

## Технологічні аспекти створення багаторівневих зелених дахів

Олександра Дмитрієнко, студентка<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0006-6704-4894),  
Вікторія Щурова, доцент<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0001-8468-3280)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

### АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто багаторівневі зелені дахи як сучасний напрям архітектурної практики, що поєднує інженерні технології, екологічні рішення та соціальні функції. Проаналізовано основні конструктивні виклики, пов'язані з несучою здатністю, гідроізоляцією, дренажем і зрошенням. Особливу увагу приділено типології систем, підбору рослинності, а також інтеграції зелених дахів із відновлюваною енергетикою. Розглянуто світовий досвід реалізації подібних рішень та можливості їх адаптації в Україні.

*Ключові слова:* багаторівневі зелені дахи, архітектура, екологічність, енергоефективність, урбаністика.

### 1. ВСТУП

У XXI столітті дах перестав виконувати виключно функцію захисної оболонки будівлі. Завдяки технологічним інноваціям і зміні підходів до архітектурного проектування він перетворився на багатофункціональний простір, здатний поєднувати екологічні, енергетичні та соціальні завдання. Зростаюча урбанізація, дефіцит вільних земельних ділянок у містах та погіршення екологічної ситуації спричинили необхідність пошуку нових способів інтеграції природного середовища у міські простори. Саме тому особливе місце серед сучасних архітектурних рішень займають багаторівневі зелені дахи, які створюють каскадні просторові композиції та дозволяють поєднувати архітектуру з природою.

Актуальність дослідження також визначається зростаючим інтересом до стійкої архітектури та концепції «зеленої інфраструктури». У світі вже існують приклади, коли дахи стають ключовими елементами міського планування, компенсуючи брак природних територій у мегаполісах. Для України ця практика ще нова, але має величезний потенціал у контексті підвищення енергоефективності будівель, розвитку сучасного житлового будівництва та формування якісного міського середовища.

### 2. КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Першочерговим викликом у проектуванні багаторівневих дахів є забезпечення міцності конструкцій. Рослинність, субстрат, вода та інженерні системи створюють значне навантаження, що перевищує параметри звичайного даху. Саме тому проектування починається з детальних інженерних розрахунків несучої здатності плит перекриття, балок та колон. Важливим є вибір матеріалів: використання високоміцного бетону та сталевих армувальних елементів дозволяє зменшити ризики деформацій [1].

Для зниження ваги зелених шарів активно застосовують легкі субстрати — мінеральну вату, перліт, керамзит. Вони поєднують здатність утримувати вологу з відносно малою щільністю. Геотекстильні матеріали, які укладаються між шарами, виконують кілька функцій: вони стабілізують

грунт, захищають гідроізоляцію від механічних пошкоджень та коріння, а також забезпечують фільтрацію [2].

Гідроізоляція — другий ключовий компонент, адже багаторівнева структура передбачає велику кількість стиків, переходів і каскадів. Тут використовують багатошарові мембранні системи, рідкі полімерні склади, ПВХ-плівки та еластомерні покриття. Для особливо складних конструкцій проектується подвійні системи з контрольними каналами, які дозволяють своєчасно виявити протікання. Антикореневі бар'єри створюють додатковий захист від пошкодження гідроізоляційного шару [3].

### 3. ВОДНИЙ БАЛАНС: ДРЕНАЖ І ЗРОШЕННЯ

Дренаж і зрошення є основою функціональності зеленого даху. Дренажні системи, що складаються з профільованих мембран, гравійних шарів або пластикових осередків, забезпечують відведення надлишку води й водночас накопичують її частину для живлення рослин. У багаторівневих конструкціях важливо, щоб дренаж працював на різних рівнях незалежно, адже кожен каскад має власне навантаження та режим зволоження [4].

Сучасні системи зрошення передбачають крапельне або підповерхневе подавання води. Вони працюють у поєднанні з датчиками вологості, температури та освітленості. «Розумні» системи автоматично визначають потребу в поливі й оптимізують витрати. Важливим напрямом розвитку є повторне використання дощової води, яка збирається у підземні резервуари. Це не лише зменшує навантаження на міські системи водовідведення, а й формує замкнений екологічний цикл.

Додатково застосовуються аераційні системи, що забезпечують доступ кисню до коренів у товщі субстрату. Це особливо актуально для інтенсивних садів, де висаджуються дерева й чагарники. Такі рішення дозволяють утримувати здорову екосистему навіть у міських умовах із підвищеним рівнем забруднення повітря [5].

### 4. ТИПОЛОГІЯ ТА РОСЛИННІСТЬ

Зелені дахи поділяються на екстенсивні та інтенсивні. Екстенсивні характеризуються тонким шаром субстрату (6–15 см), легкою вагою та невибагливою рослинністю. Вони не

вимагають складного догляду й виконують переважно екологічно-захисну та естетичну функції. Інтенсивні системи мають більший шар ґрунту (30–100 см), здатні утримувати дерева, чагарники та навіть цілі сади. Вони потребують регулярного догляду, але забезпечують значно ширші можливості для соціального використання простору [1].

Багаторівневі рішення найчастіше комбінують обидва підходи. На верхніх рівнях розташовують легке озеленення для захисту від перегріву та акустичного шуму, тоді як на нижчих — інтенсивні сади з зонами відпочинку. Це створює різноманітність сценаріїв використання простору та збагачує архітектурний образ будівлі.

При підборі рослин враховують стійкість до вітрових навантажень, перепадів температур і обмеженої товщини субстрату. Для екстенсивних дахів застосовують мохи, седуми, трави й багаторічники, а для інтенсивних — декоративні дерева, кущі, квіткові композиції. Важливо також забезпечити біорізноманіття: зелений дах може стати осередком життя птахів, метеликів, бджіл та інших запилювачів. Це формує міську екосистему та знижує негативний вплив урбанізації [2].

## 5. СОЦІАЛЬНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ФУНКЦІЇ

Соціальний потенціал багаторівневих дахів значно розширюється завдяки технічним рішенням. Безпечно використання забезпечується міцними огорожами, протиковзкими покриттями, системами пожежогасіння та аварійними виходами. Таким чином, дах перетворюється на простір для дозвілля, спортивних занять, дитячих ігор чи проведення культурних заходів. У деяких випадках він може стати платформою для коворкінгів або невеликих комерційних закладів [3].

Окремий напрям — інтеграція відновлюваної енергетики. Розміщення сонячних панелей над рослинністю підвищує їхню ефективність завдяки природному охолодженню. Вітрові турбіни малого масштабу також можуть бути встановлені на дахах із достатнім рівнем безпеки [4]. Таким чином, дах поєднує виробництво енергії з функціями озеленення та рекреації.

Соціальний вимір зелених дахів має і психологічний аспект: доступ мешканців до природного середовища прямо у межах житлового комплексу сприяє зниженню стресу, підвищенню продуктивності та покращенню якості життя.

## 6. СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА УКРАЇНСЬКІ ПЕРСПЕКТИВИ

У світі багаторівневі зелені дахи стали важливим елементом міського середовища. У Копенгагені та Гамбурзі каскадні озеленені тераси створюють плавні переходи від дахів до внутрішніх дворів, формуючи ефект зелених пагорбів. Міланський проєкт Bosco Verticale показав, як вертикальне озеленення може радикально змінити мікроклімат і підвищити якість повітря у щільній забудові. У Сінгапурі зелена архітектура закріплена законодавчо: новобудови обов'язково мають інтегровані зелені простори, що зробило країну світовим лідером у цій сфері [5].

Для України ця практика ще нова. Поки що реалізовано переважно екстенсивні системи на комерційних і житлових будівлях. Основні бар'єри — висока вартість будівництва, відсутність детальних норм у ДБН, обмежений досвід проєктувальників і недостатня мотивація девелоперів.

Водночас наявність значного потенціалу робить тему перспективною: можна використовувати легкі модульні системи, локальні види рослин та адаптовані методи догляду, що знижує витрати. Розробка державних програм підтримки й економічних стимулів могла б стати поштовхом для масштабного впровадження багаторівневих зелених дахів у практику [2].

## 7. ВИСНОВКИ

Багаторівневі зелені дахи є інноваційним напрямом у розвитку сучасної архітектури, що поєднує конструктивні рішення з екологічними та соціальними функціями. Їхній успіх залежить від комплексного підходу до проєктування, який враховує навантаження, водний баланс, підбір рослинності та безпеку експлуатації. Світовий досвід підтверджує ефективність такого підходу для покращення мікроклімату й підвищення якості міського середовища.

Разом із тим, важливим є розуміння, що багаторівневі зелені дахи виходять за межі лише декоративного чи екологічного рішення. Вони стають частиною стратегії сталого розвитку міст, поєднуючи функції природоорієнтованої інфраструктури, громадського простору й енергетичної ефективності. Впровадження таких систем у містобудівну практику дозволяє скорочувати викиди вуглекислого газу, оптимізувати використання водних ресурсів і створювати нові сценарії соціальної взаємодії.

Для України розвиток цього напрямку вимагає цілеспрямованих кроків: удосконалення нормативної бази, підготовки фахівців, впровадження пілотних проєктів і створення системи економічних стимулів для девелоперів. У перспективі багаторівневі зелені дахи можуть стати не лише елементом архітектурної естетики, а й потужним інструментом формування стійких, екологічно орієнтованих і комфортних для життя міст.

## Список літератури

- [1] Dunnett N., Kingsbury N. *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland : Timber Press, 2008. 328 p.
- [2] Köhler M. Green facades — a view back and some visions. *Urban Ecosystems*. 2008. Vol. 11, no. 4. P. 423–436. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0063-x>
- [3] Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R., Doshi H., Dunnett N., Rowe B. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*. 2007. Vol. 57, no. 10. P. 823–833. DOI: <https://doi.org/10.1641/B571005>
- [4] ZinCo GmbH. *Green Roof Systems and Solutions*. 2023. URL: <https://www.zinco-greenroof.com>
- [5] Green Roofs for Healthy Cities (GRHC). *Industry Resources*. 2023. URL: <https://greenroofs.org>