

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ННЦ «Інститут біології та медицини»
Кафедра біології рослин

Завідувач кафедри д. б. н., професор Таран Н. Ю.
Протокол № _____ засідання кафедри
від “ _____ ” _____ 20 ____ р.

**ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ
ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ НА БУДІВЛЯХ ЖИТЛОВОГО
ТИПУ**

Кваліфікаційна робота
студента 4 курсу
денної форми навчання
за спеціальністю
садово – паркове господарство
Литвина Богдана Богдановича
Науковий керівник від кафедри
к.б.н., доц. Косик О.І.

Робота виконана на кафедрі біології рослин під керівництвом к.б.н., доц.
Косик О.І.

Оцінка захисту роботи

Київ – 2022 р.

АНОТАЦІЯ

Технології вертикального озеленення мають великі переваги в економічній, естетичній та екологічній сферах, які повністю перекривають усі затрати на їхню реалізацію. Однак проблема в реалізації цієї технології полягає на думку світових архітекторів у вузькій спеціалізації і прив'язці до певного клімату.

В роботі продемонстровано екологічні переваги та економічну доцільність цієї системи для житлових будинків приватного та міського типів. Підібрано найоптимальніший асортимент рослин для вертикального озеленення в нашій кліматичній зоні. Також прораховано кошторис і викладено вирішення усіх недоліків, з якими можуть зіткнутися ландшафтні дизайнери при реалізації даної технології.

Кваліфікаційна робота викладена на 33 сторінках, ілюстрована 20 рисунками, містить таблиць. Список використаних джерел складає 29 посилань.

Ключові слова: вертикальне озеленення, енергоефективність, екологічна доцільність, асортимент рослин, ліани, конструкційні рішення, джентрифікація.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВО – Вертикальне озеленення;

ОК – Осьова конструкція;

РП – Рослинний покрив;

ВЗС – Водозбірна система;

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Доцільність технології	6
1.1 Загальна відомість про технологію.....	7
1.2 Приклади реалізації.....	8
1.3 Перешкоди для реалізації в Україні.....	10
РОЗДІЛ 2. Реалізація на прикладі приватного будинку	14
2.1 Відомості про місце реалізації	14
2.2 Довідка про конструкцію.....	15
2.3 Конструкція збору та циркуляції води.....	17
2.4 Кошторис.....	19
РОЗДІЛ 3. Підбір рослин	22
3.1 Лимонник китайський.....	23
3.2 Жимолость вічнозелена.....	25
3.3 Клематис президент.....	27
РОЗДІЛ 4. Екологічна та економічна ефективністьлогічнаторорахунок очікуваного результату	29
4.1 Зміни температурного режиму.....	29
4.2 Прорахунок економії.....	31
4.3 Адаптація технології.....	33
ВИСНОВКИ	36

ВСТУП

З розвитком сучасних технологій зростала і людська свідомість, яка спонукала людину задуматися над проблемами, пов'язаними з її діяльністю, переосмислити те, що вона залишає після себе. Людство поділилося на два табори: одні – із загарбницько споживацькою ідеологією забирати все більше і більше від нашої планети, інші - з розумінням бережливого ставлення до довкілля, з метою збереження навколишнього середовища для нащадків.

На сучасному етапі розвитку суспільства, коли людська свідомість вже більше дбає про питання гуманності та розуміння пошуку свого місця в екосистемі, ми намагаємося виправити ті проблеми, які залишили після себе пращури. Електричні машини, штрафи за забруднення повітря, альтернативна енергія – все це починає набувати популярності і вже вплинуло на людську свідомість.

Паралельно з удосконаленням технологій споживання енергоресурсів слід покращувати середовище існування людини. Тому, разом із новими сонячними батареями, стали поширюватись і технології вертикального озеленення. В більшості країн його впровадження поки що є скоріше архітектурною новинкою, проте в деяких державах вертикальне озеленення є необхідною і невід'ємною складовою при побудові нових конструкцій.

Найважливішою частиною ініціативи впровадження вертикального озеленення є не тільки естетична цінність та туристична привабливість, яку несуть в собі проекти з такою технологією, а й економічна перспектива, яка зарекомендувала себе у таких країнах як Сінгапур і Австралія.

Тому *метою* нашої роботи було з'ясувати екологічну та економічну доцільність використання вертикального озеленення на житлових будівлях в умовах сучасного міста.

Для досягнення мети були поставлені наступні *завдання*:

- ознайомитися з проблемами озеленення сучасних міст;
- проаналізувати особливості сучасних конструкцій та технологій вертикального озеленення;
- ознайомитися з прикладами реалізації існуючих технологій вертикального озеленення у світі;
- проаналізувати переваги використання вертикального озеленення в екологічному та економічному аспектах;
- розробити шаблон модулів для вертикального озеленення житлового будинку;
- розрахувати кошторисну вартість модулів;
- створити проект реалізації вертикального озеленення використовуючи технологію модулів та гідропонну систему поливу;
- підібрати асортимент рослин, використання яких є найбільш доцільним при даній технології вертикального озеленення запропонованого об'єкта;
- прорахувати економічний ефект від економії на опаленні будівлі при використанні даної технології.

РОЗДІЛ 1

ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ В СУЧАСНИХ МІСТАХ

Рівень популяції в містах різко зростає з кожним роком [1]. Бажання людей бути ближче до цивілізації змушує країни створювати агломерації, забудовників економити на матеріалах, щоб встигнути за попитом, а ліси та поля руйнуються задля теперішніх та майбутніх проектів [2]. Люди відходять від природи як в урбаністичному, так і психологічному аспектах. Бетонні джунглі виводять особистість із стану балансу та спокою у стан постійної стимуляції, яка дуже сильно відбивається як на ментальному стані людини, так і фізичному здоров'ї [3].

У більшості екологічно прогресивних країн вже є плани по вирішенню питання забруднення, яке полягає у переході на зелену енергетику та електричні засоби пересування. Але залишається проблема середовища масового проживання людей, яке здебільшого зосереджене у великих містах, що негативно впливає на психоемоційний стан населення через залізобетонні краєвиди та скляні небеса. Слід зазначити, що за даними проф. Т. Бремнера [4] з Канади, виробництво тільки однієї тонни цементу призводить до викидів в атмосферу однієї тонни CO₂ (рис.1.1).

Такі проблеми призвели до розробки нових прогресивних технологічних рішень, зокрема з'явилася сучасна фінська та норвезька технологія використання деревини сосни у побудові хмарочосів [5, 6] (рис.1.2). Ця деревина при схожому об'ємі з бетоном має ті ж показники міцності, але при цьому втричі легша [7]. Така технологія могла б зробити будівництво карбон негативним і сильно розвинути цю індустрію у найближчий час.

Викиди в атмосферу



© ЕКОНОМІКА ПРАЦІ

Рис. 1.1 Частка забруднення планети різними галузями соціального життя

Але що робити з тими будівлями, що вже є? Цілі мегаполіси вже побудовані і найближчим часом ніхто не буде їх зносити. Оптимальне рішення, що може бути запропоновано – модернізація комунікацій та утеплення стін. Навіть будинок, якому вже 50 років, не будуть руйнувати, бо модернізація дешевша за знос будинку та відбудовування нового житлового комплексу.



Рис. 1.2 Mjösa Tower, висота 85.4 м, зроблений з CLT (Cross laminated timber)

І тому технологія вертикального озеленення ідеально підходить для модернізації вже готових житлових масивів, що разом із вирішенням питань опалення, енергоефективності та проблеми «теплового острова» може також вплинути на джентрифікацію цих масивів, вдихнувши нове життя як з популяційної точки зору, так і економічної.

1.1 Особливості технології вертикального озеленення

Вертикальне озеленення (ВО) – це новий напрям у архітектурі та дизайні, який базується на принципі компенсації знищеного рослинного покриву на певній ділянці шляхом перенесення рослинності на фасади будівель.

Дана технологія реалізована у країнах теплих широт таких як Сінгапур, Колумбія, Австралія та Італія (рис.1.3 а). Причини для



створення таких урболандшафтів були різні – від бажання повернути естетичну цілісність будинку до законодавчого

впровадження (як наприклад в Сінгапурі) [8].

а

б

Рис. 1.3 Будівля Edifício Santalaia, Медельїн, Колумбія (а) і вигляд водопостачання гідропонної системи (б)

На сьогоднішній день, основними технологіями ВО є:

1. Повстяні системи (гідропонні).
2. Модульні системи (з використанням субстрату).
3. Контейнерні системи (висадка в горщики).
4. Пальмети (використання дерев).
5. Арочні технології (перголи, берсо).
6. Прибудова терас з рослинами.

В залежності від типу будинку використовуються різні технології озеленення, які більше всього конструкційно підходять до будівлі. Також, ця технологія напряду пов'язана із системами водопостачання (рис.1.3 б), і грамотна структура дозволить підтримувати рослини в природному стані без сильних витрат, а окрім цього допомогти з питаннями оптимальної циркуляції води та каналізації, ще більше допомагаючи будівлям з економією коштів та енергії.

1.2 Найвідоміші приклади реалізації вертикального озеленення у світі

Перша країна, яка найактивніше використовує технології вертикального озеленення – Сінгапур. Тропічний клімат цього міста-держави дозволяє рослинам швидко адаптуватися до росту в умовах урбаністичного клімату.

На більш відомих будівлях цієї країни – готелі *Tree House* (рис. 1.4 а) та *Oasia Hotel Downtown* (рис.1.4 б) – архітектори використали конструкцію сітки вздовж стін будівель і пустили по ним різні види ліан та ампельних

квітів [9]. Це дало змогу зекономити на обслуговуванні цих рослин, а крім цього сприяло накопичуванню води для зрошення рослин навколо та всередині комплексів [10].



а



б

Рис. 1.4 Oasia hotel (а) та Tree House (б), Сінгапур

Ще одна країна, яка чудово реалізувала дану технологію є Італія. Комплекс *Bosco Verticale* у Мілані (рис.1.5), який вразив світ своїм дизайном і своєю екологічністю – дві будівлі комплексу висотою 80 і 112 метрів прикрашені близько 900-ми видами дерев, кількома тисячами видів кущів,

і

майже

11 000



багаторічників, яким би потрібна була площа приблизно в 7 000 квадратних метрів [11].

Рис. 1.5 Bosco Verticale у Мілані, Італія

Ця будівля настільки вразила світ, що з 2014 року, архітектурна студія «**Stefano Boeri Architetti**», яка була автором цього вертикального лісу в Мілані, брала участь у багатьох проектах різних частин світу, де нові комплекси мали на своїх стінах в рази більше рослинності, ніж на тій площі, яку вони займають [12] (рис. 1.6).



а



б

Рис.1.6 Wonderwoods Vertical Forest, Утрехт (а) і The Tower of Cedars, Лозанна (б)

Але одним з найкращих прикладів адаптації вже готового будинку до ВО є сади ***Jardi Tarradellas*** (Барселона) (рис.1.7 а) та ***The Rubens at the Palace*** (Лондон) (рис.1.7 б), вирощенні на стінах житлових будівель, які не тільки допомагають закрити голі цегляні стіни і освіжити повітря, а ще й є домівкою для багатьох видів птахів та комах-запилювачів [13,14].



а



б

Рис.1.7 Jardi Tarradellas (а) та The Rubens at the Palace (б)

1.3 Проблеми реалізації технології вертикального озеленення в Україні

Головні проблеми реалізації технології ВО в Україні можна розділити на дві категорії:

- ✓ підбір асортименту рослин під кліматичні;
- ✓ економічний розрахунки щодо реалізації;

Якщо питання заходить за рослини, то реалізувати Сінгапурський варіант не виглядає найкращим, так як багато вічнозелених рослин їх широт, очевидно, не зможуть прижитись на нашій території і тому такі ж зелені «стіни» зможуть існувати лише влітку. Тому підбирати треба рослини такі, щоб їхні гілки могли створювати щільний покрив на стінах будівель, щоб зимою сніг міг утримуватись на них і створювати новий унікальний ландшафт.

Прикладом таких рослин може бути Гліцинія китайська (*Wisteria sinensis*) - морозостійкі сорти якої можуть рости у помірних широтах. А її довгі та густі гілки здатні покривати усі прилеглі стіни. На початку росту саджанці розвиваються повільно, а дорослі рослини здатні давати за сезон приріст до метра, що дозволить досить швидко виростити цю рослину [15].



Рис.1.8 Гліцинія китайська (*Wisteria sinensis*) в Кембриджі

Також добре можуть підійти як аналоги певні сорти актинідії, плющу, винограду та кампсису.

Можна не обмежуватись великим асортиментом ліан та ампельних рослин у даному питанні, бо якщо взяти як приклад роботи Стефана Боєрі, то можливо також помістити на стіни будинків кущі і навіть дерева.

У місті Шаван-Пре-Ренан по кресленнях студії Боєрі була побудована



117-метрова

багатоповерхівка “Вежа Кедрів” (рис.1.9).

Рис.1.9 “Вежа Кедрів”

Цей будинок знаходиться у тій самій помірній широті, що й Україна, і це дає змогу використовувати усі рослини з цього проекту. Найкраще підійдуть такі рослини, як Кедр корейський (*Pinus koraiensis*), Рододендрон

даурський (*Rhododendron dauricum*), Спірея японська (*Spiraea japonica* 'Goldflame'). Дані види були обрані за їх морозостійкість, посухостійкість, а



м. Харків, Продавець ООО «Прима-5»

Поліпропілен РР листової, сірий/білий 1500*3000
4мм

В наявності

2 295 грн/аркуш

Оптові ціни

2040 грн
від 20 аркуша

також за можливість адаптувати їх крони під бажану форму (технологією пальмет).

Якщо

розглянути питання економічної доцільності, то головними параметрами є вартість матеріалів та час окупності проекту.

На сьогоднішній день ми маємо багато різних матеріалів, які досить легкі, міцні та дешеві. Серед них – *поліпропілен*, який вже використовують у системах водопостачання, виробництві контейнерів промислового значення та виробництві бамперів автомобілів [16] (рис.1.10).

Рис.1.10 Ціна за лист 3000x1500мм поліпропілену, товщина 4мм

Інший матеріал, який можна використовувати в побудові модулів ВО – надвисокомолекулярний поліетилен. Він коштує дорожче, але його показники відношення міцності до ваги набагато кращі, ніж в багатьох марок сталі.

Показовим є те, що його зараз використовують у військовій промисловості як матеріал для бронезилетів та корпусів бойових машин [17].

Окупність залежить від масштабу проекту і рівня споживання електроенергії на місці. Але для вирішення цього питання можна привести приклад економії з ***Tree House*** в Сінгапурі, який економить щорічно 500,000 доларів на кондиціонуванні і іригації [10]. Також, можна взяти ***One Central Park*** в Австралії, який завдяки вертикальному озелененню економить до 30% електроенергії на опаленні [18], що при ціні в 8\$/м² електроенергії [19,20] і загальній житловій площі в 65,000 м², дає змогу зекономити близько 2 млн. \$ щорічно.

РОЗДІЛ 2

РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПРИКЛАДІ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Щоб продемонструвати економічні та екологічні переваги ВО, була взята приватна ділянка на сході Київської області, на якій знаходяться дві будівлі – житлова та господарська.

Через різні матеріали стін, було вирішено зробити ВО спочатку на господарському будинку, де стіни зроблені з газоблоку і без утеплювача, що дозволить отримати більш точні та диверсифіковані результати.

Для наступного проекту буде запропоновано зробити іншу технологію монтажу, яка складніша, але дозволяє встановлювати модулі без необхідності втручання в цілісність утеплювачів.

2.1 Відомості про місце реалізації

Ділянка знаходиться в селі Підгірці, Київської області, Обухівського району (рис.2.1). Для озеленення береться господарський будинок розмірами 3х5х3 м. Використовується постійно як склад речей та як майстерня. Необхідність озеленення полягає в бажанні зробити ізоляцію на стіні будівлі задля покращення умов всередині і комфортної роботи в більш агресивних умовах температур.

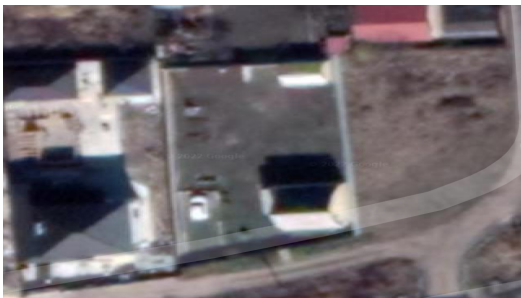


Рис.2.1 Фото ділянки з супутника



Рис. 2.2 Фото господарського будинку і альтанки

Також є необхідним створення «зеленого коридору» між будівлею та альтанкою, яка знаходиться поруч, задля подальшого створення єдиного зеленого простору для відпочинку та комфортної роботи аграрного плану і створення єдиної системи поливу.

Будівля повернута на південно-західну сторону, що при світловому дню по 14 годинам влітку та 9 годинам взимку, дає змогу рослинам весь світловий потенціал для росту і дозволяє підбирати більш світлолюбиві рослини.

2.2 Довідка про конструкцію

Для реалізації проекту було вирішено використовувати технологію модулів та гідропонну систему поливу.

Проект буде розміщатися на куті дому, який дивиться в південно-західну сторону і буде закривати стіну біля дверей (західна сторона) і стіну з вікном (південна сторона). Загальна площа покриття конструкції складає 5 м² (рис.2.3).

Окрім цього, планується створити систему пергол від будівлі до альтанки, яка буде тримати на собі рослини з цих самих модулів.

Осьова конструкція (далі ОК) буде встановлюватися на сталеві профілі розмірами 5х5см і довжиною 2.2м і 1.2м (для секції під вікнами) (рис.2.4).



Рис.2.3 Графічна репрезентація запланованого проекту

Для опори до ОК будуть методом зварки встановлені сталеві підпірки та направляючі, довжиною 20 см і будуть закопані на глибині 20 см.

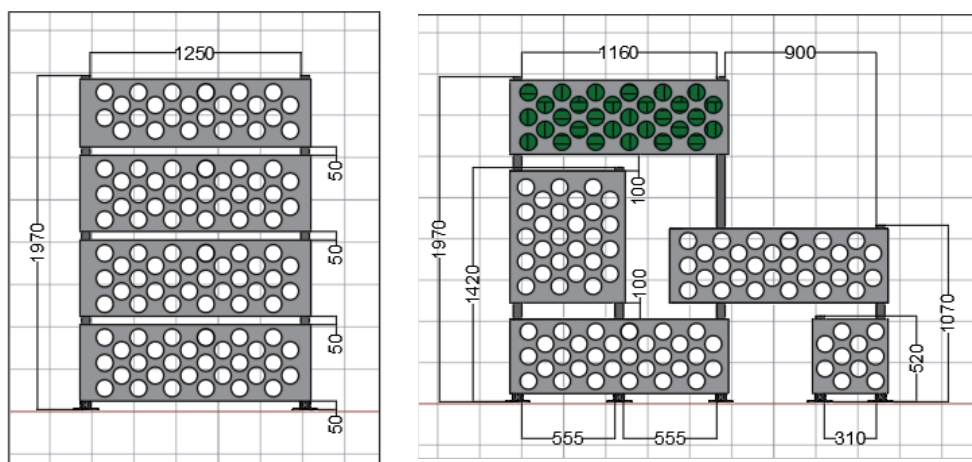


Рис.2.4 Креслення конструкції

Самі модулі будуть зроблені з поліпропілену товщиною 4 мм і складатися з:

- лицевого листа з отворами для рослин $d = 10$ см та сталевими гачками
- внутрішньої опорної тканини для рослин
- заднього та бокових листів, які герметично склеєні між собою
- системи трубок для крапельного поливу
- головного шлангу водопостачання

Для тканини буде використаний матеріал **Cordura** через його гарні показники зносостійкості, гідро ізолюваності, легкості та дешевизни. Задній лист поліпропілену дозволить відокремити модуль від стіни дому для захисту від сирості і прогнівання матеріалу будівлі. Кріплення будуть зі сталевих кутів та болтів з нержавіючої сталі.

Лицьова та задня пластини будуть закріплені сталевими болтами на відстані 35 мм один від одного, щоб забезпечити місце для рослин і вентиляцію конструкції (рис.2.5).

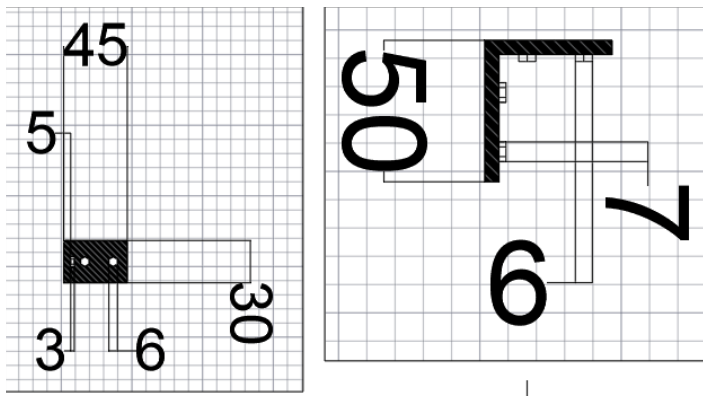


Рис.2.5 Креслення кріплень

Така конструкція дозволить здешевити підбір матеріалів та дозволить зробити систему повністю модульною.

Окрім цього, перегороди від будівлі до альтанки будуть також зроблені із сталевих профілів і закріплені методом зварки, а на самих профілях будуть закріплені болтами з крючками на відстані 40 см один від одного (рис.2.6).

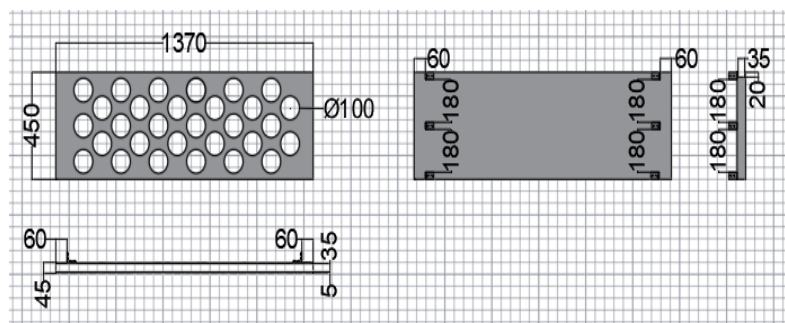


Рис. 2.6 Креслення модуля

2.3 Конструкція збору та циркуляції води

Окрім модулів озеленення, було також вирішено зробити систему збору дощової води та об'єднати її з системою зрошення модулів та аграрних ділянок.

Для того, щоб мінімізувати використання електроенергії, контейнер для збору води буде своїм дном вище за модулі ВО, що дозволить гравітаційним методом зрошувати рослинність.

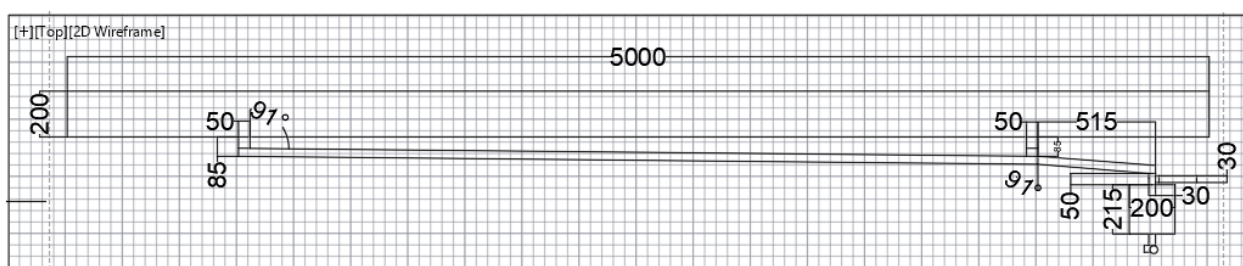


Рис.2.7 Креслення системи збору дощової води

Конструкція буде складатися з:

- Карнизу
- Зливних труб
- Дзвінковий сифон
- Контейнера з водою
- Головного шлангу
- Трубок для зрошення модулів ВО

Для того, щоб зекономити час та зусилля на вичищенні карнизів та зливних труб від листя та іншого сміття, було вирішено встановити дзвінковий сифон (рис. 2.8). Дзвінковий сифон – це пристрій, який використовується для ефективного регулювання потоку води в системі (наприклад аквапоніки) на основі середовища, автоматично, без втручання людини. Він підтримує мінімальний рівень води в системі, оскільки

відводить зайву воду. Сифон дозволяє воді заливати систему і автоматично зливає воду, коли вона досягає певного рівня [21].

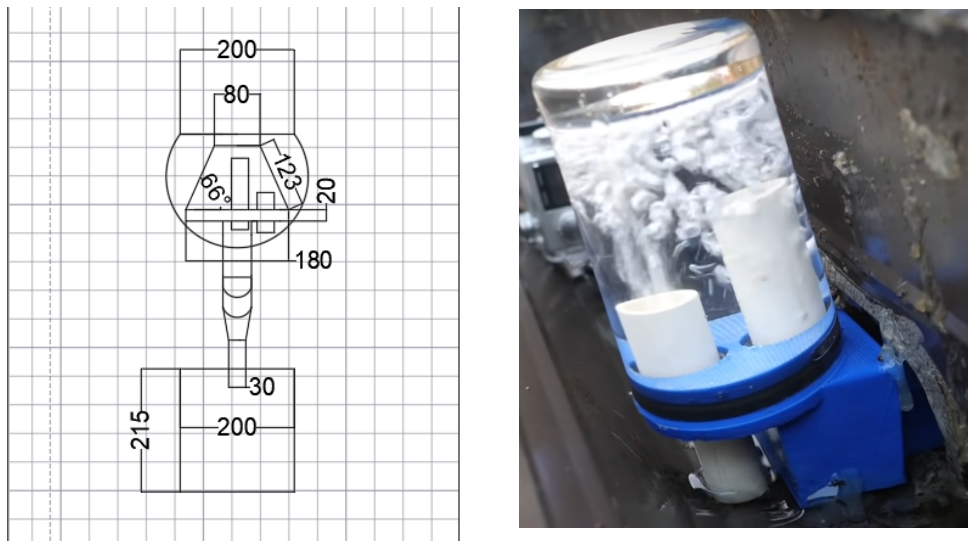


Рис. 2.8 Креслення дзвінкового сифона (зліва) і приклад сифона (справа)

Систему, схожу на дзвінковий сифон, придумав Піфагор, коли розробив свою Піфагорову чашу (рис. 2.9), яка була зроблена для того, щоб регулювати кількість вина в чашах його студентів [22].

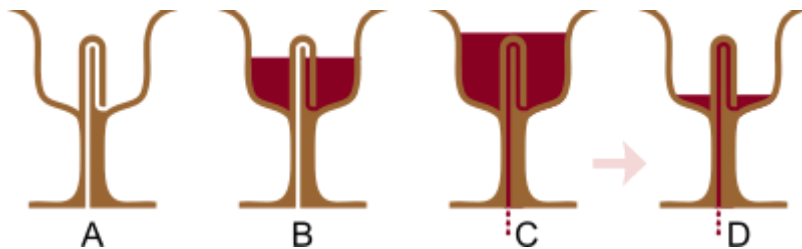


Рис. 2.9 Система роботи Піфагорової чаші

Дана конструкція дозволяє відокремити карниз від системи зливу «екраном», що захищає систему від постійного забруднення. Як і з чашею, цей сифон використовує систему з порожнини, яка герметично відокремлена від зовнішнього середовища і пов'язана з ним лише 2-ма трубками.

Принцип роботи полягає в тому, що одна трубка з'єднує дно карнизу із порожниною, а інша – порожнину зі зливом. І довжини цих трубок розраховані так, що друга трубка (сифон-злив) на 1-2 мм нижче бортів

карнизу, а перша трубка – на декілька міліметрів нижче першої трубки, і на 2-3 мм вище дна карнизу. Так, через першу трубку вода потрапляє в сифон і зрівнює рівень води в карнизі і в сифоні до висоти другої трубки, і як тільки води стає більше – вся вода з карнизу зливається.

Це відбувається через те, що як тільки вода в сифоні переливається у другу трубу, то гравітація починає різко забирати всю зайву воду з сифону, і тим самим викликає перепад тиску, який починає викачувати всю воду з площини карнизу.

Планується встановити два таких сифона, щоб рівномірно викачувати воду з карнизу. Також навколо сифонів планується зробити купки з великого округленого гравію, щоб вони виступали як фільтр для листя.

Варто зазначити, що для контейнера з водою планується зробити спеціальний отвір для заливання розчинів з добривами.

2.4 Кошторисні розрахунки

Кошторис розписаний з розрахунком на модулі, які складаються з:

1. Двох листів поліпропілену 1370 мм x 450 мм
2. 24 болта ($d\ 5\text{ мм} = 12\text{ шт.}$, $d\ 10\text{ мм} = 12\text{ шт.}$) та 24 гайки на кріплення модуля і 6 болтів та 18 гайок для несучої конструкції
3. Тканини Cordura 1500 x 500 мм
4. 6 сталевих кутів для монтажу

Такі розміри необхідні для 7-ми модулів.

Виключенням є два модулі, які відрізняються розмірами, і тому:

Модуль-А:

2. Два листа поліпропілену 800 мм x 685 мм

3. 24 болта (d 5 мм = 12 шт., d 10 мм = 12 шт.) та 24 гайки на кріплення модуля і 8 болтів та 24 гайки для несучої конструкції
4. Тканини Cordura 830 x 715 мм
5. 6 сталевих кутів для монтажу

Модуль-Б:

1. Два листа поліпропілену 450 мм x 450 мм
2. 16 (d 5 мм = 8 шт., d 10 мм = 8 шт.) болтів та 16 гайок на кріплення модуля і 6 болтів та 18 гайок для несучої конструкції
3. Тканини Cordura 830 x 715 мм
4. 4 сталевих кута для монтажу

Детальні розрахунки наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1

Назва матеріалу	Необхідна кількість, шт.	Ціна/шт., грн	Посилання	Всього, грн
Болти сталеві, d 5 мм	104	1.31	[24]	136.24
Болти сталеві, d 10 мм	160	4.78	[25]	764,80
Гайки сталеві, d 5 мм	104	0,63	[26]	66,04
Гайки сталеві, d 10 мм	272	2,80	[27]	761,60
Профіль сталевий, 4 м	2	244	[28]	488
Смуга сталева, 3 м	1	149,60	[29]	149,60
Кут сталевий	52	4	[30]	208
Шланг для поливу, 50 м	1	450	[31]	450

Конектор 3-х канальний	3	39	[32]	117
Конектор з аквастопом	11	29	[33]	319
Комплект водостічної системи	1	2505	[34]	2505
Фляга, 15л	1	289	[35]	289
ВСЬОГО:	-	-	-	6254,28

РОЗДІЛ 3

ПІДБІР АСОРТИМЕНТУ РОСЛИН ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

Наскільки важливим є вибір конструкції та її побудова, настільки ж важливим є вибір рослин для ВО. Завдяки гідропоніці, стало набагато легше вирощувати різні види в неприродних умовах. Але окрім такої системи водопостачання, треба також розраховувати на витривалість рослини, підбирати для неї добрива, знаходити оптимальне місце, дозволить рослинному покриву в повній мірі отримувати необхідне освітлення.

Для широт України більше всього підходять рослини морозостійкі та тіньовитривалі. Велика кількість видів ліан дозволить закрити великі площини щільним зеленим шаром, а при побудові контейнерів на стінах



будівель відкривається майже безмежне поле можливостей в плані побудови композицій та створення унікального клімату.

3.1 Лимонник китайський

Лимонник китайський (*Schisandra chinensis* (Turcz.) — одно- або дводомна дерев'яниста листопадна ліана родини лимонникових — Schizandraceae, яка має специфічний запах лимона, з пагонами завдовжки 4–8 м, обвиває стовбури дерев або гілки кущів (рис.3.1). Цвіте у травні–червні. Плоди досягають у вересні [36].

Росте китайський лимонник в дикому вигляді на Далекому Сході переважно на багатих супіщаних, добре дренованих ґрунтах — головним чином, у нижній частині схилів, недалеко від води на висоті 200-500 м над рівнем моря.



Рис.3.1 Лимонник китайський (*Schisandra chinensis* (Turcz.)

Лимонник — вологолюбна культура. Він вимогливий як до вологості ґрунту, так і вологості повітря. Навіть при вологому вегетаційному періоді необхідний певний полив. Ні в якому разі не можна допускати навіть

часткового в'янення, тому що рослини при цьому (особливо плодоносні) починають слабо рости, практично не закладають плодових бруньок і не дають врожаю на наступний рік. Для нормального росту і забезпечення плодоношення стебло лимоннику, починаючи з третього року росту, обов'язково виводять на опору і закріплюють на ній. Надалі (у міру зростання) він сам обплете опору за годинниковою стрілкою, і ніякого закріплення не буде потрібно. Плодоношення у сіянців лимоннику настає на 5-6-й рік, у рослин що розмножуються вегетативно — на 3-4-й рік. Якщо у лимоннику немає опори, він виросте у вигляді густого куща, який майже суцільно складається з довгих однорічних пагонів.

Лимонник любить сонячне світло і повинен отримувати його протягом 7-8 годин. Тому рослини потрібно висаджувати на відкриті місця, в тіні він практично не плодоносить.

Лимонник має поверхневу кореневу систему (основна маса коренів розташовується в поверхневому шаром ґрунту, не глибше 20-30 см) [37]

Це багаторічна листопадна, досить морозостійка (до -46°C) ліана.

У насінні лимонника ефірної і жирної олії міститься до 3-4%, також є тонізуюча речовина схизандрин, а безпосередньо в плодах – яблучна, винна і лимонна кислоти, до 20% цукрів, близько 10% білків, до 75 мг% вітаміну С і до 100 мг% вітаміну Р. Він є неначе відновником зношеного чи ослабленого організму і при вживанні не призводить до виснаження нервових клітин. Бо ж відомо, що при перенавантаженні і виснаженні мозкових клітин розвиваються хвороби шлунка, астма, зникає зір, порушується гормональна система [38].

Досвідчені садівники рекомендують висаджувати відразу не менше трьох кущиків лимонника, при цьому між ними слід дотримуватися дистанцію в 100 см. Висаджені у відкритий ґрунт саджанці лимонника досить швидко приживаються, проте спочатку їм знадобиться захист від прямих променів сонця. Дорослому примірнику в посуху також потрібно забезпечити

регулярні поливи і обприскування, при цьому на 1 кущ в середньому має витрачатися близько 60 літрів води, яка обов'язково повинна бути нагрітою на сонці. На третій рік зростання цю ліану починають підгодовувати. Так, у квітні слід провести внесення 20-30 грамів селітри в ґрунт пристовбурового кола, після чого рослині знадобиться рясний полив. У літній час кожні 15-20 днів рослину треба підгодовувати розчином ферментованого коров'яку (1:10) або курячого посліду (1:20). В осінній час під кожен ліану у пристовбурні кола необхідно внести по 20 грам суперфосфату і по 100 грам деревної золи [39].

Дана рослина була обрана через її морозостійкість, швидкий ріст і також мочкувату кореневу систему, яка дозволить її досить легко адаптувати до росту на модулях ВО. Окрім цього, лимонник китайський дає дуже щільний РП, який дозволить повністю закрити всю конструкцію, а разом з нею й інші ділянки стіни будівлі. Гідропонна система з крапельним поливом дозволить майже автоматично постачати рослину усіма необхідними елементами для її росту та природного життя.

3.2 Жимолость вічнозелена

Жимолость вічнозелена (*Lonicera sempervirens* L.) - помірно зростаюча ліана родом з Китаю і Східного Тибету, виростає до 3-4 м (рис.3.2). Цвіте пахучими, трубчатими, коричнево-червоними або яскраво-рожевими майже пурпурними квітами, які зібрані попарно в рідкісні суцвіття. Цвіте в середині літа, дозрівання плодів у вересні-жовтні, ягоди декоративні, чорно-пурпурові, щільно притиснуті до округлого листя. Добре витримує затінок [40].



Рис. 3.2 Жимолость вічнозелена (*Lonicera sempervirens* L.)

Молоді пагони – опушені та гнучкі, їх можна легко перенаправляти



витися в іншому напрямку; минулорічні – здерев'янілі та дещо ламкі, якщо намагатись відокремити їх від опори. Загалом це досить невибаглива рослина, що може пристосуватись до різних типів ґрунтів (за винятком кислих), добре розвиватись на сонці і в затінку і

витримувати короткочасні посухи. Зимівля для цієї ліани не складає жодних проблем, навпаки, саме взимку розкривається її значна перевага – вічнозелене листя [41].

Краще висаджувати рослину у відкритий ґрунт в період з серпня по листопад. Це пояснюється тим, що рослина рано прокидається і починає сокодвигнення навесні.

Полив іконується на вимогу, тобто тоді, коли земля сильно пересихає або навіть тріскається. Навесні і на початку осені проблем з вологою у рослини практично немає, а ось літніми спекотними днями доведеться поливати кущ не рідше 1 разу на 1-2 тижні.

Добрива краще вносити в ґрунт у весняний період (20 г речовини на 1 м²).

Підійдуть такі види добрив в розчинах:

- сечовина (0,1%);
- суперфосфат (1%);
- хлористий калій (0,5%).

В осінній період, коли проводиться перекопування ґрунту, можна внести деревну золу (200 г на 1 м²). Жимолість пускає пагони досить швидко. Обрізати їх варто тільки в тому випадку, якщо вони відгалужуються не в потрібному напрямку або мають пошкодження. Омолоджуюча обрізка куща проводиться раз в 6 років [42].

Дана рослина була обрана через її можливість жити разом з лимонником, так як вони обидва потребують одні й ті самі елементи для підживлення, і через тіньовитривалість жимолості, вона зможе мирно рости на нижніх секціях конструкції ВО та під переголами. Окрім цього, вічнозелені листя будуть створювати додатковий термоізолюючий шар, який дозволить більше економити тепло взимку.

3.3 Клематиси

Клематис або Ломиніс (*Clematis* L.) — це кучеряві ліани, які садять для прикраси садових ділянок у багатьох країнах. Один з найвідоміших сортів носить горду назву Президент (the President). Його вивели ще в 1876 році (оригіна́тор — Charles Noble) і назвали на честь голови королівського

садівничого товариства Великобританії. Це гібридний сорт, відноситься до великомірних представників клематисів. Кущ виростає до 2,5 м у висоту, а в ширину досягає 1 м. Цвіте двічі за сезон: перший раз — в травні-червні, другий — в кінці літа. На ліані розпускаються великі (до 17 см в діаметрі) квітки благородної синьо-фіолетового забарвлення (рис.3.3).



Рис.3.3 Клематис (*Clematis* L.) сорту Президент

Клематис Президент відноситься до добрезимуючих сортів — переносить

холод від -29 до -34 °С.

Рослину потрібно висаджувати на сонячних місцях, можлива легка півтінь. Президент не любить сильної спеки і перегріву ґрунту, тому поруч варто посадити ґрунтопокривні або газон. Слід захистити ліану від сильних вітрів,



які можуть зламати стебло клематиса, тому садити краще у якихось природних укриттів (будівель, плодових дерев, паркану), але не ближче 40 см, оскільки кущ може рости дуже швидко (до 10 см за добу влітку), опори для нього потрібно відразу ставити високі і міцні. Може рости до 30 років без пересадки на одному місці [43].

Клематис Президент поливають 1-2 рази в 7 днів, зачіпаючи не тільки кореневу систему, а й листя. У спекотні дні зрошення збільшують до 2-3 разів за 7 днів. Дорослі екземпляри володіють розвиненою кореневою системою,

тому їх поливають 4 відрами води за 1 раз. Молоді рослини зрошують 1-2 відрами води.

На частоту підгодівлі впливає родючість ґрунту, на якому виростає клематис. Сорт Президент удобрюють органічними і мінеральними сполуками. Під час вегетаційного періоду рослину підживлюють 3-4 рази, комбінуючи органічні добрива з мінеральними [44].

РОЗДІЛ 4

ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

Головною задачею цього проекту є створення шаблону на майбутнє, по якому можна буде реалізовувати ВО на інших об'єктах будь якої країни, тому для цього потрібні цифри, які вказують на доцільність цього проекту.

Прорахунок має показувати прямий вплив технології на середовище, в якому його спроектували і також має вказувати на перспективи та покращення, які здешевлять її при масовому виробництві.

Також, варто не забувати про такі речі як «джентрифікація», туризм та податкові пільги, які є ще одним важелем при презентації технологій такого типу.

4.1. Зміни температурного режиму

Газобетон, хоч і має непогані показники теплопровідності, все одно поступається багатьом іншим матеріалам у можливості збереження тепла, як цегла, деревина чи піноблок [45] (рис.4.1). Ще гірше, це показники бетону, з якого зроблена значна кількість будівель Східної Європи. Задля вирішення цього питання використовують мінеральну або скловату, яка створює хороший бар'єр між навколишнім середовищем та будинком (рис.4.2).

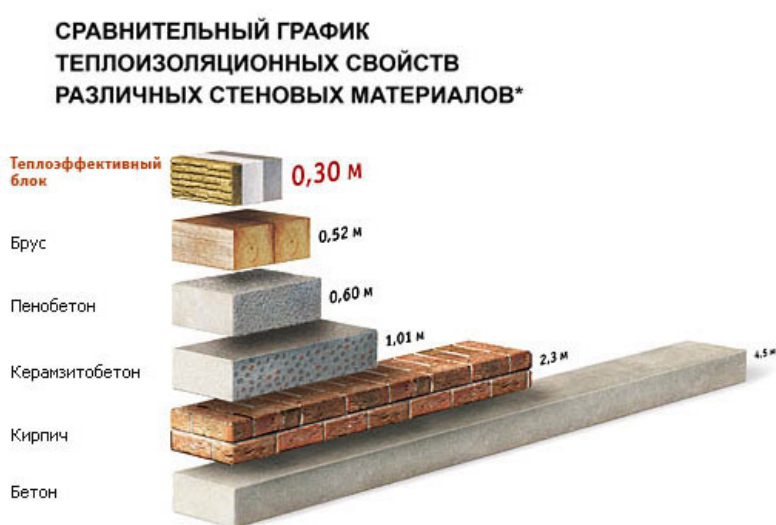
Строительный материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)	
		Сухое состояние	Эксплуатационная влажность
Автоклавный газобетон D500	500	0,12	0,14
Керамзитобетон	800	0,23	0,35
Железобетон	2500	1,69	2,04
Полнотелый глиняный кирпич	1800	0,56	0,81*
Пустотелый глиняный кирпич	1000	0,26	0,44*
Полнотелый силикат, кирпич	1800	0,70	0,87*
Дерево (сосна, ель)	500	0,09	0,18
Минеральная вата	150	0,042	0,045
Пенополистирол	35	0,028	0,028

Але є матеріал, який має найнижчий в світі показник

Матеріал	Теплопровідність Вт/(м·K)
Графен	(4840 ± 440) — (5300 ± 480)
Алмаз	1000-2600
Срібло	430
Мідь	390
Латунь	111
Золото	320
Алюміній	236
Платина	70
Кварц	8

теплопровідності – повітря. Його використовують як інсулятор в термосах, в батареях, навіть при виробництві газобетону намагаються досягти максимальної пористості, щоб зберегти в собі якомога більше повітря. Але з вертикальним озелененням можна використати саме повітря як утеплювач будівлі, не кажучи про те, що деревина стебел рослин також допомагає в термоізоляції. Влітку будинку допоможе «інкапсулювати» повітря листя рослин, взимку – сніг, який зачепиться за пагони. Тим самим, ефект термосу зможе підтримувати себе цілий рік, і це навіть без використання вічнозелених рослин.

Рис.4.1 Показники теплопровідності різних матеріалів



У половині тепловтрат житла «винні» стіни, і тільки чверть тепловтрат припадає на вікна та двері. Решта 15% йдуть через дах, а останні 10% - через підлогу і стіни підвалу. Тож не дивно, що за словами експертів,

утеплення стін може більш, ніж на третину зменшити витрати на опалення [46].

Рис.4.2. Порівняння теплоізоляційних властивостей матеріалів

При використанні пінопласту з'являється економія тепла на 5-6 градусів тепла і це при його товщині в 50 мм [47].

Але, якщо подивитись на конструкцію ВО, де основним матеріалом є поліпропілен (теплопровідність – 0.24 Вт/(м*К), що порівняно з пустотілою керамічною цеглою), то ми маємо товщину в 48 мм, де:

- 5 мм – повітря між будинком та ВО,
- 8 мм – поліпропілен, всередині якого –
- 35 мм – повітря та комірці з корінням рослин;

І навіть якщо, теоретично, шар з листя та пагонів рослин буде займати ще 20 мм простору, то конструкція вже має 68 мм теплоізоляції, і якщо розрахувати загальну теплопровідність по формулі:

$R = \delta/\lambda$, де –

R – загальний термоопір (константа з держ.стандартів), δ – товщина матеріалу в метрах, λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу,

То ми отримаємо:

- R пінопласту – 0.0019
- R повітря (всередині цього шару) – 0.0015
- R конструкції – 0.0019

- R середнє (по всій конструкції)– 0.0017

Тобто, при одній товщині з полістиролом, ВО буде давати кращу термоізоляцію, ніж пінопласт. І це разом із зносостійкістю конструкції (для пінопласту буде потрібно ще мінімум 3 – 4 мм штукатурки), корисними властивостями рослин і самовідновленням зовнішнього шару.

Тобто, очікуваний результат зміни в температурі – 7-8 градусів Цельсія при товщині в 68 мм всієї конструкції та рослинного покриття.

4.2 Розрахунок економії

В питанні економії цієї конструкції треба розглядати економію при опаленні будівлі та економії електроенергії для поливу завдяки системі гравітаційного поливу.

Якщо брати економію на опаленні, то варто прорахувати економію для газового та електричного опалення (рис.4.3).

Так, щоб опалити 10 м² площі (при висоті стелі не вище 3 м) потрібен 1 кВт енергії [48]. Якщо взяти теплоємність повітря (0,24 Ккал/кг*град) і помножити на щільність повітря (1,3 кг/м³), Отримуємо, що для нагрівання 1м³ повітря на один градус нам необхідно 0,312 Ккал/м³*град або 0.00036 кВт [49].

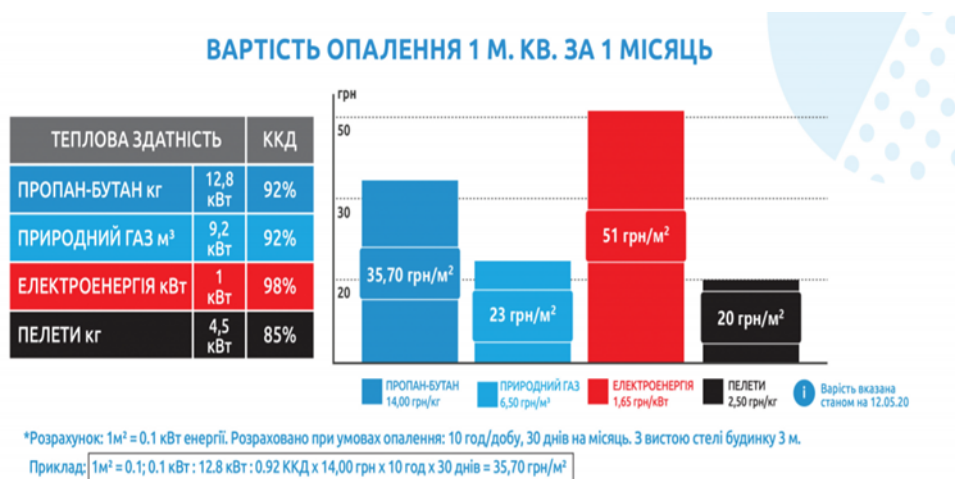


Рис.4.3 Гістограма вартості опалення різними матеріалами

Будинок 3х5х3 м буде об'ємом 45 м³ і буде споживати 0,0162 кВт щоб підняти температуру на один градус. Зимой, щоб підтримати комфортну температуру (24 °С) буде потрібно в середньому підняти температуру на 29 градусів. Тобто, будинок буде споживати 0.47 кВт кожну годину.

Так як ВО і його РП економлять від 7-8 °С, то це вийдуть витрати 0.35 кВт кожну годину.

При ціні 1.68 грн за 1кВт/год електроенергії [50] і ціні на газ 7.96 грн/м³ та необхідності в опаленні (в середньому) 10 годин кожен день, то за місяць:

Витрати за опалення (електроенергія) – 236,88 грн

Витрати з ВО – 176,40 грн

Економія: 60,48 грн

Витрати за опалення (газ при 0.45м³ на 1кВт/год) – 505,06 грн

Витрати з ВО – 376,11 грн

Економія: 128,95 грн

Отже,

- окупність системи (при електроенергії) – **8,5 років**
- окупність системи (при опаленні газом) – **4 роки**

Якщо рахувати і економію на полив, то насоси використовують 0.00017 кВт на 1 л води [51]. Встановлена фляга набирає 15 л дощової води в себе і потім крапельним поливом поступово її використовує і дуже ефективно. І тому, якщо не рахувати зайві витрати при втраті води під час поливу, то ми маємо додаткову економію на електроенергії приблизно 100 грн влітку, але з більшими балонами для води та більшими конструкціями ВО, економія буде тільки зростати.

4.3 Адаптація технології для сучасних житлових будівель

Головним завданням технології вертикального озеленення є зменшення витрат на електроенергії та опаленні, і тому в майбутньому, нові будинки будуть вже проектуватись за цією технологією. Але дана модель є прикладом того, як озеленити вже готовий будинок, при цьому майже не впливаючи на конструкцію будівлі.

Однак, для багатоповерхових будівель потрібно буде робити певні зміни, як наприклад додаткові балкони для рослин, чи опори для модулів. Для них можливо використовувати звичайні сталеві балки або залізобетонні плити, але це дуже важкі матеріали, які викличуть високі затрати на логістику та будуть з часом сильно впливати на конструкцію будівлі.

Замість цього можна брати той самий CLT, який при схожому об'ємі з залізобетоном та однаковими показниками міцності, в 5 разів легше. А окрім цього, деревина в ньому робиться з сортів сосни, які досягають зрілості через 10- 15 років після посадки, що дозволить при великій кількості заказників зробити цю технологію стабільною (в плані реалізації попиту), більш доступною та нейтралізувати забруднення повітря у сфері будівництва [52] (рис.4.4).

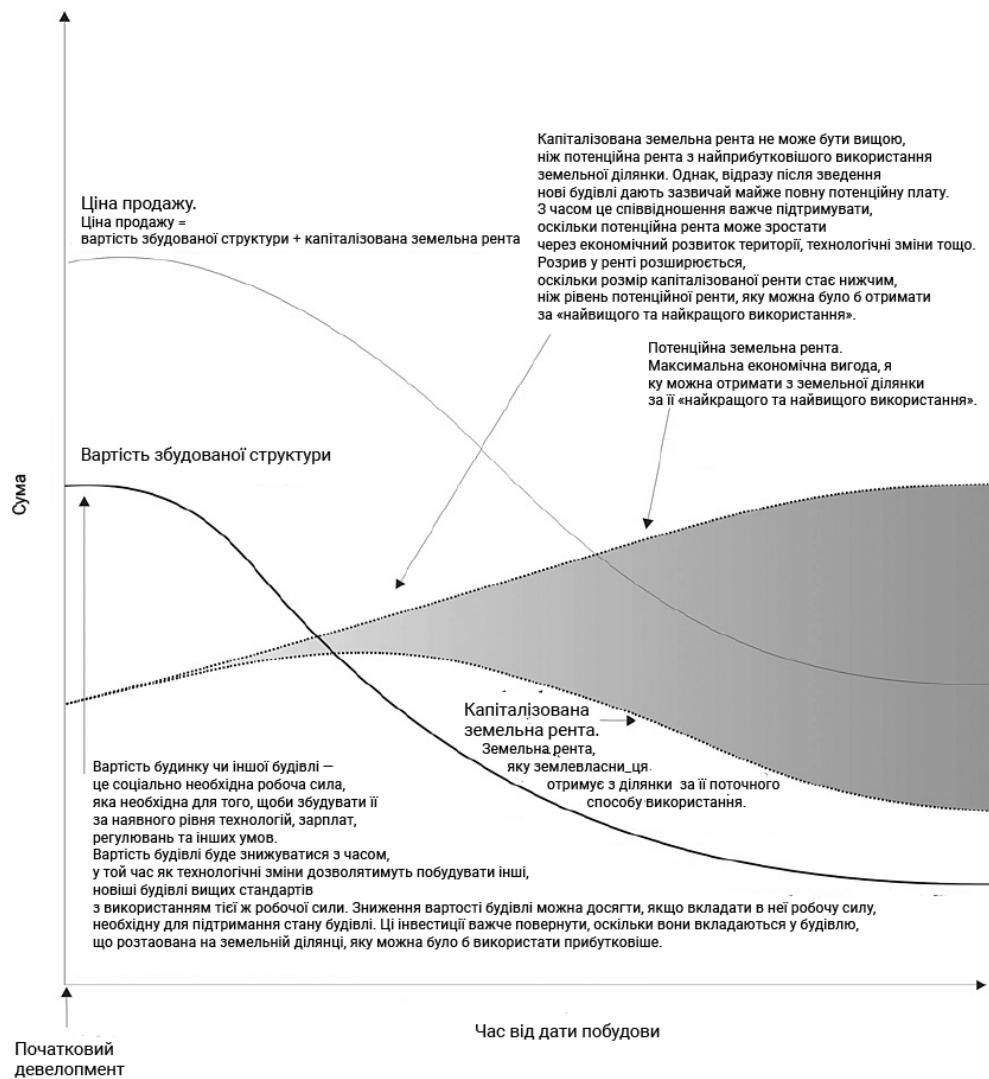


Рис.4.4 Приклади реалізації будинків з CLT

А ламінування деревини та наявність рослинності дозволить нейтралізувати можливості пожежі та гниття конструкції, що дозволить цим модулям проіснувати дуже довго.

При такій модернізації, будівлі будуть мати кращий вигляд, будуть вигіднішими в плані економії та екології і зможуть до себе приваблювати більше жильців, а отже і більше інвестицій в жилі райони та підприємства на їх території.

Це напряду впливає на ріст джентрифікації – переїзду багатшого населення у старі райони, які були реставровані/реконструйовані. Це робить дані райони в міру дорожчими, але разом із цим більш привабливими для розвитку інфраструктури та економіки, що знижує рівень злочинності, расової дискримінації та засмітненості цих районів [53].



Якщо дивитись на ідею Нейла Сміта (Neil Smith) про «теорію розриву у ренті» (rent-gap theory; Smith, 1979, 1982), то можна зазначити, що принципи джентрифікації мають враховувати не лише «попит» — потребу у житлі і дозвіллі, — але й «пропозицію» — потребу заробити на цьому якомога вищий прибуток (рис.45).

Рис.4.5 Графік залежності ціни на землю від її різниці

На думку Сміта, саме інтерес у прибутку — вигідній фінансовій інвестиції в міське середовище — стоїть вище за усі інші. Відповідно, теорія джентрифікації має пояснювати, чому певні райони є прибутковими, тоді як інші — ні. Сміт стверджує, що це зумовлено взаємодією ринків землі та житла через притік капіталу до районів, де утворився «розрив у ренті» [54]. А цей розрив формується через різницю між ціною будівлі до реновації і після.

ВИСНОВКИ

Отже, основна ідея роботи – покращення умов життя у містах завдяки застосуванню технології вертикального озеленення, яка робить міста більш енергоефективними, екологічними та відкритими для інвестицій. Це напряду впливає на ріст джентрифікації – переїзду багатшого населення у старі райони, які були реконструйовані. І це робить дані райони більш привабливими для розвитку інфраструктури та економіки, призводить до зростання кількості туристів, а отже сприяє економічному зростанню та добробуту країни.

1. Необхідність вертикального озеленення мегаполісів є майже критичною, зважаючи на сучасний екологічний стан. Суттєвими проблемами урбаністичних просторів є підвищення температури, зростання рівня парникових газів, що негативно впливає на самопочуття та працездатність людини, а також на її фізичне та психічне здоров'я.
2. Ознайомились з сучасними технологіями та прикладами реалізації вертикального озеленення в світі та проаналізували основні проблеми реалізації цієї технології в Україні.
3. Основними перевагами впровадження вертикального озеленення в сучасних містах є те, що будівлі з вертикальним озелененням менше нагріваються влітку, краще зберігають тепло взимку, забезпечують шумоізоляцію, утилізацію стічних вод, очищують повітря від забруднення газовими вихлопами та важкими металами, насичують навколишній простір киснем. В економічному аспекті - економія на кондиціонуванні близько 60 % та на 40% — на опаленні.
4. Розробили креслення проекту, використовуючи технологію модулів та гідропоніки. А також створили шаблон адаптації технології вертикального озеленення на прикладі приватного будинку.

5. Розрахували кошторис конструкції модулів для вертикального озеленення.
6. Підібрали асортимент рослин для реалізації технології вертикального озеленення в наших кліматичних умовах. Найбільш перспективним і ефективним є використання у нашому проекті дворічних та багаторічних ліан.
7. Розрахували економічну вигоду та екологічну ефективність будівель з вертикальним озелененням. Прорахували окупність проекту та доцільність його використання як головного елементу джентрифікації міського середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТАВИТИ ВІРНО ОФОРМЛЕНИЙ СПИСОК!!

1. Дві третини людей до 2050 року житимуть у містах – ООН.

<https://glavcom.ua/news/dvi-tretini-lyudey-do-2050-roku-zhitimut-u-mistah-oon-498128.html>

2. Знищення лісів по всій планеті та її наслідки:

<https://www.dw.com/ru/unichtozhenie-lesov-na-planete-i-ego-posledstvija/a-59736053>

3. 7 мільйонів смертей щорічно пов'язані із забрудненням повітря:

<https://www.who.int/ru/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution>

4. Вплив будівництва на довкілля:

https://pidru4niki.com/70557/ekologiya/vpliv_budivnitstva_dovkillya

5. Хмарочоси з дерева: фінський проект Wood City:

<https://bashni.info/neboskreby-iz-dereva-finskij-proekt-wood-city/>

6. Найвищий дерев'яний хмарочос збудований у Норвегії:

<https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/4072-samyj-vysokij-derevyannyj-neboskreb-postroen-v-norvegii-video.html>

7. Cross Laminated Timber (CLT): What It Is and How To Use It:

<https://bashni.info/neboskreby-iz-dereva-finskij-proekt-wood-city/>

8. Сингапур – одне з найзеленіших міст світу:

<https://bit.ly/3LnvGuV>

9. Oasia Downtown Hotel wrapped in a “living cloak”:

<https://worldlandscapearchitect.com/oasia-downtown-hotel-a-singapore-building-wrapped-in-a-living-cloak/>

10. Singapore's 'Tree House' vertical gardens break Guinness World Record:

<https://www.bdcnetwork.com/singapores-tree-house-vertical-gardens-break-guinness-world-record>

11. Топ-10 будівель з вертикальним озелененням:

https://www.architime.ru/specarch/top_10_green_houses/green_houses.htm

12. Vertical Forest City: феномен архітектора Стефано Боері:

<https://www.ua-bud.com.ua/vertical-forest-city-fenomen-stefano-boeri/>

13. Jardí Tarradellas - Green side wall:

<https://www.world-architects.com/en/capella-garcia-arquitectura-barcelona/project/jardi-tarradellas-green-side-wall>

14. Time to Grow Up: 10 of London's Greenest Living Walls:

<https://www.thehandbook.com/london-guidebook/time-to-grow-up-10-of-londons-greenest-living-walls/>

15. Принципи вертикального озеленення: Топ-10 плетистих і витких рослин для саду:

<https://bit.ly/37D5UE0>

16. Полипропилен и его суперспособности:

<https://avers.ua/ru/news/polipropilen-i-ego-supersposobnosti>

**17. ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИЙ ПОЛІЕТИЛЕН (ПЕ 500 І ПЕ 1000):
ВЛАСТИВОСТІ, ОСОБЛИВОСТІ І ЗАСТОСУВАННЯ:**

<https://blagos.com.ua/obzor/polietilen>

18. One Central Park:

<https://bit.ly/3EFSC5W>

19. Energy consumption characteristics of high-rise apartment buildings according to building shape and mixed-use development:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778811005019>

20. Australia electricity prices, September 2021:

https://www.globalpetrolprices.com/Australia/electricity_prices/

21. What is a Bell Siphon and Why We Use it in Aquaponics:

<https://gogreenaquaponics.com/blogs/news/what-is-bell-siphon-and-why-we-use-it-in-aquaponics>

22. Did Pythagoras invent the bell siphon?:

<https://study.com/academy/answer/did-pythagoras-invent-the-bell-siphon.html>

23. Rain Gutter POWER #5 - Bell Siphon Fundamentals and Pitfalls:

<https://www.youtube.com/watch?v=z-GLzQ2bqEk>

24. Болт метричний DIN933 5x16 мм 20 шт Expert Fix:

<https://bit.ly/36ZnAcS>

25. Болт метричний шестигранна голівка DIN 933 10x60 мм 5 шт:

<https://bit.ly/3krUYMc>

26. Гайка шестигранна M5 40 шт DIN 934:

<https://bit.ly/3vnUGMW>

27. Гайка шестигранна M10 12 шт DIN 934:

<https://bit.ly/3F0Zpan>

28. Профіль BauGut ARMOSTEEL CW 50/4 м 0,5 мм:

<https://bit.ly/3rU6PXN>

29. Смуга сталеві 30x4 мм 3 м.п.:

<https://bit.ly/3vpHcAh>

30. Кутник перфорований рівносторонній 25x15x1,8мм:

<https://bit.ly/3vO1dPP>

31. Шланг для поливу Expert 1/2":

<https://bit.ly/3MCZ6Fr>

32. Конектор Klever на 3 канали DY8015DL

<https://epicentrk.ua/ua/shop/soedinitel-dlya-poliva-klever-na-3-kanala-dy8015dl.html>

33. Конектор з аквастопом EXPERT Garden 3/4"

<https://epicentrk.ua/ua/shop/konnektor-s-akvastopom-expert-garden-3-4-dy8030.html>

34. Комплект водостічної системи RoofOK:

<https://epicentrk.ua/ua/shop/komplekt-vodostochnoy-sistemy-roofok-120-mm-6-m-korichnevyy.html>

35. Фляга харчова 15 л Ф11-15 П:

<https://epicentrk.ua/ua/shop/flyaga-pishchevaya-15-l-fl11-15-p.html>

36. ЛИМОННИК КИТАЙСЬКИЙ:

<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2055/limonnik-kitajskij>

37. Лимонник китайський: технологія вирощування:

<http://babushkinsad.kiev.ua/2016/01/09/2791.html>

38. Лимонник - це здоров'я і довголіття:

<https://web.archive.org/web/20161111061159/http://pfu.org.ua/viewtopic.php?f=5&t=261>

39. Лимонник:

<https://asterias.od.ua/695-limonnik-viroshchuvannya-i-doglyad-pravila-posadki-likuvalni-vlastivosti.html>

40. Жимолость вічнозелена:

<https://hplants.com.ua/product/zhimolost-vichnozelenen-lonicera-henryi/>

41. Жимолость вічнозелена:

<https://bit.ly/3F3Fgk1>

42. Жимолость вічнозелена в'ющаяся Дрімота: опис сорту, посадка, догляд, фото:

<https://diapason.com.ua/zhimolost-vichnozelenen-v-jushhajasja-drimota-opis/>

43. Клематис президент: група обрізки, посадка і догляд:

<https://u.farmafans.ru/korovi/26753-klematis-prezident-grupa-obrizki-posadka-i-dogljad.html>

44. Клематис Президент: опис і група обрізки, вирощування і догляд з фото:

<https://lifehacker.org.ua/klematis-prezident-opis-i-grypa-obrizki-viroshyvannia-i-dogliad-z-foto/>

45. Теплопровідність газобетону

<https://bit.ly/3KpD8nS>

46. Утеплення й облицювання фасадів будинків: порівняння матеріалів:

<https://bit.ly/3kstB52>

47. Утеплення України:

<https://www.epravda.com.ua/columns/2014/11/4/502746/>

48. Сколько квт нужно для отопления 1 кв м:

<https://teplo-ltd.ru/otoplenie/skolko-kvt-nuzhno-dlya-otopleniya-1-kv-m.html>

49. Нагрев 1 м3 воздуха на 1 градус:

<https://bit.ly/3F2KI6M>

50. Увага! Інформація про ціну на електричну енергію для населення з 1 вересня та з 1 жовтня 2021р.

<https://bit.ly/3kuN0C4>

51. Насосна станція для води бак 24л:

<https://bit.ly/3s2aIdd>

52. A Sustainable Timber Skyline: The Future of Design | Ben Kaiser | TEDxPortland:

<https://youtu.be/vetYAeh9MUI>

53. What is Gentrification?

https://web.archive.org/web/20090506210726/http://www.pbs.org/pov/pov2003/fla_gwars/special_gentrification.html

54. Що таке джентрифікація і чи є вона в Україні:

<https://mistosite.org.ua/uk/articles/shcho-take-dzhentryfikatsiia-i-chy-ie-vona-v-ukraini>