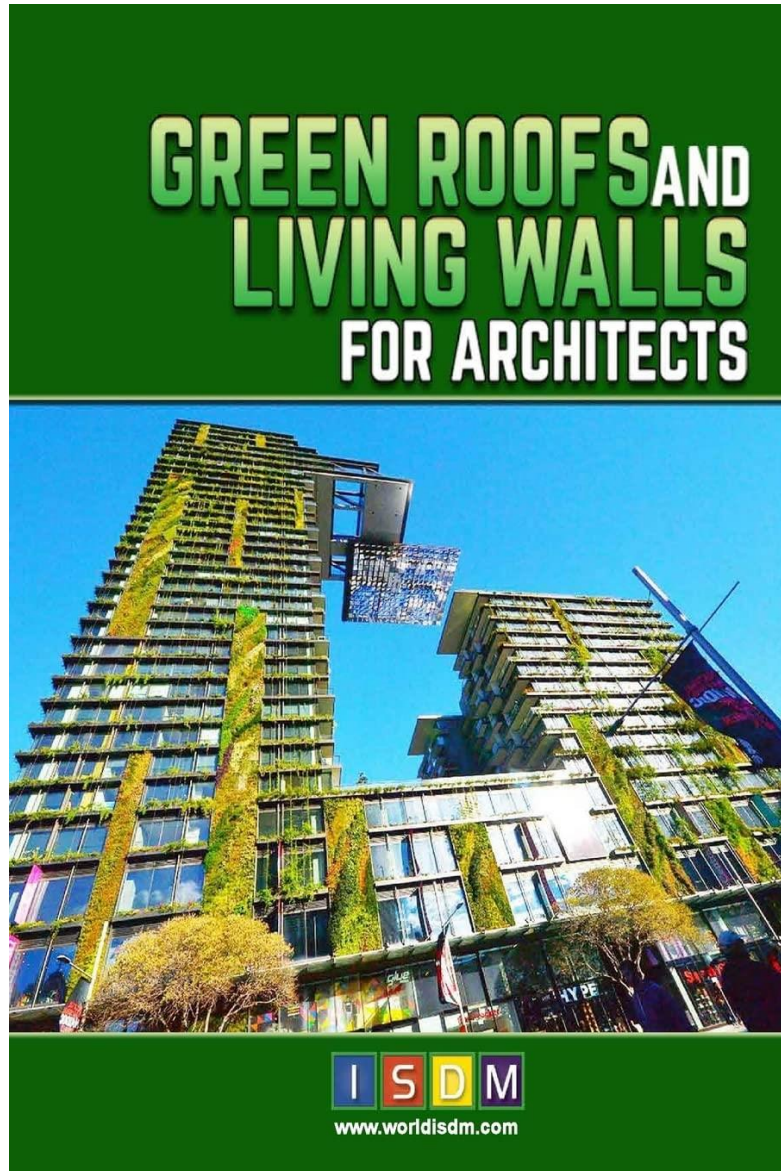
**Green Roofs Schiffer Design**

Earth Pledge (ню-йоркська група, яка «виявляє та просуває інноваційні методи та технології, які відновлюють баланс між людськими та природними системами») [53:4]. у цьому ілюстрованому томі пропагує переваги та можливості дизайну садів на дахах, розроблених екологічно. Пара вступних розділів розглядає зелені дахи в контексті міського дизайну та як рішення таких екологічних проблем, як ефект міського теплового острова, забруднення зливовими стоками, використання ресурсів, зникнення місцевих видів і здоров'я людини. Сорок прикладів дизайну, що супроводжуються кольоровими фотографіями, демонструють різноманітність проектів зелених дахів, які можна знайти в усьому світі. Нарешті, ще сім тематичних досліджень розглядають, як міські планувальники заохочували інфраструктуру зелених дахів у Берліні, Токіо, Лондоні, Портленді, Чикаго, Торонто, і Нью-Йорк.

«Можливість перетворити наші міста з нездорового, стресового, перегрітого середовища на здоровіші, стійкіші спільноти цілком доступна нам — і я вірю, що цієї трансформації можна досягти протягом покоління». ~ Стівен Пе. [1:12].

Скільки себе пам'ятаю, я був зачарований ідеєю садів на даху.[12:2]. Але як саме створити його з нуля? У «Зелених дахах» Стівен Кантор дає докладні інструкції, а також надає цікаві проекти для розгляду. Кілька фотографій комічні – як те, що із деревом, що росте з даху будівлі у Ванкувері.

Деякі сади затишні, а інші мистецькі. Один із дахів схожий на ліс. Інший виглядає як формальний сад із газоном і тротуаром. Незалежно від того, що ви шукаєте, ця книга містить кілька чудових ідей. Мені особливо сподобалися ідеї з водними об'єктами, як у готелі Montreal Hilton у Монреалі, Канада. Я можу порекомендувати цю книгу ландшафтникам або всім, хто хоче мати маленький шматочок раю в бетонних джунглях.



## **Green Roofs and living Walls For Architects**

«Зелені дахи та живі стіни для архітекторів» [31:6]. містить інформацію про технології зелених дахів і живих стін, які використовуються в сучасних проєктах екологічного будівництва по всьому світу. Це дозволяє людям отримати уявлення про типи зелених дахів і стін, міркування ландшафтного дизайну, міркування архітектурного дизайну, управління водними ресурсами та міркування щодо обслуговування.

- Теплоізоляція – зменшує витрати на кондиціонування повітря (АС) і робить блоки кондиціонера більш ефективними.
- Ізоляція від холоду – зменшує витрати на опалення
- Більш ефективні фотоелектричні (PV) панелі – дозволяють будівлям стати більш самодостатніми у виробництві енергії

Більшість людей погодяться, що для людського тіла важливо підтримувати комфортну температуру протягом більшої частини часу. Ніхто з нас не працює особливо добре, якщо нам занадто жарко або занадто холодно. А для деяких демографічних груп (людей похилого віку, немічних і дуже молодих) екстремальні температури можуть бути дуже небезпечними. Як суспільство, ми дуже добре контролюємо клімат у своїх будівлях.

Опалення взимку та кондиціонування влітку дозволяють нам підтримувати досить постійні умови. Однак контроль температури має свою ціну. Він використовує енергію. Енергія, яка не тільки коштує грошей, її виробництво пов'язане зі зміною клімату.

Зелені дахи мають багато переваг для навколишнього середовища, для будівель, які їх підтримують, і для людей, які використовують ці будівлі. Однією з цих переваг є покращення теплових характеристик будівлі.

## Висновки до другого розділу

Ми провели дослідження дипломної роботи, що дозволяє нам зробити висновки, що екологічний дизайн розвинений недостатньо, щоб забезпечити людству незабруднену та екологічно чисту атмосферу, щоб допомагала зберегти населення та розвивати технології для нашого майбутнього.

Щоб вирішити проблему зміни клімату та зменшити споживання енергії в секторах антропогенного середовища, архітектори, містобудівники та політики повинні вжити продуманих кроків у стратегіях модернізації та оновити системи оцінки енергоспоживання. Серед основних стратегій пом'якшення та адаптації для досягнення цієї мети є створення зеленої архітектури.

В цьому оновленому виданні їхньої авторитетної довідки Найджел Даннетт і Ноель Кінгсбері розкривають найновіші техніки, матеріали та рослини, а також демонструють деякі вражаючі нові тематичні дослідження. Висаджувати рослини на дахах і стінах почали в Європі, але тепер вони стають популярними в усьому світі, оскільки люди усвідомлюють їх благотворний вплив на навколишнє середовище.

Вивчивши деталі, дизайну зелених дахів, якогось конкретного міста можна грамотно організувати процес покращення екологічного стану в місті, особливо при будівництві нових будівель і реконструкції старих будівель, з екологічним підходом. В результаті допоможе знизити негативний вплив на екологічний стан, та суттєво покращити якість повітря та зробити будівлі більш енергоефективними.

Загальна парадигма дипломної роботи спирається на просторий спектр наукового дослідження методу і підходу, навіть системний підхід, аналіз, тощо. Недавня захворюваність також підкреслила важливість здорового

способу життя, і тепер люди вважають за краще залишатися і працювати в екологічно чистих місцях. Очікується, що зелені будинки матимуть кращу якість повітря/систему вентиляції, достатню кількість денного світла та наявність прісної води.

Процес зорового сприйняття дозволяє нам скласти відчуття цільного образу середовища. Дослідження постійно показують, як рослинність на зелених дахах затримує частинки повітря та газів, які забруднюють повітря.

Багато з цих забруднюючих речовин зрештою змиваються дощовою водою, тоді як інші поглинаються тканинами рослин. Дослідники Пек і Кун підрахували, що зелений дах може щорічно видаляти 0,2 кг частинок пилу з кожного квадратного метра зеленого даху.

Відповідно до досліджень, представлених у Білій книзі про зелені дахи 2014 року, зелений дах площею 1000 квадратних футів (або 93 м<sup>2</sup>) здатний видалити з повітря 40 фунтів (18 кг) забруднюючих частинок. Вісімнадцять кілограмів цього матеріалу еквівалентно викидам від 15 автомобілів, що їздять протягом року.

## РОЗДІЛ 3

### СУЧАСНА ТЕНДЕНЦІЯ ЗЕЛеної АРХІТЕКТУРИ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ТА УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД

#### 3.1. Концепція дизайну зелених дахів та їх втілення в архітектурне середовище міст.

На сьогоднішній день проблема енергозбереження при будівництві будівель є однією з найактуальніших, а питання покращення екологічної ситуації в мегаполісах стоїть досить гостро. Одним з варіантів вирішення цих питань є використання зелених дахів в новітньому будівництві. У статті розглядається доцільність використання енергоефективних зелених покрівель у сучасному будівництві. дахів у сучасному будівництві. Енергоефективне будівництво набирає обертів завдяки стрімкому зростанню технічного прогресу. Яскравим прикладом є зелене будівництво, а саме «зелені дахи», які є одним з видів інверсійних дахів. Перші «зелені дахи» аж ніяк не є найновішим надбанням людства, про що свідчать всім відомі Сади Семіраміди — одне з семи чудес світу, які знаходяться у Вавилоні. З давніх часів люди утеплювали дах дерном і мохом, в результаті чого таке поєднання добре росло і зберігало тепло в будинку ранньою весною і пізньою осінню. Таким чином, «зелений дах» - це давня архітектурна традиція, яка має архітектурна традиція, яка має своє продовження і розвиток в сучасному світі, що приваблює архітекторів і замовників.

Мета дослідження — аналітичним методом довести актуальність використання конструкції «зеленого даху» на основі поглядів експертів та

фахівців. Основні результати. Переваги та недоліки використання «зелених дахів» Ряд зарубіжних та вітчизняних дослідників і фахівців у цій галузі сходяться на думці, що зелені конструкції підвищують енергоефективність будівель.

#### **Деякі з переваг зеленого будівництва:**

- Краще управління ресурсами
- Низький рівень обслуговування та вплив на навколишнє середовище
- Використання відновлюваної енергії без викидів
- Енергоефективність
- Здоровий спосіб життя
- Екологічно чистий
- Краща якість повітря та управління водними ресурсами
- Вища рентабельність інвестицій
- Однак одним із головних недоліків зелених будівель на даний момент є висока вартість будівництва та проектування.

Наприклад, доктор технічних наук, професор Київського національного університету будівництва і архітектури Т. Ткаченко наводить ряд переваг зеленого даху: створення додаткової теплоізоляції; здатність поглинати дощову воду, що зменшує навантаження на міську зливову каналізацію; можливість охолодження поверхні даху за рахунок випарного охолодження.

Більш того, інші фахівці зазвичай додають значне збільшення терміну служби конструкції, що досягається за рахунок рослинності на даху.

Також важливою складовою є простота монтажу, низький ризик швидкого поширення вогню на даху, додаткове джерело кисню, вищий рівень

звукоізоляції, додатковий простір для відпочинку та естетична виразність покрівельної конструкції, що досягається за рахунок рослинності на даху, яка служить природним захисним «щитом» від температурних коливань, механічних пошкоджень і впливу ультрафіолетового випромінювання. Спираючись на досвід фахівців і беручи до уваги ряд цих переваг, можна сказати, що «зелений дах» гарантує збереження теплової енергії взимку, а в спекотний літній сезон такий дах не перегрівається. На думку авторів, було б логічно влаштовувати такі дахи на деяких новобудовах Дніпра не тільки з дизайнерських міркувань, а й з точки зору екологічності. Але чи можна однозначно стверджувати, що цього достатньо для облаштування «зеленого даху» на новобудовах Відомий іноземний експерт, директор Building Science Corporation Джозеф Лстібурек, висловив свою думку з цього приводу більш детально, зазначивши, що «зелений дах» — досить суперечлива ідея, якщо є щось більш ефективне і менш дороге, а саме плівки і мембрани, які відображають тепловий шар. Майже на кожному з цих переваг у нього є своя точка зору, яка спрощує технологію і конструкцію даху.

Звичайно, є багато способів уникнути встановлення зеленого даху, і це може бути набагато дешевше. Покрівля з ухилом проти накопичення води, мембрани, що відбивають тепло для запобігання перегріву покрівлі тощо. Але в ХХІ столітті, в епоху технічного прогресу, коли одним з пріоритетів людства є екологічна безпека планети, облаштування зелених дахів є ключем до вирішення таких питань - збільшення кількості зелених насаджень, створення додаткових екологічно чистих зон відпочинку в місті, співпраця з природою, а не її нецільове використання. Отримані результати показали гарний приклад впровадження зелених дахів Школою арт-дизайну та медіа в Сінгапурі, побудованою архітектурним бюро CPG Consultants, де дах використовується не тільки для проведення часу зі студентами, а й для збору дощової води для

озеленення. Житловий комплекс Waldspiral, спроектований архітектором Фріденсрайхом Хундертвассером, вкритий не лише газонами та квітами, а й кущами та деревами.

Аналізуючи подібне будівництво в Україні, можна навести приклад із залученням конструкції зеленого даху на віллі «Олімпія» в нашому місті Дніпро, яка увійшла до міжнародного каталогу ZinCo, а також «зелений дах» ТРЦ «Каскад Плаза».

### **3.2. Дизайн озеленення покрівель будівель (Європейський досвід)**

У Копенгагені (Данія) з 2010 року зелені дахи є обов'язковими на всіх нових дахах з кутом нахилу менше 30 градусів.

На вулицях датської столиці є безліч зелених дахів на всіх типах будівель: від велосипедних зупинок, шкіл і паркувальних місць до величезних громадських будівель, таких як Національний державний архів.

«Через зростання проблем, пов'язаних із розривами хмар і повенями, зелені дахи стають все більшою світовою тенденцією», — каже головний архітектор міста Тіна Саабі Медсен [27:1].

«У Копенгагені ідея полягає в тому, щоб поєднати практичне використання під час сильного дощу, зелені дахи біорізноманіття та можливість більше природи у великому місті, яке щомісяця збільшується на тисячу нових мешканців» [3:9].

Крім того, він має великий вплив на охолодження будівель, і це допомагає досягти нашої мети — стати першою у світі столицею з нейтральним викидом CO<sub>2</sub> у 2025 році.

## **Європейські міста мають власну політику зелених дахів**

**Мюнхен (Німеччина)** зобов'язав використовувати рослинність на всіх плоских дахах площею понад 330 квадратних футів.

**У Базелі (Швейцарія)** подібні закони діють з 2002 року.

**Роттердам (Нідерланди)** пропонує програму зелених дахів, яка включає щедрі фінансові стимули, а Лондон прагне збільшити зелені насадження, включаючи зелені дахи, щонайменше на 5% до 2030 року та ще на 5% до 2050 року.

У плановій політиці **Лондона (Великобританія)** зазначено: «Якщо Лондон хоче адаптуватися до екстремальних кліматичних змін, живі дахи є ключовими. Вони можуть підтримувати прохолоду в місті, водночас зменшуючи споживання енергії та викиди вуглекислого газу та зменшуючи ризик повеней, поглинаючи сильні опади».

Закони про зелені дахи набирають обертів, підтверджені науковими доказами.

У **Франції** запропоноване законодавство, введене в березні 2015 року, було ініційоване, зокрема, дослідженням того, як частинки пилу в повітрі мають значний вплив на рівень смертності від респіраторних захворювань.

Нове законодавство про зелені дахи вимагає, щоб дахи нових комерційних будівель у Франції мали бути частково покриті рослинами або сонячними панелями. У разі схвалення французьким адміністративним процесом це буде перший закон такого роду на національному рівні.

Європа не єдина, хто вимагає більше зелених дахів. **Торонто (Канада)** був першим містом у Північній Америці, яке запровадило закон, що регулює їх будівництво.

Законодавство 2009 року вимагає, щоб будь-яка нова забудова загальною площею понад 2000 м<sup>2</sup> повинна включати зелений дах, який покриває від 20 до 60% даху.

Причини? Міські рекомендації щодо технічного проектування стверджують: «Зелені дахи зменшують міський тепловий острів і пов'язане з цим споживання енергії, контролюють дощову воду (стікання) — зменшують кількість забруднюючих речовин, які потрапляють у наші водні шляхи — і покращують якість повітря». [34:1].

За даними щорічного огляду зелених дахів, тільки в 2014 році місто встановило 775 216 квадратних футів зелених дахів (більше 70 000 м<sup>2</sup>).

Багато американських муніципальних планувальників зараз настільки зацікавлені у покращенні своєї інфраструктури, що вони стимулюють встановлення зелених дахів знижками та податковими пільгами.

У результаті в таких містах, як Філадельфія, Чикаго, Нью-Йорк і Денвер минулого року було встановлено від 300 000 (приблизно 28 000 м<sup>2</sup>) до 600 000 квадратних футів (приблизно 55 000 м<sup>2</sup>) зелених дахів, а у Вашингтоні було зафіксовано приголомшливе встановлення 1,2 мільйонів квадратних футів (понад 100 000 м<sup>2</sup>).

**В Азії** схожа історія.

Уряд Сінгапуру запровадив програму LUSH (Озеленення міських просторів і багатоповерхівок), щоб фінансово стимулювати створення додаткових 50 гектарів зелених насаджень до 2030 року.

У китайському Шанхаї муніципалітет пропонує субсидії, що призведе до 1,45 мільйона квадратних метрів зелених дахів до 2012 року.

**Австралійські** містобудівники в Мельбурні та Сідней роками активно пропагують встановлення зелених дахів.

Причини настільки ж знайомі, як і практичні. **«Зелені дахи поглинають і утримують дощову воду та фільтрують тверді частинки та забруднюючі речовини»**, — йдеться в «Growing Green Guide» від муніципалітету Мельбурна [25:3].

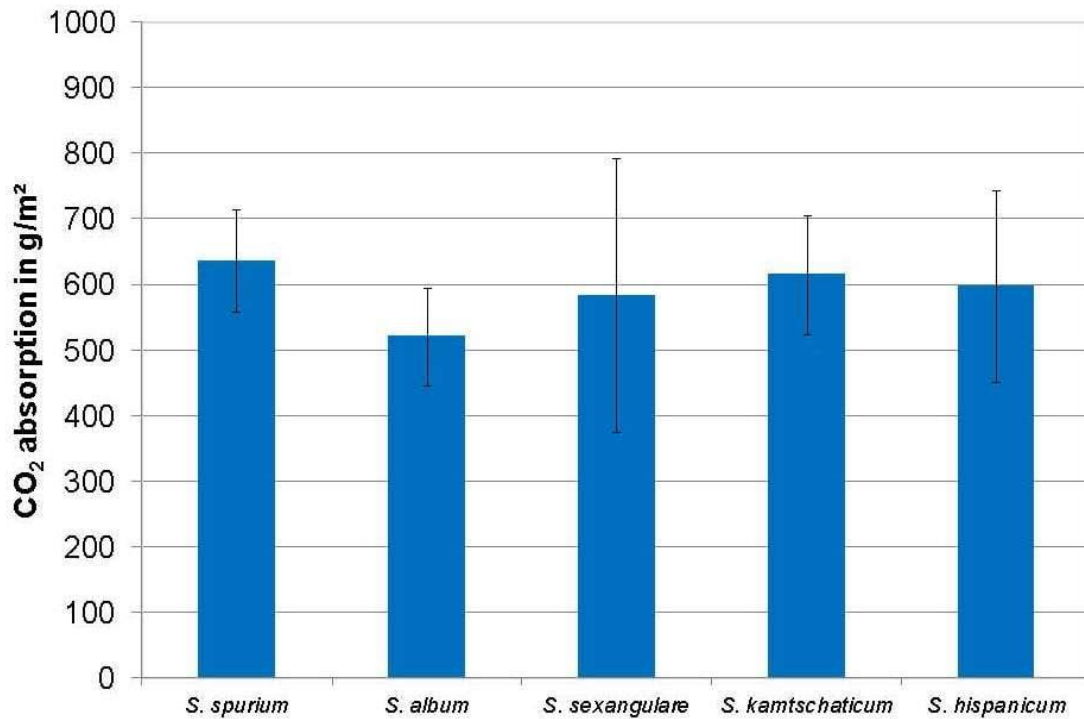
Зелені дахи є тенденцією, яка швидко зростає в містах світу, оскільки політики стають все більш відданими покращенню свого міського середовища:

Крім привнесення краси в сірі місця та збільшення біорізноманіття, зелені дахи допомагають охолоджувати міські райони, де температура може бути на 7 °C вищою, ніж навколо, і вони зменшують навантаження на муніципальні дренажні системи, перешкоджаючи стоку дощової води.

Зелені дахи також покращують здоров'я мешканців, покращуючи якість повітря, оскільки вони поглинають забруднення частинками пилу та споживають CO<sub>2</sub>.

Згідно з різними дослідженнями, дослідники підрахували, що рослинність (очиток) на зелених дахах може захоплювати повітряні частинки, такі як смог, важкі метали та леткі органічні сполуки, у кількості 0,2 кг повітряних частинок на 1 м<sup>2</sup> зеленого даху щороку [Пек, SW, М. Кун та ін., 2022].

Пряме поглинання CO<sub>2</sub> різними видами очитку на даху в Берліні, 2012 р.



Джерело: Інститут IASP, Берлін (Німеччина) [Пек, SW , М. Кун та ін., 2022].

### **Як ми можемо зробити наше повітря безпечнішим?**

Один із способів – збільшити кількість зелених дахів у міських центрах світу. Зелені дахи поглинають смертоносні забруднювачі повітря, які без потреби забирають стільки життів, і синтезують багато шкідливих газів, спричинених забрудненням.



Система зеленого даху в м. Люблянi (SI)

### **Наскільки шкідливим є забруднення повітря?**

Нове дослідження наукового журналу Nature стверджує, що вражаючі 3,3 мільйона людей щороку гинуть через забруднення зовнішнього повітря — це більше, ніж малярія та ВІЛ/СНІД разом узяті.

І це трагічна проблема, яка може тільки погіршуватися, йдеться в дослідженні. Міське населення зростає з такою неймовірною швидкістю, що до 2050 року щорічна кількість смертей може подвоїтися, якщо нічого не вжити.

В основі забруднення повітря лежать гази-забруднювачі, такі як діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), озон (O<sub>3</sub>) або чадний газ (CO), а також смертоносні крихітні частинки забруднюючих речовин — деякі менші за 2,5 мікрметра або в 100 разів тонші за людське волосся — які поглинаються через легені, викликаючи інфаркти, інсульти, рак і респіраторні захворювання.

У нещодавньому дослідженні якості повітря в 1600 містах у 91 країні ВООЗ виявила, що половина жителів, за якими проводився моніторинг, зазнавали впливу забруднення повітря, яке в 2,5 рази перевищувало рекомендовані рівні, «піддаючи цих людей додатковому ризику серйозного, довгострокового здоров'я». проблеми.

У заяві ВООЗ йдеться: «Ми не можемо купити чисте повітря в плящі, але міста можуть вжити заходів, які очистять повітря та врятують життя людей» [35:6].



Система зеленого даху в Остерхауті (Нідерланди)

У польовому дослідженні, проведеному в Сінгапурі, дослідники Тан і Сіа виміряли концентрацію газу та твердих забруднювачів на даху площею 4000 м<sup>2</sup> до та після встановлення зеленого даху.

Рівень частинок у повітрі над дахом знизився на 6%, а рівень діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>) – на 37%.

Можемо лише припустити, чого можна було б досягти, якби зелені дахи покрили ціле місто?

## **Нове покоління міст з чистим повітрям?**

У Чикаго надзвичайно високий відсоток зелених дахів порівняно з іншими містами Північної Америки, і місцева влада стимулює створення зелених дахів.

Наскільки це важливо для якості повітря, показали дослідження Янга, Ю та Гонга в 2008 році. Після дослідження 19,8 гектарів зелених дахів міста протягом року дослідники дійшли висновку, що рослинність видалила 1675 кг забруднювачів повітря або 85 кг . на гектар.

З цих видалених забруднювачів озон становив 52% загальної кількості; NO<sub>2</sub>, 27%; PM<sub>10</sub> (частинки менше 10 мікрон), 14% і SO<sub>2</sub>, 7%. За словами дослідників, якщо кількість зелених дахів збільшити, щоб покрити все місто, щорічна кількість вилучених забруднюючих речовин збільшиться до 2046 метричних тон [13:1].

Ян, Юй і Гонг не єдині в оцінці загальноміського впливу зменшення забруднення повітря зеленими дахами. Керрі та Басс підраховали, що 109 гектарів зелених дахів у Торонто можуть щорічно видаляти 7,87 метричних тонн забруднювачів повітря, тоді як дослідження Дойча та інших показало, що 58 метричних тонн можна було б видалити у Вашингтоні, округ Колумбія, якщо всі дахи міста перетворити на зелені дахи [18:6].

## **Як зелені дахи зменшують CO<sub>2</sub>**

Людство на сьогодні не можемо недооцінювати роль зелених дахів у зменшенні шкідливого парникового ефекту CO<sub>2</sub>.

### **Покращення якості повітря:**

**a.** Фільтрація твердих часток: Зелені дахи діють як природні фільтри, затримуючи пил і тверді частинки з повітря. Це зменшує кількість що забруднює (бруднить, занечищує, каляє, загиджує) речовин, які інакше вдихали б люди.

**b.** Поглинання CO<sub>2</sub>: рослини на зелених дахах поглинають вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) під час фотосинтезу, допомагаючи пом'якшити парниковий ефект і боротися зі зміною клімату.

**c.** Виробництво кисню: рослини на зеленому даху виділяють кисень в атмосферу, сприяючи підвищенню рівня кисню та свіжішому повітрю в міському середовищі.

**d.** Поглинання летких органічних сполук (ЛОС): рослини можуть поглинати певні шкідливі хімічні речовини, такі як ЛОС, які виділяють такі продукти, як фарби, засоби для чищення та будівельні матеріали.

### **Енергоефективність:**

**a.** Теплоізоляція: рослинний шар на зеленому даху діє як додатковий ізоляційний бар'єр, зменшуючи втрати тепла взимку та надходження тепла влітку. Це зменшує потребу в системах опалення та охолодження, що призводить до економії енергії.

**b.** Ефект охолодження: випаровування, процес, за якого рослини виділяють вологу в повітря, допомагає охолодити навколишнє середовище. Це може пом'якшити ефект міського теплового острова, де в містах значно тепліше, ніж у навколишніх сільських районах.

**c.** Зниження потреби в кондиціонуванні повітря. Зберігаючи прохолоду в будівлях у жарку погоду, зелені дахи зменшують потребу в кондиціонуванні

повітря, що, своєю чергою, знижує споживання енергії та викиди парникових газів.

**d.** Подовжений термін служби покрівлі: шар рослинності забезпечує захисний екран від ультрафіолетового випромінювання, температурних коливань і фізичних пошкоджень, що може подовжити термін служби мембрани покрівлі.

### **Керування зливовими водами:**

**a.** Збереження дощової води: зелені дахи зберігають значну частину дощової води, зменшуючи навантаження на зливі системи та запобігаючи переливанням.

**b.** Уповільнений стік: рослинність і шари субстрату поглинають дощову воду, повільно випускаючи її з часом. Це допомагає зменшити інтенсивність зливових стоків.

**c.** Покращення якості води: рослини та ґрунт діють як природні фільтри, видаляючи забруднювальні речовини з дощової води до того, як вона потрапить у дренажну систему.

### **Біорізноманіття та створення середовища існування:**

**a.** Середовище існування дикої природи: зелені дахи можуть забезпечити середовище існування та джерела їжі для птахів, комах та інших диких тварин, сприяючи біорізноманіттю міст.

**b.** Підтримка запилювачів: місцеві рослини на зелених дахах можуть залучати та підтримувати таких запилювачів, як бджоли та метелики.

За останні кілька десятків років температура повітря в будівельному середовищі та енергетичні потреби будівель зросли, особливо влітку. Як наслідок, зросла кількість хвиль спеки, смертність і захворюваність, пов'язані зі спекою.

Широке застосування кондиціонування повітря та високий рівень використання енергії неминучі для порятунку життів людей, особливо в жаркому та помірному кліматі. За цих обставин це дослідження пропонує огляд статей, опублікованих між 2000 і 2020 роками, щоб оцінити роль зелених дахів у споживанні енергії в будівлях у жаркому та помірному кліматі.

Враховуючи безперервну тенденцію до перегріву в містах, обсяг цього огляду обмежений жарко-вологими, помірними та жарко-сухими кліматичними зонами. Цей загальний огляд показує переваги зелених дахів для зниження попиту на енергію будівель у різних кліматичних зонах і підкреслює вищу величину економії енергії в помірному кліматі, ніж у жаркому вологому або жаркому сухому кліматі, за умови, що зелені дахи добре зрошуються та неізольовані.

Відповідно до огляду статей, опублікованих між 2000 і 2020 роками, зниження охолоджувального навантаження є максимальним (у середньому 50,2%) у помірних кліматичних зонах для добре зрошуваних зелених дахів. Ефективність економії охолоджувального навантаження знижується в жарко-вологих і жарко-сухих кліматичних зонах на 10% і 14,8% відповідно.

Елементи дизайну зеленого даху також сильно впливають на потенціал енергоощадження, а на ефективність сильно впливають фонові кліматичні умови. Результати цього дослідження допомагають проєктувальникам будівель і громадам краще зрозуміти кількість енергоощадження завдяки зеленим дахам і кількісно представити результати в різних кліматичних умовах.



**Архітектор:** Platt Management Group  
Озеро Токсавей, Північна Кароліна



Зелені будівлі є більш енергоефективними та викидають менше викидів порівняно зі звичайними будівлями. У міру того, як світ рухається до сталого способу життя, існує нагальна потреба підвищити обізнаність про екологічні будівлі для наших майбутніх поколінь.

Зазвичай процес починається з оцінки власного вуглецевого сліду та прогнозування того ж на наступні роки, а нарешті закінчується створенням програми зменшення для клієнта та встановленням чистої нульової цілі. Очікується, що ці будівлі сприятимуть покращенню способу життя та добробуту, маючи позитивний вплив на здоров'я та психіку людей. Уряд Індії намагається впроваджувати політику, спрямовану на зелене будівництво в країні. Схема зеленого житла може дати величезний поштовх зеленим будівлям в Індії. Зелений рейтинг для інтегрованої оцінки середовища проживання (GRINA) також має сприяти розвитку зелених будівель. Наприклад, урядові будівлі мають отримати принаймні 3 зірки від GRINA. Багато штатів також сприяють зеленому будівництву шляхом зниження податків на нерухомість і гербового збору, субсидій на капітальні інвестиції



### **Амагер Бакке: Копенгаген**

Амагер Бакке, або пагорб Амагер, у Копенгагені є домом для дивовижного поєднання цілей. Будівля, яку іноді називають «Копенхілл», одночасно є теплоелектростанцією, що переробляє відходи, і, як не дивно, спортивним об'єктом. Місцева копенгагенська архітектурна фірма BIG (Bjarke Ingels Group) відповідає за величезний сміттєспалювальний завод, який забезпечує муніципальне опалення навколишньої території. Увінчаний цілорічним штучним гірськолижним схилом, який також забезпечує пішохідну доріжку та стіну для скелелазіння, проект є невід'ємною частиною амбіцій міста стати нульовим викидом вуглецю до 2025 року.



### **Один з центральних парків Сіднея**

One Central Park у Сіднеї було розроблено як спільне підприємство Frasers Property та Sekisui House, як перший етап місцевого проекту оновлення міст. Багатофункціональний будинок, що складається з двох багатоквартирних веж і великого торговельного центру, був нагороджений 5-зірковою зеленою зіркою від Ради зеленого будівництва Австралії, що робить його найбільшим багатоквартирним будинком такого типу, який отримав таке позначення. . Спрямована на самодостатність, інноваційна архітектура включає електростанцію з низьким вмістом вуглецю та внутрішню установку з

переробки води, що дозволяє об'єкту стабільно задовольняти потреби мешканців у теплі та воді.



Архітектори та забудовники дуже добре проектують будівлі, які добре ізольовані, ретельно орієнтовані та мають енергоефективні системи опалення. Але все ще є можливість зробити будівлі ще більш енергоефективними – увінчавши їх живим зеленим дахом.

### **Ізолювання від спеки та холоду за допомогою зелених дахів**

Після встановлення «живий» дах використовує енергію сонця для охолодження будівлі та навколишнього середовища в спекотні дні.

Взимку додаткова теплова маса зеленого даху забезпечує додатковий шар захисту від холоду.

Дослідження в Університеті Ноттінгема Трент показують значну різницю в середній температурі під гідроізоляцією на зеленому даху порівняно зі звичайним дахом взимку та влітку [21:4].

Температура повітря 0 °C / 18,4 °C.

Температура під мембраною звичайної покрівлі 0,2 °C / 32 °C.

Температура під мембраною зеленої покрівлі 4,7 °C / 17,1 °C.

Таке зниження температури також допомагає зробити блоки змінного струму більш ефективними. Оскільки блоки змінного струму отримуватимуть холодніше повітря, їм доведеться витратити менше енергії на охолодження повітря. У реальному житті результати відрізнятимуться від даху до даху і потенційно залежатимуть від зовнішнього вигляду, висоти, погоди, глибини субстрату та покриття рослин. Але ви можете побачити, як потенційно можна зменшити витрати на експлуатацію будівлі, встановивши живий дах. Крім того, звичайно, буде багато супутніх переваг, таких як відповідність SuDS, чистий прибуток від біорізноманіття та чудовий PR.

**Низька температура навколишнього середовища:** зниження «Міського острова тепла».

Літній час, температура в містах становить прибіл. на 5-7°C вище, ніж у сільській місцевості, оскільки будівлі та асфальтовані вулиці поглинають, а потім віддають тепло. Це явище називають міським тепловим островом.

Дослідження, проведені Центром кліматичних змін Д. Тиндаля, показують, що містам потрібно на 10% більше зелених зон, щоб мати змогу протидіяти наслідкам кліматичних змін. Зелений відбиває тепло, тому створює нижчу та приємнішу температуру навколишнього середовища. Завдяки випаровуванню води рослини можуть дуже швидко знижувати температуру. На жаль, парки, сади та всі зелені зони дуже обмежені в містах, тому ці

екологічні дахові системи можуть запропонувати найкраще рішення для збільшення зелених поверхонь [29:8].



Уловлювання CO<sub>2</sub>:  
набагато чистіше повітря.

Вуглекислий газ – це газ, який утворюється в результаті спалювання викопного палива. Після промислової революції його рівень в атмосфері значно зріс [23:7]. Це вважається головною

причиною глобального потепління. Відомо, що рослини поглинають CO<sub>2</sub>, але, на жаль, кількість рослин і дерев не зростає пропорційно кількості викидів CO<sub>2</sub>. Невідомо, яку кількість може поглинути седум, але через велику кількість сукулентів на м<sup>2</sup> очікується, що вона буде значною. Кожен квадрат рослинності очитку має приблизно 2,4 м<sup>2</sup> корисного листя, але великий зелений дах із трав'янистою рослинністю може мати навіть 100 м<sup>2</sup> листового килима. Знаючи всю цю інформацію, ми можемо сказати, що системи зелених дахів допомагають зменшити CO<sub>2</sub> в атмосфері, а отже, глобальне потепління також.

### **Переваги зеленого даху**

Перш за все це фінансові переваги але існують й інші:

1. Ізоляція.

Зберігає енергію, забезпечує низькі експлуатаційні витрати для будівель (опалення, кондиціонування).

2. ЕКО-аспект, поєднання функціональності з натуральністю. Це підвищує вартість нерухомості.
3. Отримання грантів і податкових пільг для зелених будівель. Зниження витрат на впровадження та експлуатацію.
4. Довший термін служби – швидша амортизація. Тривале збереження вартості. Перевага: низькі витрати на обслуговування та заміну.

### **1. Ізоляція: енергозбереження**

Дослідження показали, що великі дахи з рослинністю можуть теплоізулювати як влітку, так і взимку. Плоскі дахи з рослинністю можуть бути на 21° теплішими, ніж зелені дахи.

#### **Охолоджувальний ефект будівель влітку:**



за допомогою систем зелених дахів можна зменшити тепло, що забирається з навколишнього середовища, на 90%, а також ефект ізоляційного шару допомагає зменшити теплопередачу на 99%.

Згідно з деякими німецькими дослідженнями, температура в субстраті під рослинністю ніколи не перевищує 25°C,

навіть у спекотні літні дні, коли зовнішня температура становить 35°C. Це охолодження пов'язане з випаровуванням і затіненням рослин, а також здатністю зеленого даху відбивати сонячне світло, енергією, що споживається фотосинтезом, і потужністю накопичення тепла, а також вологою, що міститься в рослинному субстраті.

## **2. Зігріваючий ефект будівель взимку:**

Трава та рослинність поведуться як «хутро» та сприяють збільшенню теплоізоляційного ефекту, утворюючи тонкий тривимірний формат, у який вбудовано трохи повітря. Ця рослинність також запобігає прямому удару холодного вітру на верхні шари даху.



Невеликий, але помітний ефект має теплоізоляційна здатність спеціального субстрату зелених дахів, а саме інфрачервоне відображення рослинного шару та тепло, що виробляється конденсатом або інеєм, який утворюється рано вранці на поверхні рослинного шару. (для виробництва 1 г конденсованої води виділяється 530 калорій тепла).

### 3. Менше кондиціонування повітря, менші витрати на опалення:



зелені дахи значно зменшують потребу у використанні кондиціонерів повітря влітку та теплоізоляції взимку. Ефективність зимового утеплення залежить від кількості вологи, яку утримують різні шари. Влітку теплоізоляція оптимальна, тому що шари сухі і набагато краще відбивають тепло. Використовуючи менше кондиціонування повітря влітку та маючи менші витрати на опалення взимку, зелені дахи можуть значно заощадити енергію. Оскільки ціни на енергію стають все вищими і вищими, сади на даху стають все більш привабливими.

### 4. Офіси можуть економити 4470 кубічних метрів газу на рік:

згідно з «Монітором енергозбереження» за 2006 рік, офіси споживають в середньому 1250 МДж на м<sup>2</sup>, і 39% цієї кількості витрачається на опалення приміщень. Охолодження за допомогою кондиціонерів додає ще 4% до



витрат енергії, що призводить до 538 МДж на рік. Системи зелених дахів можуть зменшити споживання енергії на 23% для опалення та на 75% для кондиціонування повітря. Дах з рослинністю економить близько 150 МДж

щороку. 1 МДж означає 0,0316 кубічних метрів газу. Таким чином, можна зробити Висновки, що зелені дахи можуть допомогти нам скоротити споживання газу на 4470 кубічних метрів щороку! (Джерело: Groen Boven alles – Energy Saving Monitor). [31:7].

### **5. Близько 91 євро економії на рік у домашніх закладах:**



Потреби домогосподарства в енергії відрізняються від потреб офісів. Витрати домогосподарств на енергію становлять близько 47% на опалення та 10% на охолоджуюче обладнання, наприклад, холодильники.

Не всі будинки мають системи кондиціонування повітря та вентилятори, тому ефект охолодження зелених дахів будинків не враховується в цьому розрахунку. Дослідження, проведене в Торонто, показує, що домашні заклади можуть заощадити 23% своїх витрат на опалення, створивши зелений дах. У Голландії для опалення використовується 26 364 МДж енергії газу, яка коштує близько 395 євро. Зменшення споживання на 23% означає економію 91 євро/рік! (Джерело: Groen Boven alles – Energy Saving Monitor) [33:3].

## Природний вигляд підвищує вартість майна

Завдяки приємному зовнішньому вигляду будівлі, енергозбереженню та тенденції екологічної відповідальності покупці готові платити більше за будинок із зеленим дахом. Тож такий дах із рослинністю підвищує цінність будівлі.



Зелений дах має багато функціональних переваг, а також стає унікальним елементом дизайну в архітектурі будівлі.

## Субсидування зелених дахів



У наші дні через зміни клімату частішають сильні проливні дощі. У багатьох випадках річки можуть викликати безпрецедентні повені з серйозними економічними та екологічними наслідками.

Інвестиції у збільшення пропускної здатності каналізаційної системи набагато вищі, ніж будівництво зеленого даху, і ці дахи можуть допомогти зменшити перевантаження каналізаційних систем, а також можна збирати воду, що стає все більш

важливим у густонаселених районах. Тому влада вітає ідею встановлення садів на даху.

### **Зменшення на 60-70% перевантаження каналізаційних систем:**

дослідження показують, що системи зелених дахів можуть значно зменшити кількість води, що скидається в каналізацію влітку. Рослини та рослинний субстрат утримують воду, яка потім випаровується в атмосферу. Кількість води, яку утримує зелений дах, залежить від товщини та типу субстрату, типу дренажу та рослинності.



Економія щонайменше 8-10 €/м<sup>2</sup>: кількість метеорної води, що збирається на зеленому даху, зменшує витрати на каналізаційну систему. Це може бути 8-10 €/м<sup>2</sup>

## **Сонцезахисний крем і перепади температури. Більший термін служби даху.**

Покрівлі постійно піддаються впливу ультрафіолетового випромінювання, опадів і різких коливань температури. Різниця температур в екстремальних випадках може досягати 100°C протягом року. Бітумні та



пластикові шари чутливі, вони швидко старіють через ці великі температурні коливання та ультрафіолетове випромінювання. Роками доведено, що зелений дах може вистояти втричі

довше, ніж простий, оскільки рослинність захищає майже від усіх кліматичних факторів. Рослинний покрив і спеціальні шари захищають дах від цього шкідливого впливу, збільшуючи термін їх служби.

### **Механічний захист гідроізоляційного шару:**

Під час різних технологічних втручань, ремонтів або технічного обслуговування гідроізоляційний шар може бути перфорований (цвяхи, саморізи, гострі шматки жерсті можуть пробити гідроізоляційний шар), що спричинить просочування.

Зелені дахи захищають гідроізоляційний шар від цих незначних, але дуже дорогих і неприємних подій.



**Довгострокова життєздатність. Окупність інвестицій від 8 до 21 року:**



зазвичай витрати на систему зелених дахів можна окупити через 8-15 років завдяки економії, отриманій в результаті нижчих експлуатаційних витрат будівлі. У той час як компоненти традиційної покрівлі зазвичай замінюють кожні 20-30 років, дах із зеленою рослинністю має термін експлуатації в 3-5 разів довший (60-100 років). Зелені дахи захищають матеріал під ним, тому не потрібні нові кошти для заміни елементів даху, що означає досить швидке повернення інвестицій.

зазвичай витрати на систему зелених дахів можна окупити через 8-15 років завдяки економії, отриманій в результаті нижчих експлуатаційних витрат будівлі. У той час як компоненти традиційної

## Екологічні переваги

1. Низька температура навколишнього середовища  
Зменшує так званий міський острів тепла
2. Вловлює CO<sub>2</sub>  
Чистіший, придатний для дихання та багатший киснем повітря
3. Вловлює мікрочастинки  
Чисте повітря
4. Стимулює біорізноманіття  
Покращує/зберігає середовище проживання птахів і комах
5. Утримання зливової води  
Щадить каналізаційні системи, зменшуючи ризик повеней
6. Очищення зливової води шляхом фільтрації  
Чисте довкілля

## **Стимулювання біорізноманіття: покращує/зберігає середовище існування птахів і комах**

Де б ми не зводили наші будівлі, мікросередовища зазвичай порушуються. Зелені дахи допомагають відновити їх і відновити біологічний цикл.

Дахи з рослинністю пропонують важливий притулок для мікроареалів.

Ми можемо стимулювати біорізноманіття, вибираючи належну товщину субстрату та велику різноманітність рослин.



Згідно з деякими шведськими та англійськими дослідженнями, зелені дахи можуть навіть стати притулком для рідкісних комах і метеликів, що знаходяться під загрозою зникнення.

## **Зберігання дощової води: менше потреб у каналізаційних системах і, як наслідок, менше реверсування**

В результаті глобального потепління проливні дощі стали звичним явищем, тому каналізаційні системи дедалі більше перевантажуються. Зелені дахи дозволяють утримувати велику кількість води, тому можна уникнути перевантаження дренажних і каналізаційних систем. Це випаровування води також сприяє зниженню температури навколишнього середовища. Іншим важливим ефектом зелених дахів є уповільнення дренажу води, тому системи дощової води захищені, оскільки вони вбудовані в структуру зеленого даху. У разі невеликого дощу, зелених дахів з ухилом 12 градусів і 14 см рослинного

субстрату відведення води починалося через 12 годин після припинення дощу і тривало ще 21 годину.

#### Фільтрування дощової води: чистіше довкілля

Зелені дахи не тільки зберігають велику кількість метеорної води, але й очищують її.

Спочатку дощова вода стікає на рослини, потім фільтрується через різні шари. Дослідження Kohler & Schmidt (1990) показує, що 95% сульфідів свинцю, міді та кадмію та 19% цинку, які потрапляють на дах у вигляді дощової води, залишаються в субстраті. Кількість утриманих нітратів, нітритів (внаслідок кислотних дощів) також важлива, але її важко визначити.

#### **Практичні переваги**

- Звукоізоляція
- Тихіше середовище в приміщенні та на вулиці
- Вогнестійкий
- Повністю пожежобезпечний
- Природний вигляд
- Гарний вид, зелений має заспокійливу та розслаблюючу дію
- Для захисту даху не використовується баласт
- Заміна інертного матеріалу на ефектний живий

#### **Звукоізоляція: тихіше середовище в приміщенні та на вулиці.**

Поєднання субстратів, рослин і повітря з різних шарів зеленого даху зменшує шумове забруднення. Звукові хвилі швидше вловлюються та поглинаються, а не відбиваються, як це роблять інші будівельні матеріали. Субстрат блокує нижчі частоти, а рослини – вищі. Наприклад, шум літаків і

грози. Сади на даху можуть зменшити сприйнятий шум до 8 дБ. Це не здається значним, але для людей це зниження означає майже на 50% менше шуму.



Зелені дахи забезпечують більш тихий офіс, квартиру, будинок і приємне міське середовище. Звукоізоляція залежить від товщини системи зеленої покрівлі та ступеня набухання субстрату водою. Чим товщі, тим ефективніше

утеплювач. У 2004 році компанія Dunett&Kingsbury виміряла зниження рівня шуму на 5 дБ у районі аеропорту у Франкфурті-на-Майні після встановлення зеленого даху товщиною 10 см. проф. д-р. Гернот Мінке показує у своєму дослідженні, що мокрий шар товщиною 12 см може знизити рівень шуму на 40 дБ, а шар товщиною 20 см – приблизно. 46 дБ.

### **Вогнестійкість**

У Німеччині системи зеленої покрівлі вважаються «суцільною покрівлею», тому що вони не горять і є повністю пожежобезпечними, якщо товщина шару перевищує 3 см.

## **Захист від електромагнітного випромінювання:**

Дослідження проф. Доктор Гернот Мінке з університету Касселя показує, що зелені дахи зменшують вплив електромагнітного випромінювання. Таким чином, зелений дах із ізоляційним шаром товщиною 20 см, дренажним шаром і субстратом товщиною понад 16 см, а також має велику рослинність трав'янистих рослин, може знизити випромінювання в 2 Гігагерцах (у яких працює більшість мобільних телекомунікаційних мереж) на 24 дБ. . Це означає зменшення приблизно на 99% електромагнітного випромінювання. Якщо сад на даху заповнений газонною плиткою товщиною 20 см, ефект зниження електромагнітного випромінювання становить приблизно 99,9999%. [34:6].

## **Природний вигляд: красивий, заспокійливий і розслаблюючий**

У густонаселених районах зазвичай не вистачає зелених насаджень. Зелені дахи можуть запропонувати приємний вид, покращуючи якість міського життя. Зелені насадження мають також психологічний розслаблюючий ефект: прогулянка в ботанічному саду знижує артеріальний тиск і знижує частоту серцевих скорочень. Інше дослідження доводить, що люди, оточені рослинністю, можуть швидше відновлюватися після стресових станів.



## **Немає потреби в баласті чи гравії на даху: заміна інертного матеріалу на живий**

Деякі дахи потребують баласту для кріплення. Стандартна зелена покрівля має насичену вагу приблизно 85 кг/м<sup>2</sup> (також існують системи 35 кг/м<sup>2</sup>). З іншого боку, через коріння система утворює амальгаму як єдине ціле. Будівництво зеленого даху, баласт чи гравій більше не знадобляться!



### **3.3. Характеристика авторської розробки озеленення.**

#### **Конструкція.**

Авторська розробка альтанки вирізняється міцністю і гармонійністю завдяки ретельному підбору матеріалів і конструктивних рішень:

#### **1. Каркас:**

Матеріал: деревина сосни.

Форма – квадратна (130\*130 мм).

Вибравши сосну в якості основного матеріалу для каркасу, дизайнери забезпечили високу міцність і довговічність конструкції. Квадратна форма забезпечує баланс між міцністю та естетикою.

#### **2. Вікно/двері:**

Форма – прямокутна.

Матеріал: високоякісний пластик і потрійний склопакет.

Прямокутні вікна та двері з високоякісного пластику гарантують оптимальне денне освітлення та забезпечують ефективну ізоляцію. Потрійні склопакети забезпечують відмінну звукоізоляцію і заощаджують енергію.

#### **3. Дах:**

Газон, засаджений водостійкими та адаптованими до клімату рослинами.

Дах водонепроникний і вкритий шаром ґрунту товщиною 5 см. Це забезпечує ефективну ізоляцію і створює пишний поверхневий шар з газонами і рослинами, ідеально адаптованими до місцевого клімату.



## **Інтер'єр**

Інтер'єр альтанки вражає своєю елегантністю та функціональністю:

### **1. Стільці**

Затишні та стильні стільці ідеально підходять для розслабленої та комфортної атмосфери.

### **2. Стіл**

Функціональний стіл, який слугує центром для прийому їжі та організації речей. Виготовлений з металу і масиву сосни.

### **3. Камін**

Акценти, що додають тепла та затишку в обстановку.

### **4. Диван**

Стильний диван для відпочинку.

## 5. Вертикальне озеленення:

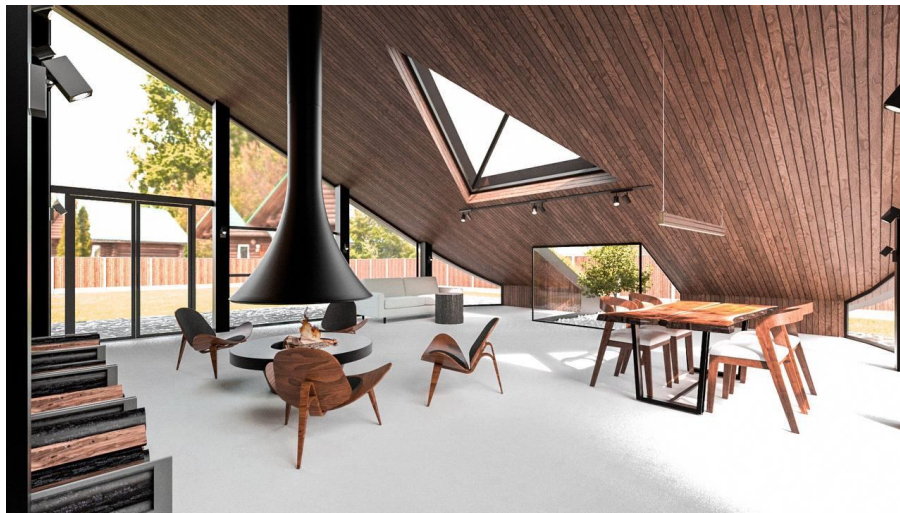
Рослини розміщені по периметру альтанки не тільки для прикраси інтер'єру, але і для покращення якості повітря.

Сама альтанка розташована за містом у Львівській обл. смт. Рудне.

Головний елемент альтанки – капсула у якій росте вічнозелена рослина – рододендрон.

Авторський дизайн-проект альтанки, є затишним місцем відпочинку, що втілює в собі гармонію, стиль і функціональність. Проект створений з великою увагою до деталей, щоб забезпечити унікальний досвід релаксації на власній ділянці.





## **Висновки до третього розділу.**

Підсумовуючи, викладений матеріал у третьому розділі можемо можемо стверджувати, що прагнення до енергоефективності в зелених будівлях є наріжним каменем нашого спільного прагнення до сталого майбутнього. Завдяки інноваційному дизайну, передовій технології та сумлінній практиці ці будівлі служать маяками екологічної відповідальності та економічної обережності. Завдяки значному зниженню споживання енергії, мінімізації впливу на навколишнє середовище та підвищенню комфорту та добробуту мешканців, зелені будівлі втілюють гармонійну інтеграцію людських потреб із збереженням навколишнього середовища.

Успіх енергоефективних зелених будівель полягає не лише в їх будівництві та експлуатації, але й у їх далекосяжному впливі на громади та планету в цілому. Оскільки ці структури продовжують поширюватися, вони встановлюють нові стандарти, надихаючи промисловість, уряди та окремих людей прийняти зміну парадигми до сталого способу життя. Вони втілюють багатообіцяючу ідею про відповідальне використання ресурсів, розширюючи межі інновацій, сприяючи створенню більш здорового, стійкого та екологічно збалансованого світу для нинішнього та майбутніх поколінь.

Проте шлях до широкого впровадження зелених будівель і підвищення енергоефективності є безперервним зусиллям. Це вимагає постійних досліджень, співпраці між секторами, зміцнення політики та колективного зобов'язання подолати виклики. Вирішення проблем, пов'язаних із початковими витратами, технологічним прогресом, нормативно-правовою базою та обізнаністю громадськості, залишається ключовим для сприяння справі сталого будівництва та енергоефективності.

По суті, енергоефективність зелених будівель втілює в собі не лише структурну революцію, але й трансформаційний дух. Він символізує нашу здатність гармонізувати людський прогрес із піклуванням про навколишнє середовище, знаменуючи ключовий крок до сталого, процвітаючого та стійкого майбутнього для всіх. Продовжуючи сприймати та вдосконалювати принципи енергоефективних зелених будівель, ми починаємо подорож, яка відзначає інновації, розвиває стійкість і закладає основу для більш перспективного майбутнього.

## ВИСНОВКИ

### 1. Узагальнення корпусу емпіричного матеріалу:

В процесі дослідження було успішно узагальнено різноманітний корпус емпіричного матеріалу, спрямованого на вивчення екологічних тенденцій в архітектурному середовищі та дизайні озеленення покрівель будівель. Це дозволило отримати комплексне уявлення про сучасні підходи та тенденції в цій галузі.

### 2. Дослідження проблем екологічного забруднення:

В ході дослідження були ретельно вивчені та проаналізовані проблеми екологічного забруднення сучасного архітектурного середовища. Висвітлення цих аспектів важливо для подальшого розуміння необхідності впровадження екологічно збалансованих підходів у проектування.

### 3. Характеризація екологічних цінностей та тенденцій озеленення дахів:

Дослідження включало охарактеризування екологічних цінностей та їх роль у формуванні архітектурного простору. Також виявлені та проаналізовані сучасні тенденції озеленення дахів в Європі, що дозволяє визначити можливі перспективи для впровадження аналогічних підходів в інших регіонах.

### 4. Аналіз українського досвіду рекреаційних просторів:

Основним завданням було проаналізувати сучасний український досвід формування рекреаційних просторів з елементами озеленення в архітектурі. Цей аналіз допомагає висвітлити особливості та успіхи в інтеграції зелених зон у міські середовища.

## 5. Розробка дизайн-проекту з урахуванням екологічної свідомості:

На заключному етапі дослідження був розроблений дизайн-проект об'єкта архітектурного середовища, який відображає взаємодію людини і архітектури в контексті екологічної свідомості. Цей проект може слугувати основою для практичної реалізації зелених технологій та дизайну в міському середовищі, сприяючи створенню екологічно стійких та комфортних об'єктів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ACROS Fukuoka Foundation. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.acros.or.jp/english/> (дата звернення 05.09.2023)
2. Acros Fukuoka Prefectural International Hall . – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.greenroofs.com/projects/acros-fukuoka-prefectural-international-hall/> (дата звернення 05.09.2023)
3. Bere:architects. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.bere.co.uk/architecture/the-muse/> (дата звернення 19.09.2021)
4. Brooklyn Grange– [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.brooklyngrangefarm.com/> (дата звернення 19.09.2023)
5. Cartwright M. Hanging Gardens of Babylon. Ancient History Encyclopedia. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : [https://www.worldhistory.org/Hanging\\_Gardens\\_of\\_Babylon](https://www.worldhistory.org/Hanging_Gardens_of_Babylon) (дата звернення 05.09.2023)
6. Fabricio Bianchini, Kasun Hewage. – *How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials.* – Building and Environment, Volume 48. – 2023. – pp. 57-65. ISSN 0360-1323 – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311002629> (дата звернення 10.10.2023)
7. H.F. Castleton, V. Stovin, S.B.M. Beck, J.B. Davison. – *Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit.* – Energy and Buildings, Volume 42, Issue 10. – 2023. – pp. 1582-1591, ISSN 0378-7788, . – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778810001453> (дата звернення 10.10.2023)
8. Nazire Papatya Seçkin.– *Environmental control in architecture by landscape design.* – ITU A|Z. –Volume 15. – No 2 . – July 2023 . – pp. 197-211

9. Nicholas S. G. Williams, Jeremy Lundholm, J. Scott MacIvor. – FORUM Do green roofs help urban biodiversity conservation? . – Journal of Applied Ecology, Volume 51, Issue 6. – 2014. – pp.1643–1649. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.12333> (дата звернення 26.09.2023)
10. T. Susca, S. R. Gaffin, G. R. Dell’Osso. — *Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs*. — Environmental Pollution, Volume 159, Issues 8–9. — 2011, pp. 2119-2126, ISSN 0269- 7491. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007>. (дата звернення 26.09.2023)
11. Top Ten Green Roof Plants [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.turfonline.co.uk/blog/top-ten-green-roof-plants/> (дата звернення 10.10.2023).
12. Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. – BioScience, Volume 57, Issue 10. – 2007. – pp. 823–833. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://academic.oup.com/bioscience/article/57/10/823/232363> (дата звернення 10.10.2023)
13. Volume 56, Issue 9. – 2019. – pp. 2131-2143. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.13475> (дата звернення 26.09.2023)
14. Біологічні дослідження – 2023 : збірник наукових праць МОН України, ЖДУ ім. І. Франка, Ін-т зоології НАН України, Ін-т гідробіології України, ТНПУ ім. В. Гнатюка ; орг. ком.: П. Ю. Саух, В. Д. Романенко, І. А. Акімов [та ін.]. – Житомир : Рута, 2022. – С. 206–207. – Бібліогр. наприкінці ст.

15. Богун К. В. Соціально-економічні та екологічні наслідки озеленення дахів будівель Гнатюк Л.Р. *Основи Ландшафтної архітектури*. К.: КОМпринт, 2020. 390 с.
16. Використання червонокнижних видів рослин в озелененні С. А. Бойко, С. О. Віхорчук, О. І. Скакальська *Природно-заповідний фонд України - минуле, сьогодення, майбутнє : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 20-річчю природного заповідника Медобори , 26-28 травня р., смт. Гримайлів редкол.: В. Д. Бондаренко, О. О. Кагало, Г. Т. Криницький [та ін]. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2023. – С. 242–244. – Бібліогр. наприкінці ст.*
17. Гнатюк Л.Р. *Зелені дахи в сучасному благоустрої міст* [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.academia.edu/108596774/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82>.
18. Гордійчук, А. В. *Елементи ландшафтного дизайну при створенні колекційно-експозиційної ділянки Сад магнолій у Кременецькому ботанічному саду* А. В. Гордійчук, М. Р. Микулич
19. *Дах житлового комплексу ‘Tetris Hall’*. – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https:kotsiuba.com.project/rooftop-of-residential-complex-tetris-hall> (дата звернення 26.09.2023).
20. Дрозд, І. Ф. Перспективи використання *Linum grandiflorum* у декоративному озелененні *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення : збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції 12-14 жовтня 2016 р. у м. Дрогобич редкол.: С. Волошанська, В. Стахів, Н. Стецула [та ін.] ; Дрогобицький держ. пед. ун-т ім. Івана Франка, Дрогобич : [ДДПУ], 2016. – С. 30–32. – Бібліогр. наприкінці ст.*

21. *Ефективна економіка*. Електронний журнал. 2013. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1804> (дата звернення 22.06.2023)
22. Євсікова, С. С. Використання деяких представників роду *Spiraea L.*, інтродукованих у Кременецькому ботанічному саду для озеленення Біологічні дослідження – 2016 : збірник наукових праць МОН України, ЖДУ ім. І. Франка, Ін-т зоології НАН України, Ін-т гідробіології України, ТНПУ ім. В. Гнатюка ; орг. ком.: П. Ю. Саух, В. Д. Романенко, І. А. Акімов [та ін.]. – Житомир : Рута, 2016. – С. 207–209. – Бібліогр. наприкінці ст., А. Три образа для одного саду [парадний сад, сад гармонії, сад ароматів] А. Зубарева Ландшафт и архітектура. – 2018. – № 5. – С. 68–73, І. Структура та якісний стан зелених насаджень на центральних вулицях міста Тернополя І. Кабакова Кучерявий, В. П. Озеленення населених місць: підручник В. П. Кучерявий, В. С. Кучерявий. – Львів : Новий Світ–2000, 2021. – 666 с. – ISBN 978-617-7519-23-1.
23. І. Боднар, Н. В. Герц, В. В. Грубінко та ін. – Тернопіль : Вектор, 2019. – С. 129–143. – Бібліогр. наприкінці ст.
24. Кабанова, І. Стан зелених насаджень на вулицях центральної частини міста Тернополя І. Кабанова Студентський науковий вісник Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. – 2023. – Вип. 41. – С. 85–86.
25. Казмірчук, Ю. Зелені дахи: аналіз інноваційних технологій щодо створення екстенсивних садів на дахах Біологія. Шкільний світ. – 2019. – № 6. – С. 46–56. – Бібліогр. В кінці ст.

26. Карпенко, Ю. Науково-методологічні основи концепції озеленення міста Чернігова Ю. Карпенко // Екологічний вісник. – 2019. – № 4. – С. 21–23. – Бібліогр. наприкінці ст.
27. Керкуш, Н. В. *Деревно-чагарникові види в озелененні територій навчальних закладів* (на прикладі ТНПУ ім. В. Гнатюка) Н. В. Керкуш *Матеріали наукових читань, присвячених 120-річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором університету святого- Володимира С. Г. Навашином, Тернопіль, 06-07 лютого 2019 р.* / редкол.: М. М. Барна, Л. С. Барна, О.
28. Косар, О. А. Опалко Тернопільські біологічні читання - 2017 : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяч. 20-річчю заснування наук. фахового видання України Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія - наукометрична база даних, 20–22 квіт. 2023 р.
29. Кузик, І. Еколого-географічний аналіз озеленення Тернопільської міської; єднаної територіальної - громади І. Кузик *Міждисциплінарні інтеграційні процеси у системі географічної, туризмологічної та екологічної науки : матеріали II-ї міжнародної науково-практичної конференції*, м. Тернопіль, 15 жовтня 2020 р. редкол.: А. В. Кузишин, Р. Кламар, Р. Плохих [та ін.] ; ТНПУ ім. В. Гнатюка, Пряшівський університет (Словаччина), Економічний університет в Катовіце (Польща). – Тернопіль : Вектор, 2020. – С. 219-224. – Бібліогр. в кінці ст.
30. Кузнецов, С. *Затишний будинок Казковий сад* С. Кузнецов *Ландшафт и архітектура.* – 2018. – № 5. – С. 48–53.
31. Кучерявий, В. П. *Озеленення населених місць : підручник* В. П. Кучерявий, В. С. Кучерявий. – Львів : Новий Світ–2000, 2021. – 666 с. .

- 32.Ландшафт и архітектура. – 2018.С. 72–73. *Магістерські студії географічного факультету ТНПУ ім. В. Гнатюка* : збірник наукових праць / редкол.: А. В. Кузишин, М. Я. Сивий, Л. Б. Заставецька [та ін.]. – Тернопіль, 2019. – Вип. 1(2). – С. 101–103. – Бібліогр. наприкінці ст.
- 33.Мазуренко, О. Деніс Макклер: українська історія життя і творчості ірландського генія О. Мазуренко *Екологічний вісник*. – 2018. – № 5. – С. 15–19. – Бібліогр. наприкінці ст.
- 34.Новосельчук Н.Є. Озеленення штучних основ як засіб екологічного оздоровлення міського середовища. *Проблеми розвитку міського середовища*. – 2010. – № 4. –С. 88-92.
- 35.О. Деніс Макклер: українська історія життя і творчості ірландського генія *Екологічний вісник*. – 2018. – № 5. – С. 15–19. – Бібліогр. наприкінці ст.
- 36.О. Український партер [геометричне квіткове оформлення низькорослими рослинами] *Ландшафт и архітектура*. – 2018. – № 5. – С. 48–53.
- 37.Перспективи використання *Prunus serrulata* Lindl. в озелененні А. І. Опалко, К. П. Косар, О. А. Опалко *Тернопільські біологічні читання - 2017* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяч. 20-річчю заснування наук. фахового видання України *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія - наукометрична база даних Index Copernicus*, 20–22 квіт. 2017 р., Тернопіль редкол.: М. М. Барна, Н. Д. Дробик, В. В. Грубінко [та ін.]. – Тернопіль : Терно-граф, 2017 – С. 77–80. – Бібліогр. наприкінці ст.
- 38.Оцінка стану дендрофлори Більче-Золотецького парку – пам’ятки садово-паркового мистецтва Д. І. Бідолах, Ю. Г. Гринюк, В. С. Кузьович *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного*

- університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. – 2017. – Вип. 4(71), спеціальний випуск : Подільські читання. – С. 23–29. – Бібліогр. в кінці ст.
- 39.Петрова, О. Топіарні форми рослин О. Петрова Ландшафт і архітектура. – 2018. – № 5. – С. 89–95. С. О. Дендрологічні аспекти Концепції озеленення міста Чернігова С. О. Потоцька Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. – 2017. – Вип. 2(69) : Тернопільські біологічні читання - Ternopil Bioscience - 2017. – С. 35–40. – Бібліогр. в кінці ст.
- 40.Петрова, О. Топіарні форми рослин О. Петрова *Ландшафт і архітектура*. – 2018. – № 5. – С. 89–95.
- 41.Потоцька, С. О. Дендрологічні аспекти Концепції озеленення міста Чернігова С. О. Потоцька *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Сер. Біологія. – 2017. – Вип. 2(69) : Тернопільські біологічні читання - Ternopil Bioscience - 2017. – С. 35–40. – Бібліогр. в кінці ст.
- 42.Прусак В. Ф. *Неперервна екологічна підготовка фахівців з дизайну: теорія та практика*: [моногр.]. Львів: Простір-М, 2019. 568 с.
- 43.Прусак В.Ф., Лук'янчук Н.Г. *Екологічний дизайн: навч. посіб. Для підготовки магістрів спец. 022 «Дизайн»*. 2-ге вид., допов. Львів: ТзОВ «Простір-М», 2019. 226 с.
- 44.*Сад на даху Університетської бібліотеки у Варшаві* – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу : <https://www.buw.uw.edu.pl/onas/budunek-i-ogrod/> (дата звернення 03.10.2023).
- 45.Сніжко, Валерій Навчання в красі Валерій Сніжко. – К. : Планета-Медіа, 2008. – 384 с.

46. Сніжко, Валерій Навчання в красі Валерій Сніжко. – К. : Планета-Медіа, 2008. – 384 с. – Протокол МОНУ № 5 від 14.04.2023.
47. Тернопіль редкол.: М. М. Барна, Н. Д. Дробик, В. В. Грубінко [та ін.]. – Тернопіль : Терно-граф, 2017. – С. 77–80. – Бібліогр. наприкінці ст.
48. Тутенко, Н. *Контейнерне озеленення: нові підходи до озеленення вулиць та площ* Н. Тутенко Ландшафт и архітектура. С. 68–69, В. Використання трав в ландшафтному дизайні.
49. Тутенко, Н. *Контейнерне озеленення: нові підходи до озеленення вулиць та площ* Н. Тутенко Ландшафт и архітектура. – 2018. – № 4. – С. 68–69.
50. Український партер [*геометричне квіткове оформлення низькорослими рослинами*]. 48–53.
51. Цішковська, В. *Використання трав в ландшафтному дизайні* В. Цішковська, Д. Цішковський Ландшафт и архітектура. – 2018. – № 4. – С. 72–73.

## Интернет-джерела

1. Biodiversity Roof Initiative - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://biodiversityroofinitiative.com/>
2. Cool Roof - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.coolroof.org/>
3. Eco-Roof Systems - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.ecorooft.eu/>
4. Green Building Advisor – [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenbuildingadvisor.com/>
5. Green Infrastructure for Climate-Resilient Communities - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://climateadaptationplatform.com/>
6. Green Infrastructure Foundation - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://gif.org/>
7. Green Roof Design - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenroofdesign.com/>
8. Green Roof Organisation - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenrooforganisation.org/>
9. Green Roof Systems - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenroofsystems.com/>
10. Green Roof Technology - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenrooftechnology.com/>
11. Green Roofs Australia - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenroofs.org.au/>
12. Green Roofs for Healthy Cities (GRHC) – [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenroofs.org/>

13. Green Roofs in Sustainable Cities - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.sustainablecities.eu/>
14. Green Roofs UK - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenroofs.org.uk/>
15. International Green Roof Association (IGRA) - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.igra-world.com/>
16. Landezine (зосереджено на ландшафтному дизайні) - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.landezine.com/>
17. Roofmeadow - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.roofmeadow.com/>
18. The Greenroof & Greenwall Directory - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenroofs.com/>
19. The Greenroof Research Portal - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://greenroofresearch.org/>
20. The Urban Greening and Biodiversity Network - [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://urbangreening.org/>
21. Зелені дахи для здорових міст [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://greenroofs.org/>
22. Зелені дахи, справжні сади з багатою рослинністю: газон, кущі, плодоносні кущі та овочі. [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://odu-green-roof.com/garden-roof/>
23. Організація зелений дах [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.greenrooforganisation.org/>

## ДОДАТКИ



Науково-технічний комплекс Гарвардського університету, Алстон  
Массачусетс, архітектор: Behnisch Architekten. Фото: Бред  
Файнкнопф



Концепція, що лежить в основі дизайну Bosco Verticale: «una casa per alberi che ospita anche umani e volatili» - створювати для дерева будинок для людей і птахів.



Bosco Verticale є чудовим прикладом міської стратегії, яка поєднує в собі технологічні інновації та рішення, засновані на природі в архітектурі.



Забезпечує численні переваги для місцевих жителів. Охолоджуючий ефект крони дерев сприятливо впливає на мікроклімат та навколо них.







МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний лісотехнічний університет України  
ННІ деревооброблювальних та комп'ютерних технологій і дизайну

Кафедра дизайну

БАТОК МАРКІЯН ВОЛОДИМИРОВИЧ

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

## **ЗЕЛЕНИЙ ДАХ ЯК МЕТОД ФОРМУВАННЯ ДИЗАЙНУ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **Анотація**

У дослідженні висвітлені проблеми забрудненості архітектурного середовища і їх вплив на життєдіяльність людини, а також розкрито поняття «екології» з позиції науковців, які працюють в області дослідження екологічного дизайну. Дипломна робота складається з трьох розділів, у яких висвітлено та проаналізовано сутність науки екології та її основні проблеми, принципи екологічного дизайну в архітектурі, основні шляхи покращення якості повітря, з метою створення комфортного середовища для проживання людини. На основі проведеного дослідження систематизовано теоретичні обґрунтування проблем забрудненості повітря, середовища міського простору та розроблено авторський дизайн-проект, який полягав у покращенні повітря і енергоефективності будівель, методом озеленення покрівель будівлі житлового призначення.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
Ukrainian National Forestry University  
Institute of Woodworking and Computer Technology and Design

Department of Design

BATOK MARKIYAN VOLODYMYROVYCH

MASTER'S QUALIFICATION WORK

on the topic:

**THE GREEN ROOF AS A METHOD OF FORMING THE DESIGN OF  
THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT**

**Annotation**

The study highlights the issues of pollution in the architectural environment and its impact on human life. It also delves into the concept of «ecology» from the perspective of researchers working in the field of ecological design research. The thesis comprises four chapters that elucidate and analyze the essence of the science of ecology and its main problems, the principles of ecological design in architecture, and the primary ways to improve air quality to create a comfortable living environment for humans. Based on the conducted research, theoretical foundations of air pollution problems and urban space environment are systematized. Additionally, an author's design project has been developed aimed at improving air quality and energy efficiency of residential buildings through the method of greening the building's rooftop.