

ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ. ПОЗИТИВНІ ЕФЕКТИ



Тетяна ТКАЧЕНКО, д.т.н., проф., професорка, старша дослідниця, завідувачка кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури, членкиня Технічного комітету стандартизації ТК 82 «Охорона навколишнього природного середовища» та робочих груп зі стандартизації в Україні, зокрема зелених конструкцій, академікиня Академії технічних наук України та Академії будівництва України, членкиня Міжнародної асоціації екологів університетів та Міжнародного товариства геометрії та графіки, відома в Україні та далеко за її межами експертка в галузі зеленого будівництва, зелених конструкцій, зелених стандартів тощо. Постійно бере участь у міжнародних проєктах і грантових програмах.

В ОКРЕМИХ МІСТАХ УКРАЇНИ ДО 90 % БУДІВЕЛЬ ЗРУЙНОВАНО ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

Ірпінь

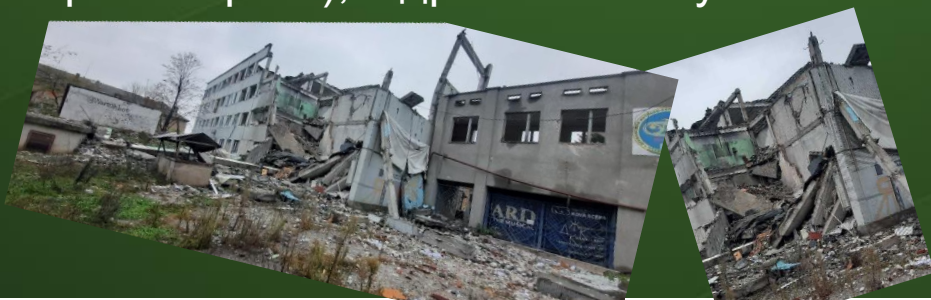
ЖК Фламінго



Зображення з
моніторингової
мапи "ЛУН Місто"
<https://misto.lun.ua/>

ЖК
«Григорівський»

26 жовтня 2022 року о 03:00 ракетою зруйновано будівлю Дружківського житлово-комунального професійного коледжу ДонНАБА (м. Краматорськ), відремонтовану коштом ЄС



Буча



Світлина зі статті «Трагедія в Бучі: розбиті будинки в місті почали зносити».
<https://www.dsnews.ua/ukr/publica/tragediya-v-buchi-u-misti-pochali-znositi-zruynovani-budinki-25072022-463209>



НА ЧАСІ РОЗБУДОВА

Основні проблеми



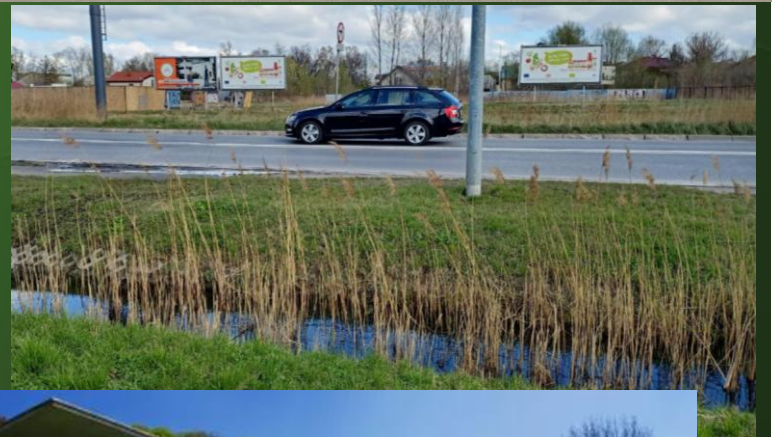
високі вимоги до енергоефективності та екологічності;



нестача коштів

Рішенням, що задовольняє обидві вимоги, є «зелені конструкції» - поєднання конструкцій і живих рослин

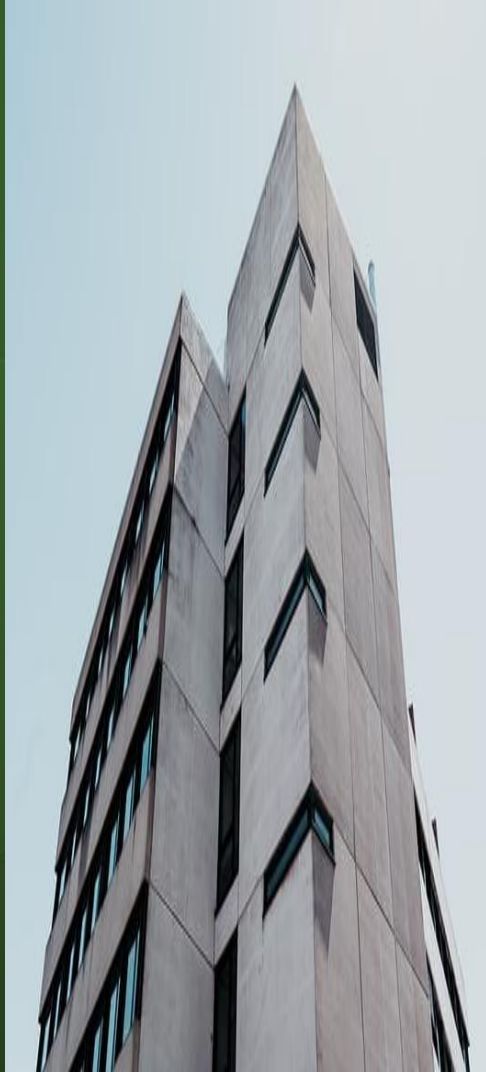
ТИПИ ЗЕЛЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ



ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ. ПОЗИТИВНІ ЕФЕКТИ



КОМПЕНСУВАННЯ ПРИЄДНАНОГО ВУГЛЕЦЮ В БЕТОНІ



CO_2

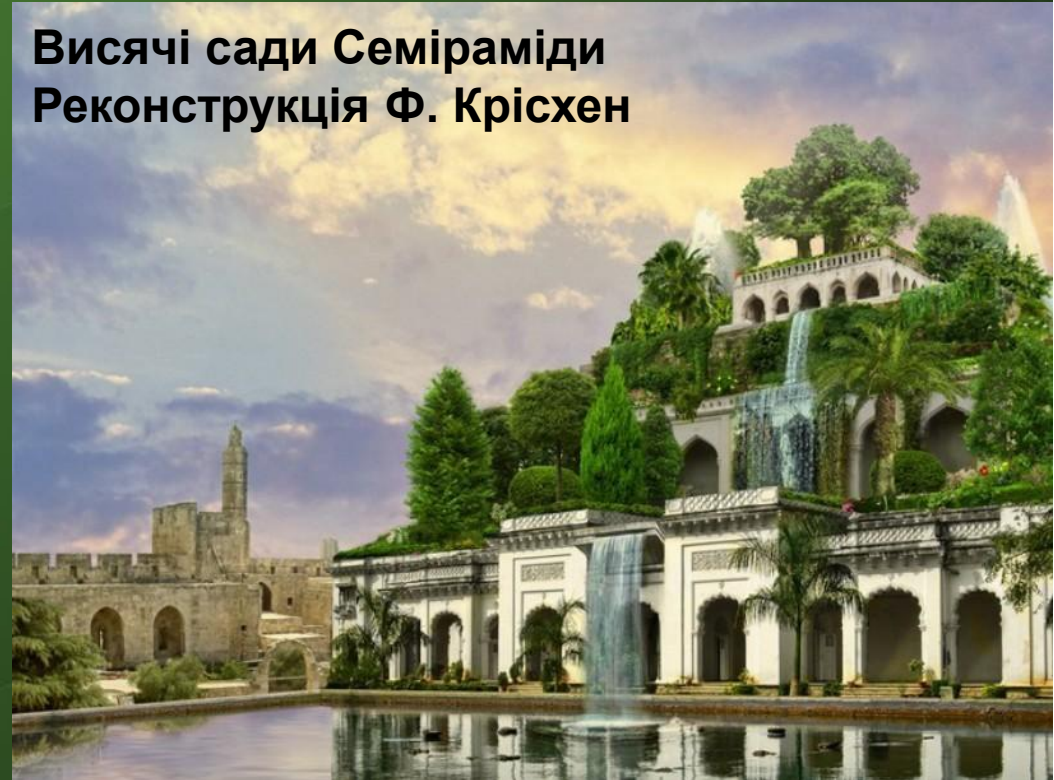


ЦЕЙ НАПРЯМОК БУДІВНИЦТВА ВІДОМИЙ ТИСЯЧОЛІТТЯМИ - ВИСЯЧІ САДИ СЕМІРАМІДИ, ПАЛАЦ СЕННАХЕРІБА В НІНЕВІЇ АБО ДЕРЕНОВІ ДАХИ В СКАНДИНАВІЇ



Деренові дахи Фарерських островів

Висячі сади Семіраміди
Реконструкція Ф. Крісхен



ІСТОРІЯ ПОКРІВЕЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

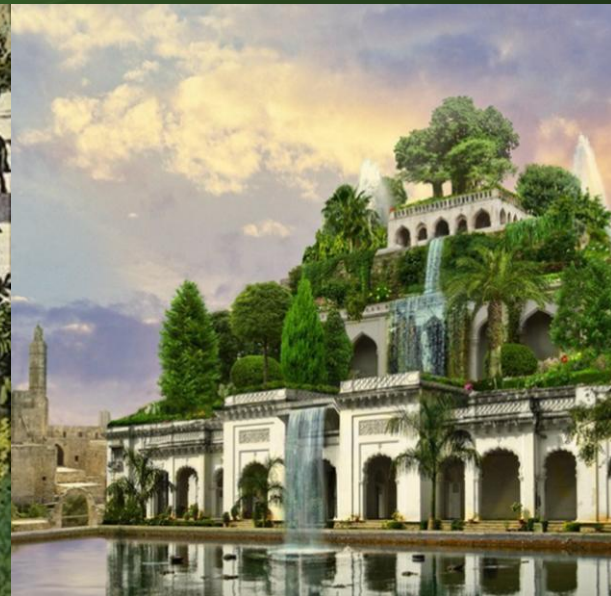
Перші спогади про зелені дахи з'явилися понад 1000 років тому в Скандинавії та Ісландії. Саме ці країни вважаються батьківщиною екотехнологій. У давнину там були поширені будинки з засипаними землею дахами. На засипці виростала трава, яка служила додатковою ізоляцією і дозволяла зберігати теплоту. У південних країнах Європи, навпаки, – озеленення дахів використовувалося для захисту від сонця. Найбільш відомий історичний приклад садів на даху – Висячі сади Вавилона. Відомі «Сади Семіраміди», були нічим іншим як «зеленими» покрівлями вавилонських палаців



Будинки з дереновими дахами
на Фарерських островах

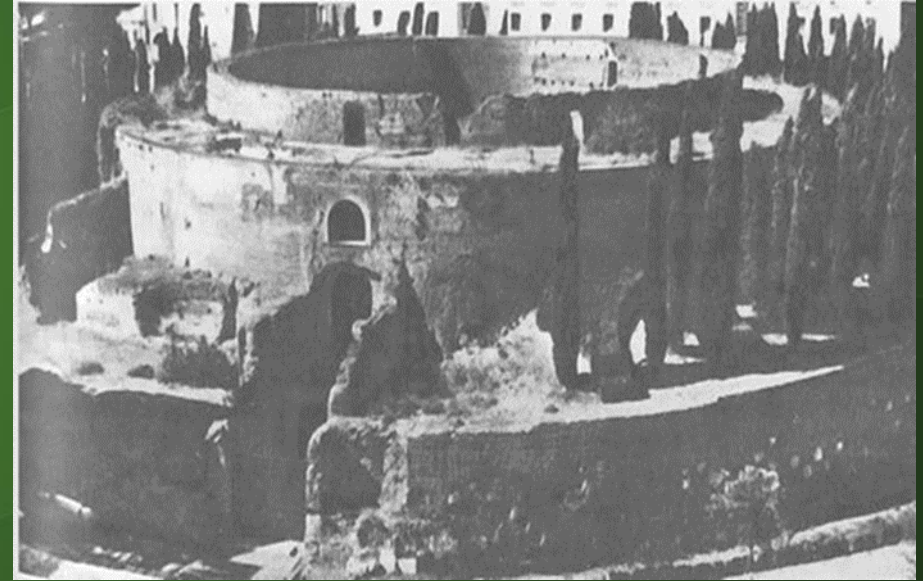
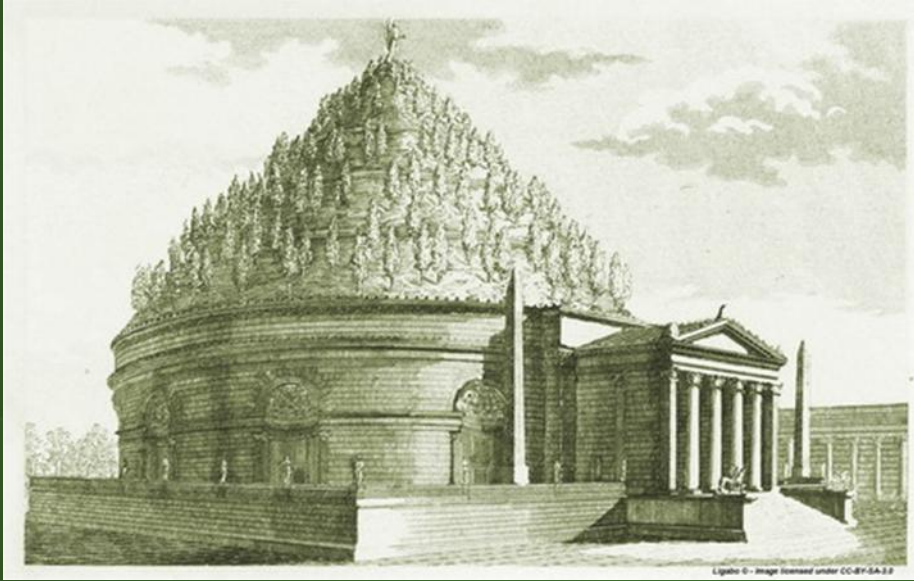


«Сади Семіраміди»



Висячі сади Вавилона.
Реконструкція Ф. Крісхен

ІСТОРІЯ ПОКРІВЕЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

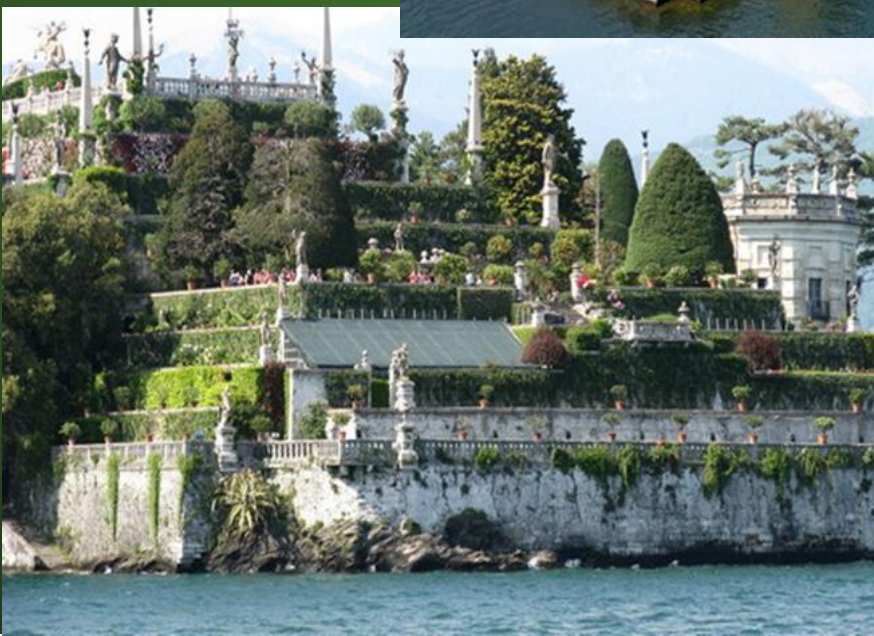


Мавзолей Августа в Римі ще один незвичайний об'єкт архітектури. Будівництво мавзолею почалося в 28 році до нашої ери. Це була об'ємна, але досить проста споруда, яка за формою нагадувала стародавні могилярники етрусків. В основі його розташовувалася будова у вигляді циліндра, на якому височіло кілька барабанів. На останньому барабані стояла статуя імператора. Навколо мавзолею Августа була розташована тераса з колонами, що виходить на дах одного з барабанів, на самому даху росли дерева - вічнозелені кипариси

ІСТОРІЯ ПОКРІВЕЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ



Острів Белла (італ. Гарний острів). Названий на честь жінки, яка жила в XVII ст., Ізабелли д'Адди. Вона була дружиною впливового міланського аристократа Карло Борромео III. Острів Ізола Белла невеликий, його протяжність всього 320 метрів в довжину і 400 метрів в ширину. На острові розташовані палац з гротами і терасний парк. За задумом графа Борромео, вони повинні були разом складати ансамбль у вигляді острова-корабля. Сьогодні острів став популярним місцем паломництва туристів. У палаці Борромео розташовується музей.



ДРУТЕ НАРОДЖЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ПОКРІВЛІ



Наприкінці XIX ст Карл Рабітц
представив будинок з зеленими насадженнями

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЕЛЬ У ДРУГІЙ СВІТОВІЙ ВІЙНІ

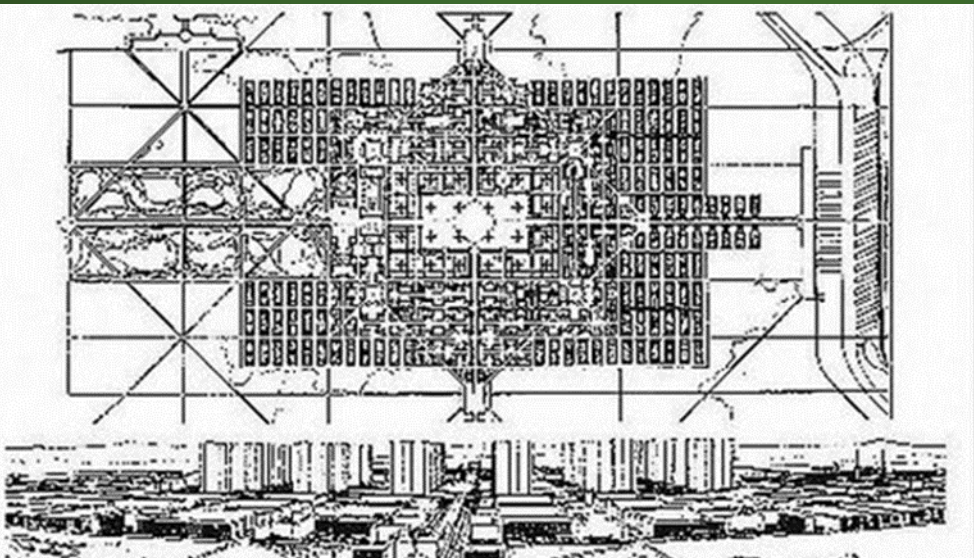


«Вовче Лігво», у Вармінсько-Мазурському воєводстві Польщі, в лісі серед боліт біля села Герліц (нем.Görlitz, нині Герложе)

1957 р. Вальтер Цинк у Німеччині заснував ремонтно-будівельне підприємство, яке вдало спеціалізувалося за двома напрямками: будівельні конструкції й проведення робіт на плоских дахах із застосуванням матеріалів власного виробництва. У 1972 р. підприємство взяло курс на створення «зелених дахів». У період 1975-1976 рр., у зв'язку з енергетичною кризою у Європі, компанія займається розробкою технологій сонячних систем та їх розташуванням на «зелених дахах». У цьому є сенс, оскільки за даними сучасних досліджень середнє годинне підвищення ефективності сонячних панелей на «зелених покрівлях» становить 3,3...5,3 %, а максимальний приріст потужності досягає 20...23,5 % через зменшення нагріву сонячних батарей. Вальтер Цинк є засновником відомої у всьому світі компанії з дахового озеленення ZinCo. Завдяки Цинку та його ідеям, Німеччина є світовим лідером у технологіях покрівельного озеленення



ПЕРІОД ОРГАНІЧНОЇ АРХІТЕКТУРИ



Місто Чандігарх в Індії

ПЕРІОД ОРГАНІЧНОЇ АРХІТЕКТУРИ



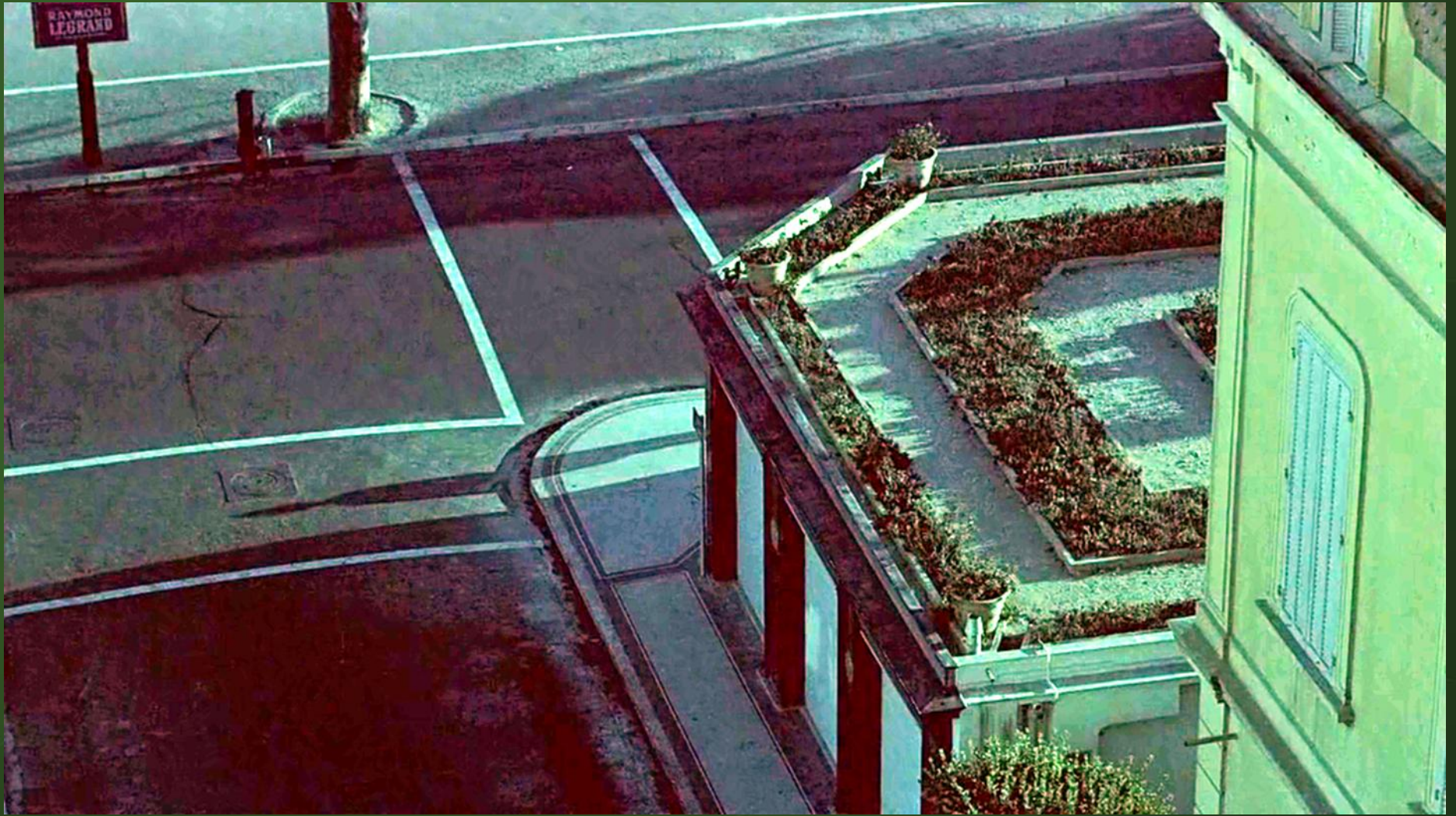
Будинок Гундертвассера у Відні

ПРИКЛАД МАСОВОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ ПОКРІВЕЛЬ



У 30-ті роки XX століття, в Лондоні, архітектор Ральф Ханкок споруджує великий садовий комплекс на даху універсального магазину Derry & Toms. Він знаходиться на висоті 30 метрів, а його площа становить 0,6 гектара

ЗЕЛЕНІ ПОКРІВЛІ У МИСТЕЦТВІ



Кадр з «зеленою покрівлею» у художньому фільмі Піймати злодія, 1955 р.,
Альфред Хічкок

ОЗЕЛЕНЕННЯ ФАСАДІВ – ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ:

17



Маскування стіни в парку,
Сполучене Королівство

- **підвищення енергоефективності** – подолання енергетичної бідності та посилення енергонезалежності країни;
- **покращення екологічної ситуації** – очищення повітря населених пунктів від газових забруднень і пилу, збільшення природного різноманіття тощо;
- **покращення якості внутрішнього повітря** – завдяки забиранню вентиляцією більш чистого зовнішнього повітря;
- **пасивна післявоєнна реабілітація** завдяки максимальному наближенню середовища до природного, що знижує рівень стресу і заспокоює.
- **Маскування недоліків оздоблення;**
- **Маскування від ворожих літальних апаратів;**
- **Елемент для керування дощовими водами** – зокрема, завдяки вловленню косих дощів.



Амбітний приклад вертикального озеленення,
м. Портланд, Сполучене Королівство



ВИДИ ОЗЕЛЕНЕННЯ ФАСАДІВ:



Паркінг,
Іспанія



Будинок,
Едінбург,
Сполучене
Королівство



Зелені фасадні системи



Мосс-бетон

(<https://materialdistrict.com/material/moss-concrete/>)

Вертикальне озеленення
(в'юнкими рослинами)

МОСС-БЕТОН – НОВИЙ ПІДХІД



Це нова технологія для мохового оздоблення фасадів. Це – пористий бетон, здатний утримувати $5 \text{ дм}^3/\text{м}^2$ вологи від косих дощів та тої, що стікає з покрівель.

У порах вирощують мох, здатний виділяти кисень та секвеструвати вуглець, очищувати повітря тощо.

<https://materialdistrict.com/material/moss-concrete/>

ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ



Юридична фірма Olswang та Bloomsbury Street Hotel, у яких ростуть їстівні сади на даху, в той час як на ще двох зелених дахах, юридичної фірми Mischon de Reya і Конгресі профспілок ростуть польові квіти, щоб підтримати місцеву популяцію бджіл. Компанія Olswang пропонує клієнтам мед, який проводиться за рахунок власних бджіл

ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ

Brooklyn Grange - найбільша екоферма на даху в Брукліні

Ферма Brooklyn Grange розташована на даху будинку в самому серці Нью-Йорка, на острові Манхеттен. Група ентузіастів вирішила створити еко-ферму на даху покинутого будинку, оскільки, за словами організаторів, подібні дахи і так стихійно заростають рослинністю, а в даному випадку цю «посівну площу» вдалося використати з користю. Роботи по організації ферми почалися у травні 2010р. І на даний момент фермерам Brooklyn Grange вдалося продати більше 23 тис. тонн овочів у різні ресторани і магазини міста. Крім цього, на фермі часто проводять екскурсії та навіть грають весілля. За час існування господарство відвідало понад 17 тис. жителів Нью-Йорка



Ферма існує майже на самозабезпеченні. На даху розташовані курники і в якості добрива використовують курячий послід, а для кращого запилення рослин господарство має кілька вуликів. Маючи загальну площу господарства в 1 га, з якого щорічно збирають 23 т овочів, вона є однією з найбільших в світі ферм на даху

ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ



Пивоварня в окрузі Лючжоу

Ферми на даху будують не тільки в США. Власник однієї з пивоварень округу Лючжоу, що знаходиться на півдні Китаю, вирішив використовувати дахи цехів для вирощування рису

Китайські пивовари досить часто застосовують у виробництві пива саме рис, тому 2 га зелених насаджень частково забезпечують пивоварню сировиною і полегшують охолодження приміщень. Але така ферма має ще одну корисну функцію - вона затримує дощову воду, дозволяючи розвантажити стокові системи міста під час зливи. Подібні системи затримки води на дахах також використовуються в США і Німеччині.

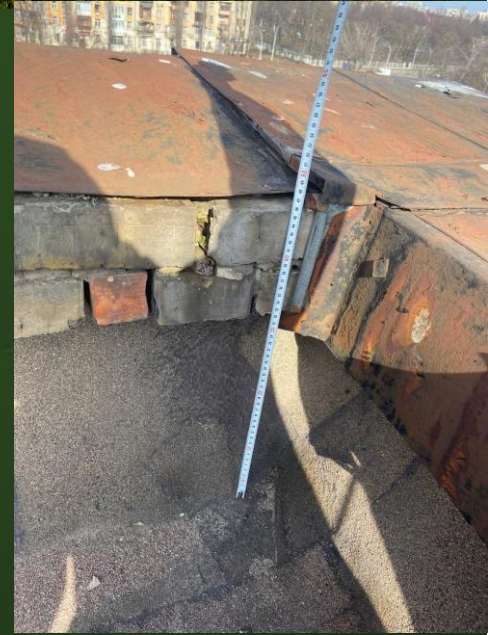
Створення такої рисової плантації дало хороший маркетинговий ефект: про маловідому пивоварню дізналося велика кількість потенційних клієнтів не тільки з КНР, а й з інших куточків світу. Тепер це місце проведення численних освітніх екскурсій

ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ



На даху Бостонського медичного центру на ділянці площею в 230 метрів квадратних розташована ферма, яка забезпечує свіжими місцевими продуктами його пацієнтів, працівників і кафетерій. Ферма дозволяє зменшити вуглецевий слід госпіталю, створює додаткові зелені зони в межах міста, сприяє скороченню споживаної енергії, в тому числі за рахунок економії енергії, необхідної на доставку продуктів. Як добриво для ґрунту використовується компост, який виробляють на фермі з відходів

ПРОЄКТ ЗЕЛЕНОЇ ПОКРІВЛІ КНУБА





Парк на даху
університету.

Повноцінна
екосистема та
технологія, що
сприяє
покращенню
навколишнього
середовища яка є
складовою міста.

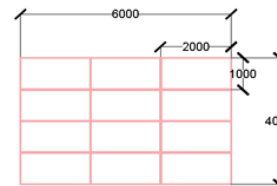
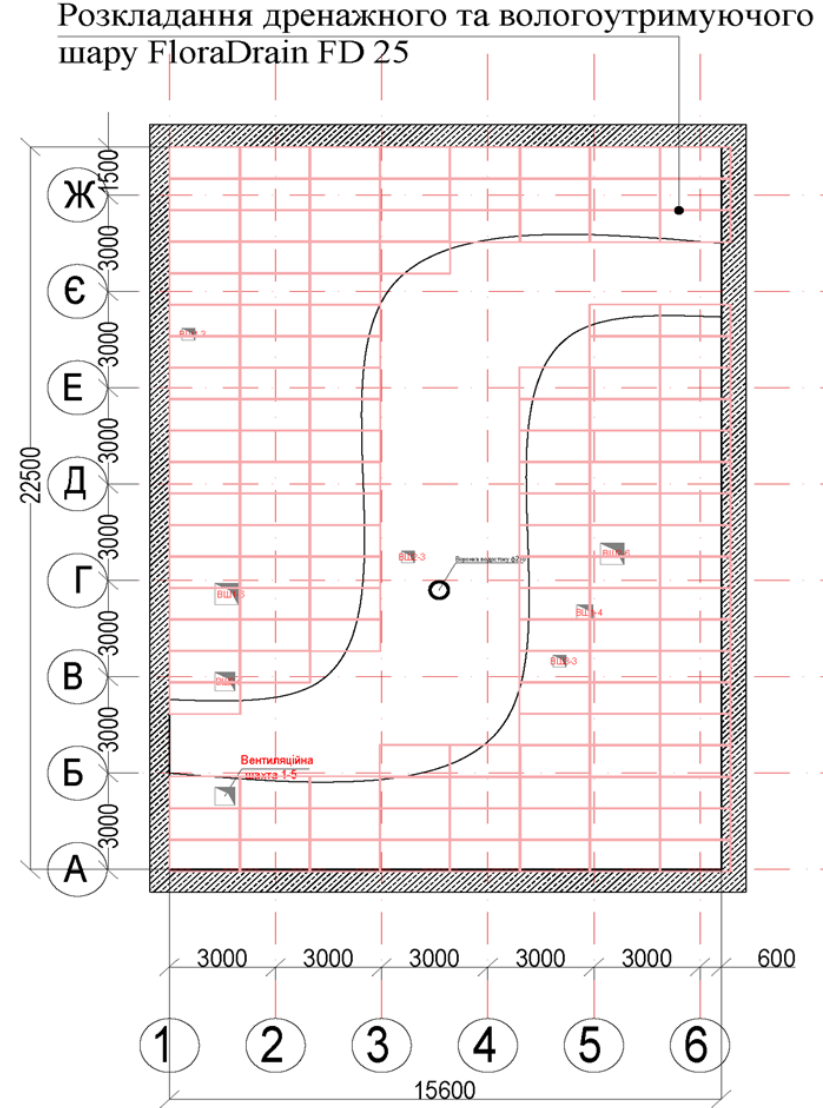
350 м²

**Площа
покрівлі**

Зменшити споживання водних
ресурсів, за рахунок
накопичення дощових опадів

7500 л

Кількість води яку може
накопичити система



Дренажно-вологуютримуючий шар FloraDrain
FD 25

- розмір мату 2000x1000мм
- кількість матів 136шт (+6шт на прирізку)





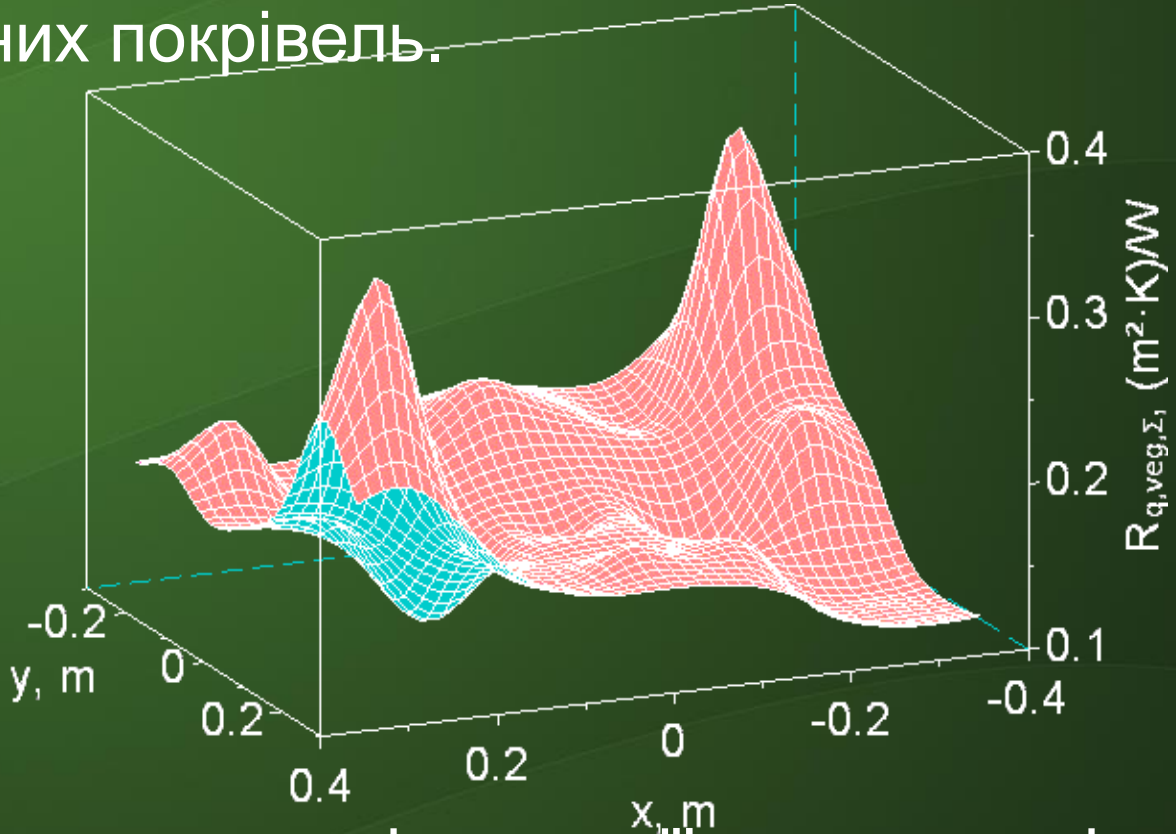
УНІКАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКИ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ, які виводять проєктування зелених конструкцій на принципово новий рівень



Наукова керівниця, докт. техн. наук, професорка,
завідувачка кафедри технологій захисту
навколишнього середовища та охорони праці
Тетяна ТКАЧЕНКО

ДОДАТКОВА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ РОСЛИНАМИ

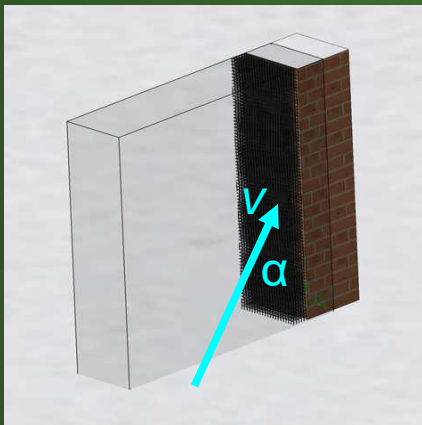
Уперше створено метод і визначено опір теплопередачі рослинного шару зелених покрівель.



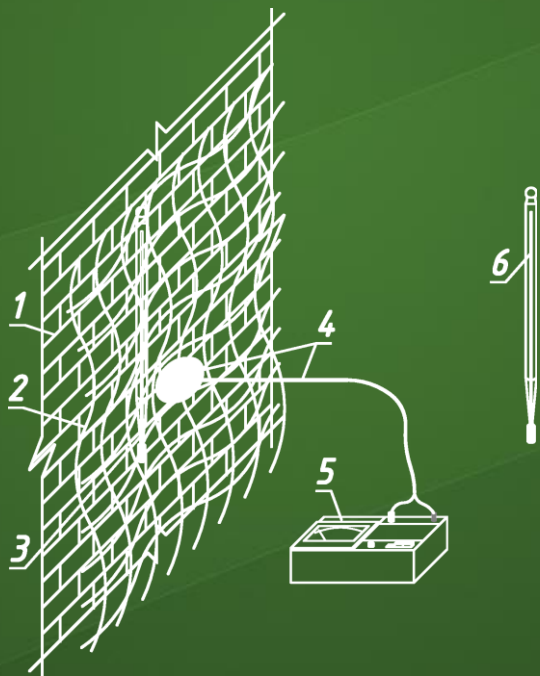
Це дозволяє розрахувати економію енергії для кондиціонування повітря, а також опалення у весняно-осінній період

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ БЕЗ ЛИСТЯ

Математичне моделювання



Натурний експеримент



1 – стіна опалюваного приміщення; 2 – вертикальне озеленення;
3 – термометр під вертикальним озелененням; 4 – давач теплового
потoku; 5 – обчислювач вимірювача теплового потоку; 6 – термометр
навколишнього повітря

Результати

Напрямок вітру	v , м/с	R , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
Штиль	Штиль	0,71
Набігає на фасад	2	0,12
Набігає на фасад	5	0,09
Під кутом 45°	2	0,077
Під кутом 45°	5	0,035
Розрахункова зовнішня тепловіддача		$1/23 = 0,043$

При $\alpha = \pi/2$,

$$R = (\delta/260)(420 v + 2,97)^{-0,3147},$$

$$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$\alpha = \pi/4$,

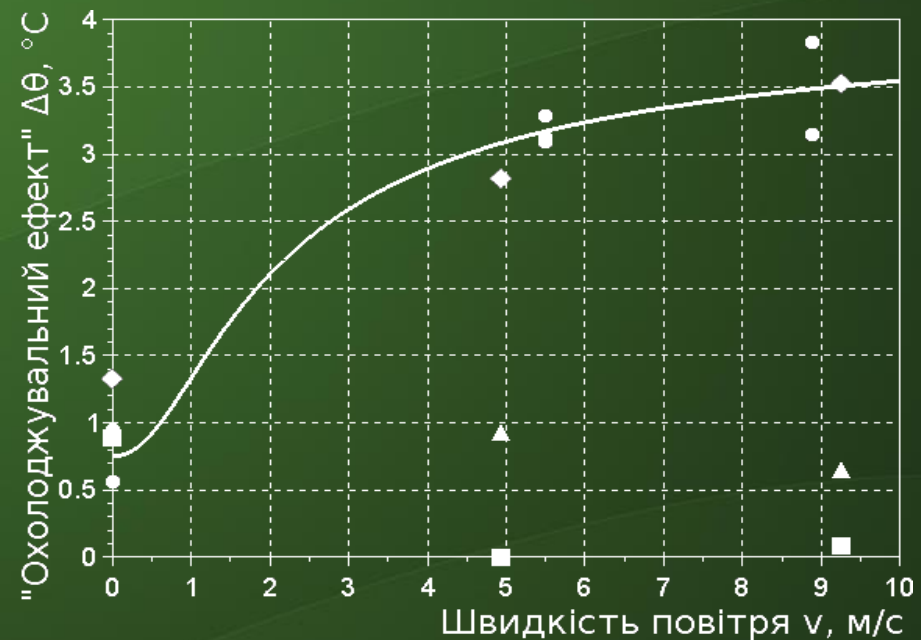
$$R = (\delta/260)(7,52 v + 1,453)^{-0,9147},$$

$$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Це дозволяє розрахувати економію енергії
для опалення в зимовий період

ОХОЛОДЖУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ ТРАВ'ЯНОГО ШАРУ ЗЕЛЕНОГО ПОКРИТТЯ

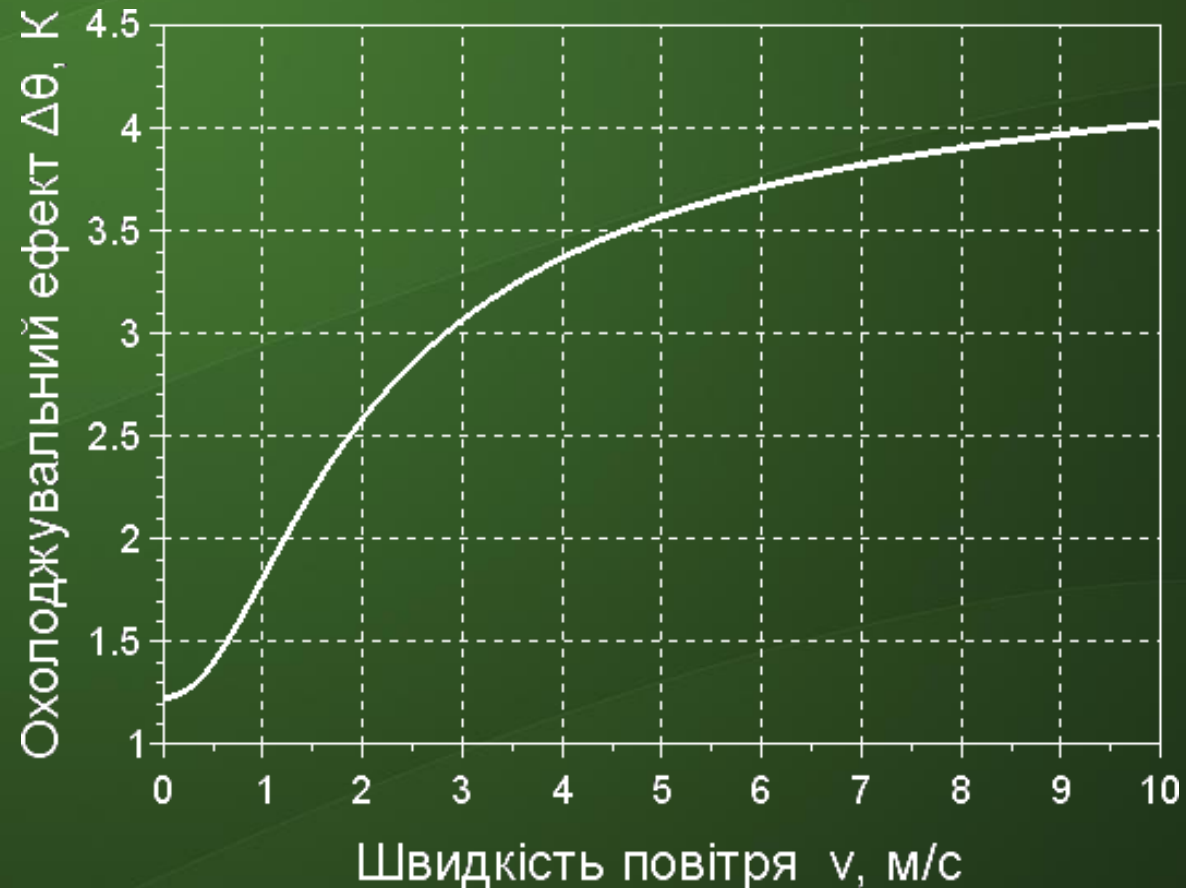
Уперше було введено чітке визначення поняття, створено метод і експериментально визначено його значення



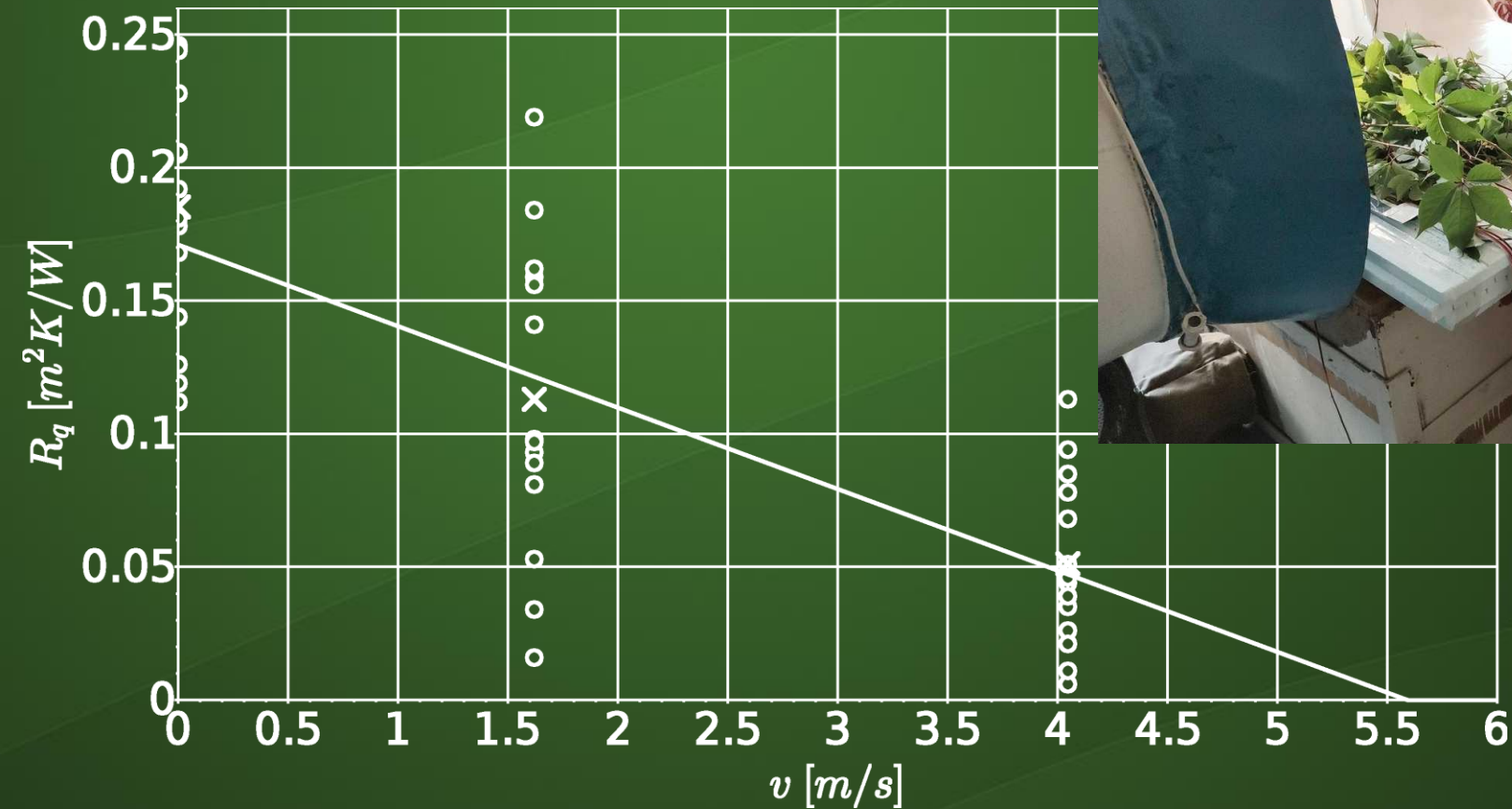
Це дозволяє визначити заощадження енергії на кондиціонування повітря або ефект пасивного кондиціонування повітря

ОХОЛОДЖУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ

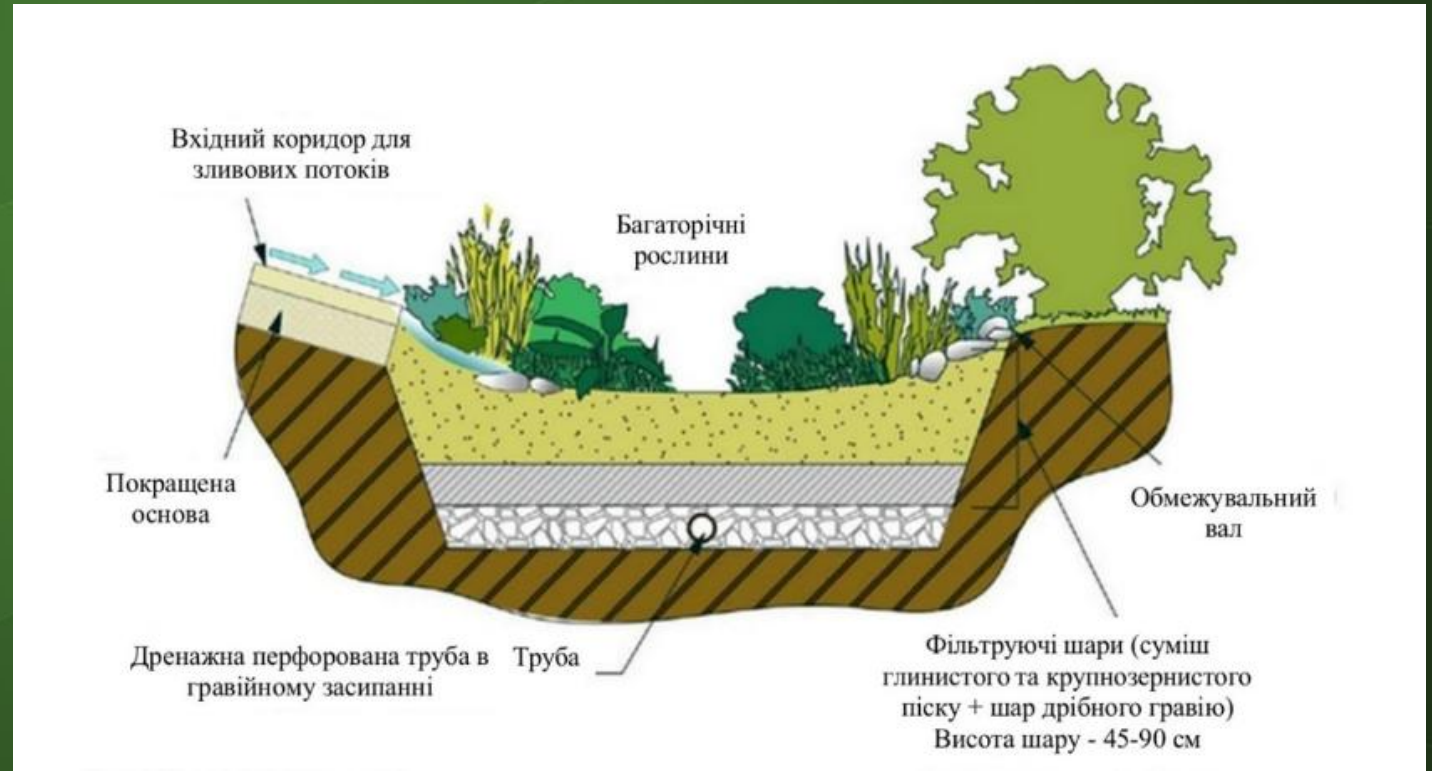
Озеленення диким виноградом п'ятилистим виявилось ще більш ефективним ніж травою (райграс пасовищний). Таке озеленення вимагає мінімальних затрат



ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ



ЗАТРИМАННЯ І ФІЛЬТРУВАННЯ ДОЩОВОЇ ВОДИ В ДОЩОВИХ САДАХ

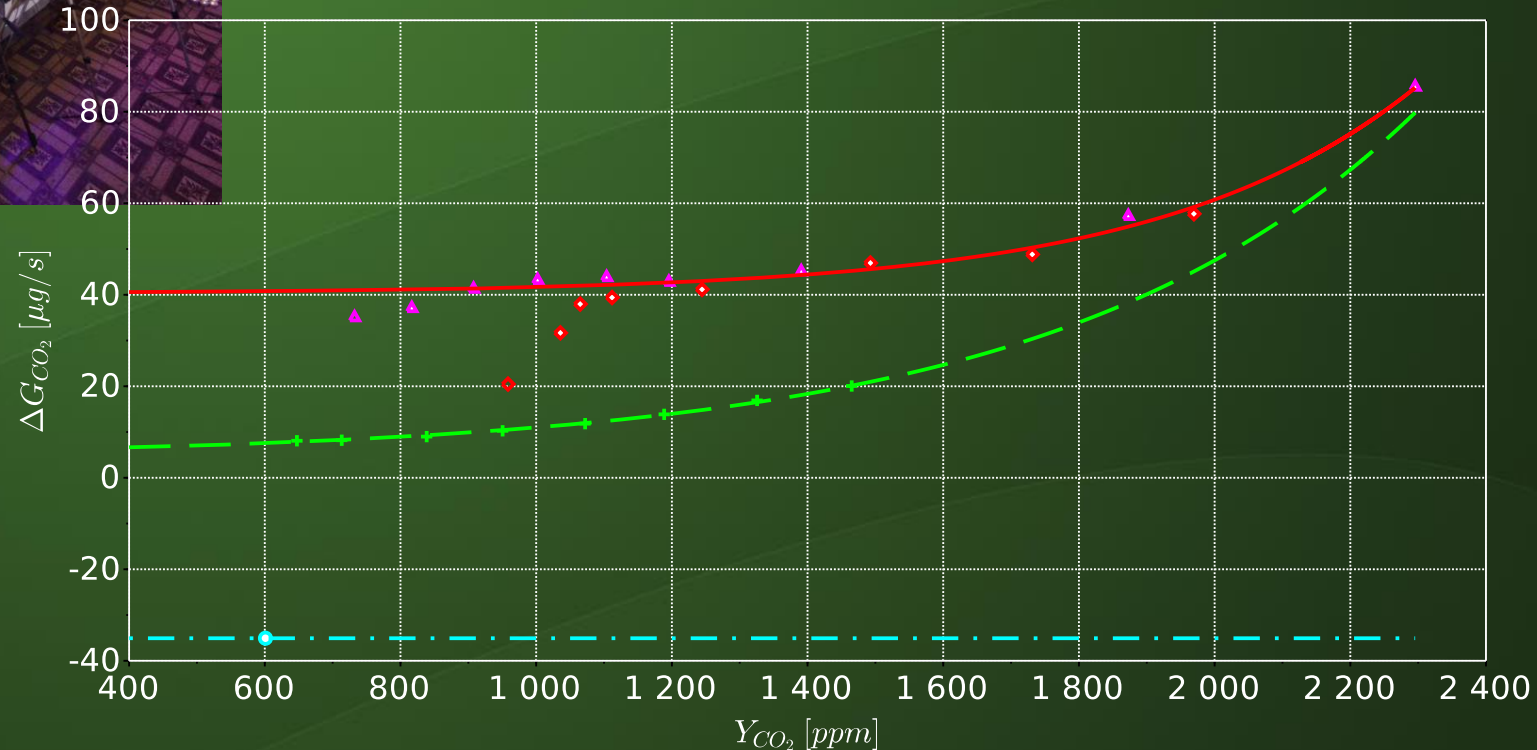


Це дозволяє уникнути підтоплення і шкідливого впливу нафтопродуктів з прибудинкової території

БОРОТЬБА З ЗАБРУДНЕННЯМИ ПОВІТРЯ



Захоплення вуглекислого газу для зменшення парникового ефекту



НОРМИ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

Німеччина
FLL-2018
Green Roof Guidelines

Сполучене Королівство
BREEAM
Стандарт екологічного
оцінювання об'єктів
будівництва надає
додаткові бали за „зелені
конструкції”



Міжнародна асоціація
ASTM
ASTM
D5602/D5602M-18(2022),
D5635/D5635M-18(2022),
D7851-17, D8014-17,
E2777-20,
E2396/E2396M-19,
E2397/E2397M-19,
E2398/E2398M-19,
E2399/E2399M-19,
E2400/E2400M-19,
E2788/E2788M-18

Швейцарія
SIA-312

Італія
UNI 11235:2015

Сполучені Штати Америки
LEED
Стандарт екологічного
оцінювання надає
додаткові бали за „зелені
конструкції”

УКРАЇНА

ДБН Б. 2.2-12:2018 лише згадує
„зелені конструкції” як вид
озеленення міст

ДБН В.2.6-220:2017 лише містить
застарілу схему влаштування
зеленої покрівлі зі статті
доповідачки з 90-х років ХХ ст.



СОУ ОЕМ 08.002.41.032:20XX



СТАНДАРТ ОРГАНІЗАЦІЇ УКРАЇНИ

Система екологічної сертифікації та маркування
згідно з ДСТУ ISO 14024:2018 (ISO 14024:2018, IDT)

ГРОМАДСЬКІ БУДІВЛІ

Екологічні критерії та метод оцінювання життєвого
циклу на етапах проєктування та будівництва

СОУ ОЕМ 08.002.41.032:20XX

Київ
Всеукраїнська громадська організація «Жива планета»

Перший український стандарт зеленого будівництва для громадських будівель.

Передбачає створення будинків, що енергоефективно забезпечують комфорт і не лише не шкодять, але й певною мірою покращують довкілля

Уперше у світі на підставі, зокрема, і унікальних результатів досліджень Київського національного університету будівництва і архітектури, стандарт передбачає інтегрування зовнішнього та внутрішнього озеленення в проєкт будівлі задля вирішення технічних, екологічних і соціальних задач.

прДСТУ ХХХХ:202Х



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

прДСТУ ХХХХ:202Х

Захист довкілля

ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ

Методи визначення теплотехнічних та
газообмінних характеристик рослинних шарів

(Проект, перша редакція)

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
202Х

Перший у світі стандарт випробувань
теплотехнічних та газообмінних
характеристик рослинних шарів.

Передбачає уніфіковані методи
лабораторних досліджень задля
можливості проєктування зелених
конструкцій та внутрішнього озеленення
для досягнення максимальних
позитивних ефектів.

Першу редакцію підготовлено.



Наукова керівниця, докт. техн.
наук, професорка,
завідувачка кафедри
технологій захисту
навколишнього середовища
та охорони праці
Тетяна ТКАЧЕНКО

прДСТУ ХХХХ:202Х



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

прДСТУ ХХХХ:202Х

Захист довкілля

ЗЕЛЕНІ КОНСТРУКЦІЇ

Технічні умови

(Проект, перша редакція)

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
202Х

Стандарт на створення та експлуатацію зелених конструкцій. Випереджає світові аналоги:

- нормуванням різних типів зелених конструкцій, а не лише зелених покриттів
- нормуванням методів розрахунку різних позитивних ефектів, а не лише водоутримання

Перша редакція розробляється.



Наукова керівниця, докт. техн. наук, професорка, завідувачка кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці
Тетяна ТКАЧЕНКО



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ



Тетяна ТКАЧЕНКО, д.т.н., проф., професорка, старша дослідниця, завідувачка кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури, членкиня Технічного комітету стандартизації ТК 82 «Охорона навколишнього природного середовища» та робочих груп зі стандартизації, зокрема зелених конструкцій, академікиня Академії технічних наук України та Академії будівництва України, членкиня Міжнародної асоціації екологів університетів та Міжнародного товариства геометрії та графіки, відома в Україні та далеко за її межами експертка в галузі зеленого будівництва, зелених конструкцій, зелених стандартів тощо. Постійно бере участь у міжнародних проєктах і грантових програмах

Телефон, Вайбер, Телеграм: +380673533877
Електронна пошта: tkachenkoknuba@gmail.com