

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

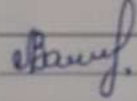
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

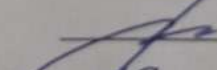
на тему:

Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель  
з системами озеленення

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21мз  
Спеціальності 192 «Будівництво та  
цивільна інженерія»


 Шпак Л.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент  
(науковий ступінь, посада)

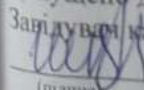
 Кучеренко Л.В. 1  
(прізвище та ініціали)

«19» 06 2023 р.

Опонент: к.т.н., доцент  
(науковий ступінь, посада)

 Панкевич О.Д.  
(прізвище та ініціали)

«3» 06 2023 р.

Допущено до захисту  
Завідуюча кафедри БМГА  
 В.В. Швець  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
«19» 06 2023 року

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури  
Світньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Світня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

"19" 06 2023 року

## ЗАВДАННЯ

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Шпак Лариса Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення

Рівень роботи Кучеренко Л.В., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "20" березня 2023 року № 68

Строк подання магістрантом роботи 6.06.2023 р.

Вихідні дані до роботи Топографічна зйомка місцевості, фотофіксація території будівництва, нормативна література, генеральний план міста, архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування. Нормативна література

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ Актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість).

Розділ 1. Аналіз сучасного стану теорії та практики влаштування покрівель з системами озеленення (огляд літературних джерел). Аналіз наукових досліджень, вітчизняного та зарубіжного досвіду, переваг влаштування систем «зелених» покрівель

Розділ 2. Дослідження технологічних параметрів влаштування покрівель з системами озеленення. Визначити склад та послідовність технологічних процесів. Визначити критерії порівняння обраних рішень. Провести порівняння варіативних та конструктивних рішень «зелених» покрівель.

Розділ 3. Результати дослідження технологічних процесів. Провести оцінку економічності влаштування експлуатованих покрівель з системами озеленення. Виконати оптимізацію параметрів технологічного процесу з метою підвищення його економічності.

Розділ 4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення, технічні рішення, технологічна карта).





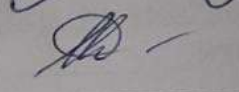

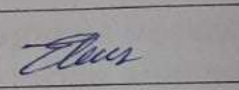
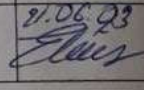
Розділ 5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

Розділ 6. Економічна частина (техніко-економічне порівняння 3-х варіантів технології влаштування покрівель з озелененням.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 7 арк. ( плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
  2. Архітектурно-будівельні рішення – 4 арк. (Ген. план; план типового поверху; фасад в осях 1-27; фасад в осях 1-27 А-С; розріз 1-1; Технологія рішення влаштування покрівлі з системами озеленення; технологія монтування «зеленого» килима на суміщену покрівлю.
  2. Організація та технологія будівельного виробництва – 2 арк. (технологічна карта на виконання робіт по влаштуванню «зеленої покрівлі»; календарний графік виконання робіт по об'єкту; графік руху робочих кадрів по об'єкту)

6. Консультанти розділів роботи

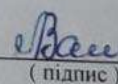
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконано прийнято
Розділ 1-3	Кучеренко Л.В. доц., к.т.н.		
Технічний розділ	Кучеренко Л.В. доц., к.т.н.		
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І. М., доц., к.пед.н.		
Економічна частина	Лялюк О. Г. доц., к.т.н.		 11.06.23

7. Дата видачі завдання 30.03.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**


№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.23	Виконано
2	Науково-дослідна частина	07.02-12.03.23	Виконано
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	13.03-25.03.23	Виконано
4	Технологічні рішення	27.03-03.04.23	Виконано
5	Подання роботи на перевірку на плагіат	04.04-08.08.23	Виконано
6	Охорона праці та цивільний захист	10.04-20.04.23	Виконано
7	Економічна частина	21.04-05.05.23	Виконано
8	Оформлення МКР	06.05-14.05.23	Виконано
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	15.05-20.05.23	Виконано
10	Попередній захист	29.05-31.05.23	Виконано
11	Опонування	29.05-03.06.23	Виконано

Магістрант

  
(підпис)

Шпак Л.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Кучеренко Л.В.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 711.168

Шпак Л.В, Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2023. 115 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 41 назв; рис.: 34; табл.: 20, 11 листів граф. частини.

У даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано оптимізацію технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення.

Відповідно до поставлених задач було виконано:

- визначено склад та послідовність технологічних процесів влаштування покрівель з системами озеленення;
- сформовано критерії порівняння для п'яти технологій влаштування «зелених» дахів:
- виконано порівняння технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення за допомогою багатокритеріального аналізу, визначено найкращий варіант;
- проведено оптимізацію параметрів технологічного процесу з метою підвищення його технологічності за рахунок зменшення витрат праці.

Було наведено архітектурно-планувальні, технологічні рішення та рішення по влаштуванню на даху 10-ти поверхового житлового комплексу, покрівлі з озелененням. Запроектований житловий будинок має в плані «П» подібну форму з розмірами в осях 48,839 x 82,67 м. Будівля 3-ьох секційна. На поверхах на відм. 0.000, +4,500 розташовані вбудовано-прибудовані приміщення громадського призначення. Висота першого поверху на відм. 0.000 – 4,5 м., другого на відм. 4.500 – 3,6 м., висота типових поверхів – 3м. Конструктивна схема будівлі – безкаркасна з повздовжніми та поперечними несучими стінами. Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою повздовжніх та поперечних несучих стін, плит перекриття та покриття.

Запропоновано рекомендації по охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з влаштуванням даху при новому будівництві житлового будинку. Проведено розрахунки коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення цокольного поверху.

Також було розроблено розділ економіки. В якому було визначено усі необхідні цінові характеристики. Визначено, що найкращими характеристиками володіє покрівля DELTA Floгахх top. Вона виконує функції захисту, фільтрації та дренажного

шару, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. Це дозволяє у довгостроковій перспективі без додаткових витрат на подальшу експлуатацію, реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення. Застосовуючи даний варіант покрівлі на нашому об'єкті, завдяки оптимізації технологічних процесів можна суттєво зменшити трудовитрати, заміною виконання робіт з ручної праці на механізовану.

Ключові слова: «зелена покрівля», трудовитрати, системи озеленення, експлуатовані покрівлі, дах, покрівля, критерій оцінки, вартість, довговічність, технології, технологічний процес.

## ANNOTATION

UDC 711.168

L.V. Shpak, Optimization of technological solutions for the arrangement of roofs with landscaping systems. Master's thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2023. 115 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 41 titles; Fig.: 34; tabl.: 20, 11 leaves graph. parts

In this master's qualification work, the optimization of technological solutions for arranging roofs with landscaping systems is proposed.

In accordance with the set task, the following was accomplished:

- the composition and sequence of technological processes of arranging roofs with landscaping systems is determined;

- comparison criteria were formed for five technologies for the installation of "green" roofs:

- a comparison of technological solutions for arranging roofs with landscaping systems was performed using a multi-criteria analysis, the best option was determined;

- the parameters of the technological process were optimized in order to increase its manufacturability by reducing labor costs.

Architectural and planning, technological solutions and solutions for arranging a roof with landscaping on the roof of a 10-story residential complex were given. The designed residential building has a similar shape in the "P" plan with dimensions in the axes of 48.839 x 82.67 m. The building has 3 sections. On the floors at 0,000, +4,500 built-in and attached premises of public purpose are located. The height of the first floor at 0.000 – 4.5 m., the second on 4,500 – 3.6 m., height of typical floors – 3 m. The structural scheme of the building is frameless with longitudinal and transverse load-bearing walls. Spatial rigidity of the building is provided by the joint operation of longitudinal and transverse load-bearing walls, floor slabs and covering.

Recommendations on labor protection and safety in emergency situations related to the arrangement of the roof during the new construction of a residential building are offered. Calculations of the anti-radiation protection factor of the ground floor premises were carried out.

An economics section was also developed. In which all the necessary price characteristics were determined. It was determined that the DELTA Floraxx top roof has the best characteristics. It performs the functions of protection, filtration and drainage layer,

and thanks to the height of the protrusions of 20 mm, it accumulates a large supply of water, about 7, l/m<sup>2</sup>. This allows, in the long term, without additional costs for further operation, to implement optimal greening of the roof without additional irrigation. Applying this option of the roof at our facility, thanks to the optimization of technological processes, it is possible to significantly reduce labor costs by replacing manual work with mechanized work.

Key words: "green roof", labor costs, landscaping systems, operated roofs, roof, roofing, evaluation criteria, cost, durability, technologies, technological process.

## ЗМІСТ

Вступ	8
<b>1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ВЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЕЛЬ З СИСТЕМАМИ ОЗЕЛЕНЕННЯ</b>	<b>10</b>
1.1 Вітчизняний та зарубіжний досвід влаштування покрівель з системами озеленення.	10
1.2 Наукові дослідження та розробки в галузі удосконалення експлуатованих покрівель.	22
1.3 Висновки по розділу 1	28
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЕЛЬ З СИСТЕМАМИ ОЗЕЛЕНЕННЯ</b>	<b>29</b>
2.1 Визначення складу та послідовності технологічних процесів.	29
2.2 Визначення критеріїв порівняння обраних рішень.	32
2.3 Порівняльний аналіз варіативних, конструктивних рішень експлуатованих покрівель.	38
2.4 Висновки до розділу 2	50
<b>3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ</b>	<b>51</b>
3.1 Оцінка технологічності влаштування експлуатованих покрівель з системами озеленення.	51
3.2 Оптимізація параметрів технологічного процесу з метою підвищення його технологічності.	57
3.3 Висновки до розділу 3	63
<b>4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>65</b>
4.1 Архітектурно-будівельні рішення.	65
4.2. Технологічні рішення.	74
4.3 Висновки до розділу 4	82
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>83</b>
5.1 Технічні рішення з безпечної організації будівельно-монтажних робіт	84
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	84
5.1.2 Електробезпека	85
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	86
5.2.1 Мікроклімат	86
5.2.2 Склад повітря робочої зони	87
5.2.3 Виробниче освітлення	88



	7
5.2.4 Виробничий шум	89
5.2.5 Виробничі вібрації	90
5.2.6 Психофізіологічні фактори	92
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	92
5.4 Висновки до розділу 5	96
<b>6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	97
6.1 Висновки до розділу 6	108
<b>ВИСНОВКИ</b>	109
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	112
<b>ДОДАТКИ</b>	116
ДОДАТОК А- Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	117
ДОДАТОК Б – Відомість графічної частини	118

## ВСТУП

### **Актуальність теми**

Проблема озеленення міст є актуальною для України. Через щільність забудови місця для влаштування парків, скверів, бульварів та інших зелених зон майже не залишилося. В такому випадку компенсувати втрачені території можна за рахунок озеленення покрівель міської забудови.

Цей вид озеленення має багато переваг та потенціал для розвитку і також позитивний екологічний вплив. В міру урбанізації сучасних українських міст, збільшенні негативного антропогенного впливу, сучасне містобудування потребує введення таких «зелених оазисів». Що надасть можливості для створити більш рівномірного та стабільного екологічного середовища. В Україні, поки що, менш поширені такі проекти, в той час, як закордоном їх вже активно використовують, для задоволення потреб міста, підвищення комфортності людей, естетичної привабливості нерухомості.

Війна пов'язана з постійним стресом через загрози життю та здоров'ю. Тому однією з умов відбудови зруйнованого житла є створення психологічного комфорту для людей. Це слід досягати максимальним наближенням штучного середовища до природних умов.

Сучасний ринок будівельних матеріалів представлений великим вибором систем матеріалів для озеленення, що характеризуються чудовою якістю, універсальністю застосування та простотою монтажу. Для вибору найбільш якісного і ефективного варіанту, проводиться аналіз, представлених на ринку варіантів озеленення дахів враховуючи їх якісні і кількісні критерії. Критеріями вибору конструктивних рішень озеленення дахів служать показники, які найбільш повно і об'єктивно оцінюють його основні характеристики, мають багаторівневий підхід, який передбачає вирішення численних завдань: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

**Мета дослідження-** оптимізація технологічних параметрів зведення експлуатованих покриттів з метою підвищення їх технологічності.

**Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі дослідження:**

1 Проаналізувати сучасний стан теорії та практики влаштування покрівель з системами озеленення.

2. Визначити склад та послідовність технологічних процесів влаштування «зелених покрівель».
3. Визначити критерії порівняння обраних рішень.
4. Виконати порівняння технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення за допомогою багатокритеріального аналізу.
5. Виконати оптимізацію параметрів технологічного процесу.

**Об’єкт дослідження** – технологічний процес влаштування покрівель з системами озеленення.

**Предмет досліджень** – параметри технологічного процесу влаштування «зелених покрівель».

**Наукова новизна** – дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування раціональних параметрів технологічного процесу при влаштуванні експлуатованих покрівель «зелених дахів», що забезпечує підвищенню технологічності процесу.

**Практичне значення** – реалізація обґрунтованих рішень у практиці дозволить підвищити якість міського середовища та комфортних умов проживання міського населення.

**Апробація результатів досліджень.** За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тезу конференції. Виступ на ЛІІ (52-ій) науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (травень 2023 року).

**Публікації:** Шпак Л.В. Порівняльний аналіз варіантів покрівель з системами озеленення. [Електронний ресурс] / Л.В. Шпак, Л. В. Кучеренко // Матеріали ЛІІ Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (травень 2023 року). – Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – Режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/schedConf/presentations>

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ВЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЕЛЬ З СИСТЕМАМИ ОЗЕЛЕНЕННЯ

## 1.1 Вітчизняний та зарубіжний досвід влаштування покрівель з системами озеленення

Зелені дахи - це тип конструкції даху, що в найпростішому вигляді існує тисячі років в багатьох різних регіонах світу. В період, коли природні матеріали були єдиним доступним видом будівельної тканини, роль зелених покрівель була вагомою перевагою в покращенні умов внутрішнього комфорту. В холодних кліматичних зонах вони сприяли теплоізоляції даху, а в теплому кліматі - захищали покрівлю від перегріву в період збільшення сонячного впливу влітку. Незважаючи на те, що залежність від клімату, залишається однією з причин влаштування зелених дахів, включаються й інші важливі характеристики, що в свою чергу дає можливість розширити їх роль як міських екосистем. І у багатьох випадках вони здаються більш цінними, ніж покращення теплового комфорту, наприклад, їх екологічні переваги. Донедавна численні переваги зелених дахів мали якісний, а не кількісний характер, оскільки наукові дослідження в цій галузі були досить обмеженими. В більшості випадків існування рослин на вершині будівлі розглядалося як екологічно безпечне будівництво із загалом позитивним внеском у енергоефективність будівлі.

Такий спосіб озеленення має низку переваг, і має потенціал в розвитку, оскільки несе ще й низку позитивних екологічних впливів. Сучасне містобудування в Україні потребує введення таких «зелених оазисів» в міру урбанізації середовищ і збільшення негативного антропогенного впливу. За рахунок використання таких технологій можна створити більш рівномірне та стабільне екологічне середовище. В Україні такий метод озеленення лише набирає обертів і в перспективі існує чимало споруд, які могли б були використані для цієї технології.

Площі дахів промислових, житлових і громадських будівель це - незамінний резерв міських територій. Враховуючи дорогу вартість земельних ділянок в міських зонах, площу покрівель можна і варто використовувати, як додаткові майданчики для експлуатації, місця для відпочинку, басейни, корти, сади, зону для прогулянок, паркову зону, вертолітний майданчик, паркінг, оранжереї, тощо.

Зелені покрівлі та фасади знижують викиди CO<sub>2</sub> у повітря, зменшують теплові викиди в атмосферу, дозволяють економити на кондиціонуванні та опаленні за рахунок «охолоджувального ефекту». Відповідно до досліджень, проведеними

німецькими вченими М. Майстерхаузом та Р. Шубертом, 150 кв. м зеленої покрівлі забезпечують річну потребу в кисні для 100 осіб. Якщо ж на покрівлі будуть рости кущі і дерева, то 1 кв. м такої покрівлі, здатний забезпечити киснем одну людину в рік.

Також, виникає можливість зробити меншими навантаження на зливову каналізацію, що для великого міста є досить актуальною темою. Озеленення будівель є одним з важливих методів в вирішенні проблем екології міста.

Основними перевагами озелененої покрівлі є:

- Економія площі- збільшує корисну площу будівель, що знаходяться в районах щільної забудови. Зелений дах – це ідеальний варіант влаштування і додаткової земельної ділянки. Якщо покрівля надійно укріплена, то по газону можна буде спокійно ходити, займатися йогою або відпочивати.

Крім газону на даху можна встановити сонячні батареї, які будуть забезпечувати будинок електроенергією, що призведе до значної економії ресурсів.

- Довговічність конструкції - при правильному догляді та експлуатації така покрівля слугуватиме тривалий час і забезпечуватиме затишок в оселі.
- Захист даху від впливу опадів - при вірному виборі рослин для озеленення даху існує можливість в кілька разів продовжити термін служби покрівлі, тому, що шар рослин, на конструкції даху, захищає її від впливу опадів та запобігає виникненню цвітіння та гниття.
- Відмінна шумо- та теплоізоляція - унікальний, екологічно чистий ізоляційний бар'єр, що підвищує показники теплоізоляції в будинку. Що в свою чергу дає змогу суттєво з економити на опаленні оселі в зимовий період. Так як сонячні промені будуть спочатку прогрівати газон, ґрунт, а вже потім покрівлю, то кімнати в будинку не будуть нагріватися, а в літню спеку буде створюватися комфортний мікроклімат. Завдяки озелененню всієї площі даху можна одразу ж відзначити зниження вуличних шумів.
- Екологічний варіант покрівлі - всі матеріали, які використовуються для зведення та монтажу покрівлі при нагріванні виділяють шкідливі речовини, але якщо її застелити зеленим килимом, то ця проблема буде анульована.

Слід відзначити естетичну привабливість зеленого даху, адже сад на даху висотного будинку надає будівлі привабливий зовнішній вигляд.

Для детального аналізу даної покрівлі необхідно відзначити і її недоліки:

- Висока вартість покрівлі - монтаж зеленого даху трудомісткий і фінансово затратний процес.

- Складна конструкція покрівлі - дах з рослин значно важчий ніж інші типи покрівель, тому фундаменту має бути посиленим.
- Необхідне залучення спеціалістів - для побудови зеленого даху потрібно наймати спеціалістів, які мають досвід монтажу таких покрівель, тому що неякісна установка зеленої покрівлі може призвести до протікання і інтенсивного руйнування будівлі . Зелений дах потребує постійного догляду.

Не зважаючи на те, що в період сьогодення є можливість відшукати цілі комерційні системи зелених дахів із специфічними властивостями конструкції та шарів ґрунту і рослинності, типова система зелених покрівель далеко не є стандартним будівельним елементом щодо матеріалів, які будуть використовуватися, характеристик шарів та вибору відповідної рослинності. Це дозволяє відносно розширити діапазон ефективності (з точки зору як енергетичних, так і екологічних показників) зелених дахів, про що повідомляється в літературі, оскільки у більшості випадків в кожній досліджуваній комп'ютерній моделі або експерименті, додаткові шари та рослинність, які покривають дах, мають дуже мало подібного.

Зазвичай зелений дах складається з дренажного шару та легкої суміші ґрунту. Тканинний фільтр слугує для утримання цих шарів розділеними, а спеціальний шар під дренажем захищає підстилаючу структуру від коренів рослинності (рис. 1.1). Для запобігання витоку води, необхідна якісна гідроізоляція. Висота шарів залежить від вимог обраної рослинності. Роль дренажного шару полягати у контролі вологості ґрунту та забезпеченні належного дренажу. В деяких типах зелених дахів дренажний шар слугує для утримання зрошувальної або дощової води, для підтримки ґрунтової суміш вологою, створюючи при цьому середовище, придатне для вимогливої до води рослинності.

Щодо будівельних властивостей, висоти шарів, вимог до утримання садів на даху, в основному покрівлі поділяються на дві основні категорії: екстенсивні та інтенсивні зелені дахи. Так як межі між цими категоріями не завжди чіткі, німецьке товариство досліджень ландшафтного розвитку (FLL) виділяє додаткову категорію, тобто напів-інтенсивні зелені дахи (Рис.1.1):

а) Екстенсивна «зелена» покрівля

Екстенсивний зелений дах більш доцільний для тимчасового використання і фактично не призначається для ходіння по ньому. Доступ людей на такий дах-газон, не передбачається. Ходити можна лише по спеціальних доріжках. Шар ґрунту товщиною - не більше 0,07 - 0,15 м, це дозволяє висаджувати тільки невеликі рослини. Зазвичай це газонні рослини і мохи в спеціальних посудинах або піддонах. Коренева система рослин повинна бути горизонтальною (мичкувата або цибулина).

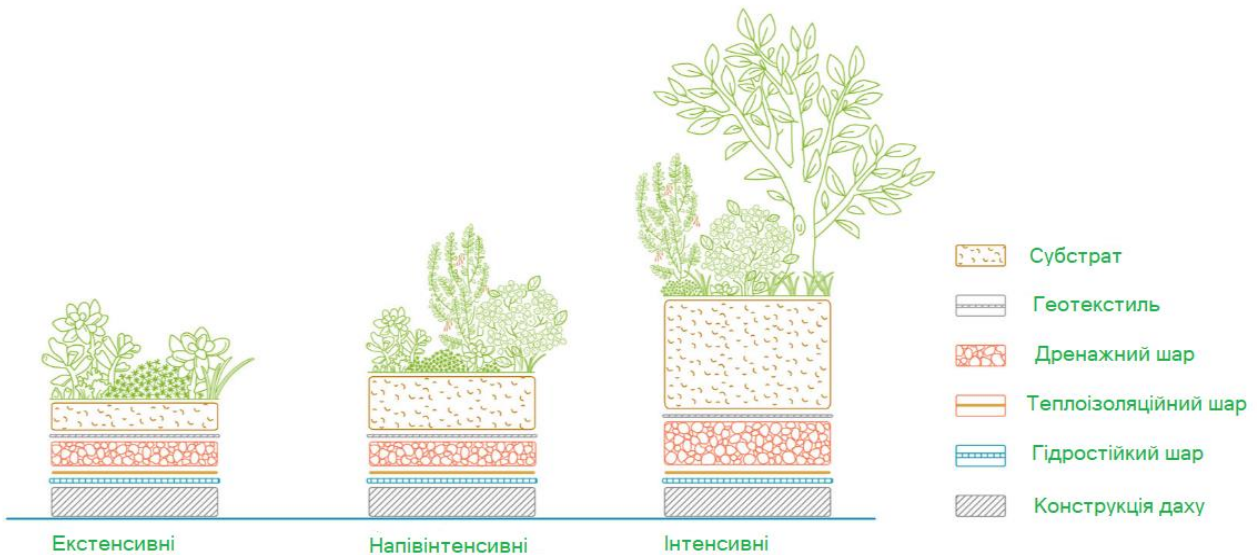


Рисунок 1.1 – Типи і шари конструкції «зеленої» покрівлі

Екстенсивний метод озеленення являється найпростішим. Його часто використовують на дахах промислових підприємств в розвинених європейських країнах. А за містом таким способом озеленюють дахи альтанок, гаражів, терас і різних господарських будівель. Поступово на даху утворюється своєрідний газон, з'являються інші рослини, навіть оселяються птаці. доступ людей на такий дах-газон, в принципі, не передбачається. Ходити можна тільки по спеціальних доріжках.

Переваги такої покрівлі:

- низька вартість,
- відносно невелика вага,
- простота висадки рослин.

Ґрунтова суміш складається з гравію, органічних речовин, керамзиту, торфу, піску і має товщину покрівлі від 5 до 15 см. Рослини застосовуються ґрунтопокривні, що є стійкими до посухи і коливання температур. Рослини інших видів висаджують в окремі посудини і розставляють в різноманітних місцях покрівлі, якщо є бажання і можливості даху витримати таке навантаження. Таке навантаження у водо насиченому стані становить 80 - 100 кг/м<sup>2</sup>. Особливого догляду таке озеленення не вимагає.

б) Інтенсивна «зелена» покрівля

Інтенсивна зелена покрівля (інверсійна) - конструкція такої покрівлі дозволяє облаштувати на даху цілий сад з деревами, кущами і навіть з басейном і фонтаном. Інтенсивна зелена покрівля повинна бути оснащена парапетом висотою не менше 1,2

м, а шар ґрунту - 0,2 - 0,6 м. Зазвичай така покрівля влаштовується на громадських будівлях, де розташовуються бізнес-центр, готелі, лікарні, ресторани, санаторії, і т.д. Товщина ґрунту і інших елементів інтенсивної зеленої покрівлі (басейни, фонтани, лавки, дерева і т.д.) суттєво збільшують навантаження на несучі елементи покриття будівлі. Тому, конструкцію даної покрівлі передбачають на стадії проектування. В іншому випадку слід прорахувати допустиме навантаження від інтенсивної покрівлі, яку зможе витримати несуча конструкція будівлі.

Інтенсивна зелена покрівля надає можливість створення унікального дизайну на даху, що є її суттєвою перевагою.

Під час влаштування такого виду покрівлі слід звернути увагу на два основні аспекти:

- можливість реалізації такого проекту закладається ще на етапі проектування будівництва з використанням професійних розрахунків;
- підтримання покрівлі у належному вигляді вимагає постійного обслуговування.

Сучасні матеріали надають можливість виконувати швидко та якісне озеленення дахів самостійно. В якості теплоізоляції можна використати піноскло, поліуретан, пінополістирол, що укладається на плиту перекриття з пароізоляцією. Для гідроізоляції застосовуються спеціальні мембрани з захистом від проникнення коренів. Дренаж у вигляді гравію дозволяє відвести надлишки вологи, у вигляді фільтра між ґрунтом і нижніми шарами застосовуються різні геотекстильні матеріали.

#### в) Напів-інтенсивні зелені покрівлі

Їх не відносять до окремої категорії зелених покрівель, але вони існують як окреме явище, оскільки потрапляють у проміжну категорію між інтенсивними та екстенсивними зеленими дахами. У випадку вибору даного покриття слід очікувати більших витрат на встановлення, збільшення витрат на обслуговування, та більшої ваги конструкції у порівнянні з екстенсивною поверхнею. Але, більш глибокий рівень основи субстрату дає набагато більше можливостей для дизайну; різні трави, трав'янисті багаторічні рослини, чагарники, такі як лаванда, можна висаджувати, а стосовно дерев – конструкцію потрібно прораховувати на початку проектування будівлі.

Порівняльна характеристика видів зелених покрівель наведена у табл.1.1.

В сучасних містах при щільній забудові зменшується кількість зелених зон, що відображається на екологічній ситуації. В спекотний період бетонно-асфальтоване місто перегрівається, стає мало комфортним. Дану проблему вже давно помітили й вивчили на Заході. Підвищена температура міського середовища негативно впливає



на якість життя та здоров'я населення. Варіантом вирішення даних проблем є влаштування зелених дахів.

Таблиця 1.1 – Порівняльні характеристики «зелених» поверхонь

Характеристики покрівлі	Екстенсивна	Напів-інтенсивна	Інтенсивна
Кількість рослин	Низька	Середня	Найбільша
Різновиди рослин	Трава, газон, мох, седум,	Трава, газон, мох, седум, чагарники, невеликі дерева	Трава, газон, мох, седум, чагарники, невеликі дерева, багаторічні рослини, дерева
Висота	150 мм і менше	Вище або нижче 150 мм	Вище 150 мм
Можливість пересування	Доступно не завжди	Доступно частково	Зазвичай доступна
Призначення зеленої покрівлі	Екологічний, захисний шар покрівлі	Спроектований зелений дах	Використовується як сад, ділянка для відпочинку
Питома вага після встановлення	Низька: 70-170 кг/м <sup>2</sup>	Середня: 170-290 кг/м <sup>2</sup>	Найвища: 290-940 кг/м <sup>2</sup>
Ціна монтажу	Низька	Середня	Найдорожча

Проблема озеленення міст є актуальною для України. Через щільність забудови місця для влаштування парків, скверів, бульварів та інших зелених зон майже не залишилося. В такому випадку компенсувати втрачені території можна за рахунок озеленення покрівель міської забудови [1].

Цей вид озеленення, як ми вже переглянули в попередньому розділі, має багато переваг та потенціал для розвитку, слід також відмітити і його позитивний екологічний вплив. В міру урбанізації сучасних українських міст, збільшенні негативного антропогенного впливу, сучасне містобудування потребує введення таких «зелених оазисів». Що надасть можливості для створити більш рівномірного та стабільного екологічного середовище. В Україні, поки що, менш поширені такі проекти, в той час, як закордоном їх вже активно використовують, для задоволення потреб міста, підвищення комфортності людей, естетичної привабливості нерухомості.

В зв'язку з тим, що в Україні зелені дахи досі не набули належної популярності серед приватних осіб і забудовників їх популяризація, як і зелених технологій в цілому, повинна здійснюватися за участю місцевих органів влади, а також громадських організацій. Регулювання даного питання доцільно розпочинати із закріплення відповідних завдань в Стратегії розвитку міст, деталізуватись в програмах соціально-економічного розвитку, або відповідних окремих програмних документах. До участі у фінансуванні озеленення будівель комунальної власності та об'єктів соціальної інфраструктури доцільно долучати благодійні фонди, великі промислові корпорації, що реалізують проекти соціального партнерства.

На загальнонаціональному рівні питання стимулювання впровадження озеленення дахів можна вирішити за допомогою встановлення податкових пільг, наприклад, для податку на майно тим власникам нерухомості, які використовують відповідну технологію покрівлі приватного будинку.

Зелені сади можуть бути як некомерційним, так і комерційним інфраструктурним об'єктом, територія якого може здаватись в оренду під кафе, ресторани тощо, що є додатковим стимулом власникам нерухомості реалізовувати такі проекти.

З метою популяризації озеленення дахів можна запропонувати на місцевому рівні:

- проведення круглих столів, конференцій з питань екології та енергозбереження із залученням вітчизняних і зарубіжних фахівців з питань озеленення покрівель;
- організацію конкурсу проектів серед молодих і майбутніх архітекторів;
- розповсюдження інформації в СМІ про технології озеленення;
- розробку і розповсюдження соціальної реклами з питань енергозбереження і покращення екологічної обстановки в містах. Проведення такої роботи має бути інтегрована в загальну пропаганду здорового способу життя, екологізації діяльності людини, використання альтернативних джерел енергії. Проведення заходів з популяризації озеленення дахів «не означає, що такі дахи необхідно зводити всюди», а також необхідно пам'ятати про доцільність їх спорудження з точки зору техніки безпеки, технічних характеристик існуючих будівель, а також конкретних кліматичних умов. [2]

Одним з прикладів некомерційного зеленого саду-городу є «Urban Green Garden» в Івано-Франківську

Переконання, що вирощувати їжу можна і треба не лише у сільській місцевості, а й у містах. Розуміння того що, міське городництво може стати корисною терапією чи медитацією, містком до порозуміння і гуртування з сусідами, особистим внеском у сталий розвиток міста і наближення нашої Перемоги.

Активісти ГО "Нуль відходів Івано-Франківськ" створили Міський зелений сад «Urban Green Garden» на даху Промприладу (інноваційного центру на базі старого заводу) в Івано-Франківську.

На даху вирощували огірки, помідори, квасолю, запашні трави, зелень та багаторічні декоративні рослини. (рис. 1.2 )

Сад функціонує як освітній простір для дітей та молоді, де проводять відкриті події різного спрямування – від збереження довкілля до мистецтва та музики.

Тут також вдалося створити закритий цикл – збирати органічні відходи із закладів у будівлі, переробляти їх у добрива на дружньому локальному переробному підприємстві, спільно висаджувати та доглядати за рослинами, смакувати свіжими овочами, вирощеними у міському саду.



Рисунок 1.2 - Сад на даху «Urban Green Garden» в Івано-Франківську

У концепції центру передбачено влаштування великого громадського саду площею 600 кв.м, де стануть у пригоді підходи і рішення, протестовані у пілотних садах, та уже сформована спільнота зацікавлених і обізнаних у міському городництві жителів Івано-Франківська. [3]

Щодо комерційного підходу, то це є пріоритетом в основному будівельних компаній, які використовують додаткову площу на покрівлі для облаштування просторої прибудинкової територію не переплачуючи за землю. Такий дах є

перевагою для забудовників та виділяє його серед інших. Поки що в нашій країні не так багато комплексів із парком даху.

В Україні донедавна експлуатована покрівля вважалася конкурентною перевагою багатоквартирних будівель. При вірному розрахунку навантаження на фундамент девелопери можуть просто створити для мешканців кафе з панорамним краєвидом, ігрову або спортивну зону, куточок для відпочинку, басейн, міні-парк, зелений куточок та ін. Одночасно з цим компанія не витрачає більше грошей на земельну ділянку та з легкістю будується у центрі міста чи у досить забудованому районі. Помітно спростила процес роботи забудовникам наявні сучасні технології будівництва. Компаніям забудовникам необхідно лише правильно реалізувати ідею і не заощаджувати на будматеріалах. В такому випадку каркас та фундамент витримують будь-яке навантаження, а власники нерухомості отримують у розпорядження затишний куточок на покрівлі. (рис. 1.3)



Рисунок 1.3 - Зона відпочинку на даху багатоповерхівки

Враховуючи реалії сьогодення, те, що війна росії руйнує українську інфраструктуру, економіку і довкілля, попереду нас чекає не лише важка боротьба за перемогу, а й тернистий шлях відбудови. Під час війни з російською федерацією відбувається неконтрольований викид найрізноманітніших забруднювачів як безпосередньо від вибуху боєприпасів, а так і при пожежах, що виникають внаслідок їхнього влучання. Особливо великий обсяг забруднень виникає при горінні складів

палива, зокрема нафтобаз. Як показали дослідження НАСА, рослини здатні поглинати забруднювачі як атмосферного повітря, так і внутрішнього повітря приміщень.

Війна пов'язана з постійним стресом від загрози життю та здоров'ю. Тому однією з умов відбудови зруйнованого житла є створення психологічного комфорту для людей. Це слід досягати максимальним наближенням штучного середовища до природних умов. Зовнішні та внутрішні зелені конструкції є найбільш доцільним засобом досягнення зазначеної мети. Військові дії призводять до продукування значних обсягів будівельного сміття, зокрема битої червоної цегли. Її можна використовувати як дренаж і один з компонентів субстрату для зелених покрівель та ландшафтного дизайну. [4]

У КМДА почали популяризувати – зелені фасади, зелені покрівлі, кишенькові парки, живоплоти, зелені сади та городи та ін. В Управлінні екології та природних ресурсів зазначили, що рослини на стінах та дахах сприятимуть поліпшенню якості повітря, створюватимуть охолоджувальний ефект і поглинатимуть дощову воду.

Частина територій нашої держави уже звільнена і починає відновлюватися, а Український уряд вже працює над стратегічними планами. У липні 2022 р в швейцарському місті Лугано відбулася презентація проекту Плану відновлення України. Який буде гнучким та динамічним, буде змінюватися відповідно до обставин і потреб. Це означає, що Україна може керуватися не лише принципом «відбудувати краще, ніж було», а й «відбудувати екологічніше». Відновлення України не стане поверненням до довоєнного стану. Це буде повноцінна розбудова на засадах сталого розвитку та з урахуванням європейського зеленого курсу. [5] Свою нішу в екологічній відбудові України має посісти будівництво будинків з зеленими дахами, влаштування таких дахів при реконструкції будівель.

Тому досить актуально буде розглянути дане питання на прикладі зарубіжних країн. У багатьох містах світу влаштування зелених дахів заохочується на рівні міської влади, яка виділяє спеціальне фінансування, для цих потреб, а деякі міста навіть почали вимагати влаштування зелених дахів для усіх об'єктів нового будівництва.

Монтаж таких дахів за сучасною технологією почали здійснювати в Німеччині в середині 1960-х років, пізніше по всьому світі. Згідно статистичних даних близько 10% всіх покрівель Німеччини були озеленені. В країні одна з обов'язкових умов при проектуванні нових будівель - озеленення покрівлі, також домовласники, які не використовують дахи під сади сплачують податки.

В Англії (Лондон) в 2007 р. мер столиці видав розпорядження застосовувати озеленення дахів у всіх великих проектах, завдяки чому загальна площа зелених покрівель зростає з кожним роком [6] .

У Данії (Копенгагені) з 2010 року кожен дах підлягає озелененню. Надаються податкові пільги при реалізації таких проектів [7] .

В Австрії роботи з озеленення дахів з 1983 року оплачує муніципалітет. У Швейцарії з 2002 року озелененню підлягає кожна плоска покрівля.

У країнах Європи, а саме в Італії, Нідерландах, Великій Британії, Греції та Норвегії. заснували асоціації, які активно популяризують та відстоюють ідею озеленення дахів.

Уряд Франції в 2015 році прийняв закон, відповідно якого дахи всіх новобудов, що зведені в промислових зонах, зобов'язані бути покриті зеленими насадженнями. На дахах новобудов, зведених в промислових зонах Франції, повинні бути частково висадженні рослини або встановлені сонячні панелі. Закон, про «екологічну відповідальність», французькі урядовці прийняли 19 березня 2015 року, зобов'язавши забудовників його виконувати. Закон ухвалений французами мав компромісний вибір, адже активісти прагнули, аби зеленню вкривали усі дахи нових будинків в країні. Та зупинились лише на будинках комерційного призначення та дали їхнім власникам вибір між зеленими насадженнями та сонячними панелями, що перетворюють світло на електроенергію.

Ці події передували проведенню у Франції Конференція ООН з питань клімату 2015 року 29 листопада — 12 грудня 2015 року. Мета конференції — підписання міжнародної угоди щодо підтримки збільшення середньої температури планети на рівні нижче 2 °С. Конференція уклала Паризьку кліматичну угоду 12 грудня 2015 року. Документ підписали представники 196 країн світу. Угода замінила Кіотський протокол, термін дії якого збігав 2020 року. Цей протокол зобов'язував скорочувати викиди парникових газів лише розвинені країни. Нові ж зобов'язання щодо захисту клімату брали на себе всі держави незалежно від рівня економічного розвитку. Метою Паризької кліматичної угоди 2015 року є обмеження негативних наслідків глобального потепління. Для цього країни-підписанти угоди мають скоротити обсяги викидів парникових газів. Таким чином уряд Франції показав приклад, екологічної відповідальності, який почали використовувати і інші країни. У Празі столиці Чеської Республіки міська рада затвердила поправки до будівельного регламенту, зобов'язавши девелоперів зводити будинки із зеленими дахами, якщо нахил даху менше 20 градусів - він має бути з рослинами.

Їх ввели в дію, незважаючи на протест Міністерства регіонального розвитку. Чиновники міністерства вимагали, щоб столиця розвивалася у рамках загальних правил, які діють у Чехії. Але праязкі урбаністи змогли переконати громадськість та місцевих політиків, що правила для невеликих сіл та столиці не можуть бути однаковими. Інші муніципалітети в Чеській Республіці ще не вказують обов'язковості зелених дахів у своїх просторових планах. Але є програми субсидій, які підтримують будівництво зелених дахів. У Брно вирішили підтримати зелені дахи. На 2021 рік тут діє програма субсидій «Зелені дахи». Яка призначається для всіх, хто хоче покращити термічну стабільність свого будинку та жити в екологічно безпечній оселі. Метою програми є перш за все, вирішення пасивних утримуючих заходів для існуючих і новозбудованих будівель, що спрямовані на усунення збитків, спричинених раптовими паводками, і зменшення кількості пилу. Розмір субсидії на проект коливається від 700 до 1400 крон на квадратний метр.

Крім того, з січня 2017 року можна подати заявку на отримання субвенції на впровадження зеленого даху з Нової програми зелених заощаджень, яку оголосило Мінприроди та адмініструє Державний фонд екології. Тому власник будинку може використовувати його в будь-якому місці на території Чехії. Програма спрямована на енергозбереження лише в сімейних та багатоквартирних будинках. Розмір субсидії тут наразі становить 800 чеських крон за квадратний метр зеленого даху. [8]

В польській столиці з серпня 2022 року почали встановлювати «зелені зупинки» з галявиною на даху, дружні до комах і птахів. На даху висаджують трав'янисті сукуленти, стійкі до посухи, тож особливого догляду зелений дах не потребує. Рослинам не потрібен штучний полив і добрива, їм цілком достатньо дощової води. Така зупинка доволі ефективно охолоджує повітря, що перевірили за допомогою телевізора. У літній сонячний день, коли конструкція може нагріватися до 45 градусів, озеленення на даху знижує температуру на 7-10 градусів. Зелена зупинка поглинає до 90% дощової води – як сама поверхня з рослинами, так і система водовідведення з даху та на тротуарі. Конструкція, зокрема, включає резервуар для дощової води. Рослини також поглинають вуглець і зменшують концентрацію пилу в повітрі.

Розглянувши зарубіжний досвід, можна зробити висновок, що в Україні необхідно створити програми на законодавчому рівні, які б зобов'язували власників новобудов озеленювати покрівлі, створюючи на дахах сади, або ж просто вмощуючи газонне покриття. Один із принципів плану відбудови України є – екологічність. А зробити міста більш екологічними можна за допомогою так званих природно орієнтованих рішень. Які передбачають відновлення природних екосистем або створення там, де їх не було.

## 1.2 Наукові дослідження та розробки в галузі удосконалення експлуатованих покрівель

Озеленення дахів це важлива складова в забезпеченні сталості цілісного розвитку в будівництві. Окрім економічної, вони відіграють важливу екологічну роль. Усі переваги озеленення дахів поділені на три основні категорії:

- контроль за дощовими водами,
- енергозбереження (зменшення витрат електроенергії, термоізоляція)
- забезпечення екологічних міських середовищ [9]

Контроль за дощовими водами: однією з найбільш вагомих переваг зелених дахів є збереження дощової води, завдяки розміщених на ньому ґрунту з рослинністю. Це є однією з найбільш досліджених потенційних переваг впровадження зелених дахів на сьогодні. Звичайний дах майже не зберігає дощову воду, зате на плоских покрівлях є можливість для збереження приблизно до 5 мм води. На звичайних дахах опади потрапляють в систему зливної каналізації і стік прямує до найближчого водоприймача. Такі швидко рухомі дощові стоки з дахів в міських районах суттєво збільшують шанси паводків під час інтенсивних дощів. В старих містах, де системи каналізації є об'єднані, це призводить до переповнення каналізаційних систем і потрапляння необроблених комунально-побутових стічних вод в навколишні водотоки. Враховуючи таку проблему, програми управління зливовими стоками вимагають скорочення їх обсягів та інтенсивності. [10]

Потенційним вирішенням цієї проблеми є зелені дахи. Німеччина, країна, яка ще з 1975 року розпочала проводити дослідження зелених дахів. Одним з лідерів у німецьких дослідженнях переваг зелених дахів є др Ханс-Йоахім Ліске (Dr. HansJoachim Liesecke). [11-13]. Дане дослідження повідомляє, що річна затримка води для зелених дахів з 2% ухилом і глибиною ґрунтового шару 20-40 мм становить 40-45%, при глибині ґрунтового шару 60-80 мм - 50 -55%, а з глибиною ґрунту 100-120 мм складає 55 - 60%. [13]

Також було наведено результати, що показують здатність зелених дахів зменшувати піковий зливовий стік з дахів. В наступному дослідженні, проведеному в Німеччині, було порівняно стік з даху покритого гравієм із стоком з екстенсивного зеленого даху при товщині ґрунту 40 мм. Через 15 хвилин стік зі звичайною даху склав 20 мм з 27 мм загальної кількості опадів і тільки 0,043 мм з зеленого даху. [13] За один і той же час, зі звичайних дахів стікає 74% від загальної кількості опадів, з зелених дахів тільки 16%. Всі опади, які залишилися на зеленому даху будуть або збережені для використання рослинністю або повільно випаровуватимуться. Що



доволі переконливо показує можливість зниження пікових стоків за допомогою зелених дахів.

Енергозбереження (термоізоляція, зменшення витрат електроенергії)

Якщо по максимуму використати ефективність зелених дахів можна досягти енергетичної ефективності будівлі.

Зелений дах має два або три додаткові шари порівняно зі звичайним дахом і утворює типову конструкцію, що складається з:

- конструкційного шару (бетонна плита, шар утеплювача, гідроізоляційна мембрана);
- дренажного шару, який забезпечує належне видалення надлишкової води або служить, як резервуар води в теплий період;
- шару ґрунтової суміші, де розвивається коренева система зелених насаджень;
- шару рослинності - весь об'єм, вкритий рослинами.

Кожен з компонентів зеленої покрівлі відіграє важливу роль у її тепловій поведінці.

Під час сонячної пори року, покрівля сильно нагрівається, тепло передається будівлі при наявності зелені, більша частина вхідного сонячного випромінювання поглинається нею, і використовує біологічні функції, такі як випаровування, фотосинтез тощо. Перша функція це захист даху від перегріву, що забезпечує рослинність на ньому.

Враховуючи високу теплоємність ґрунтового шару, особливо в разі високого вмісту вологи, зелені дахи на практиці є холодним «тепловідводом» в порівнянні зі звичайним дахом, який влітку сильно піддається сонячному нагріванню.

Механізм охолодження діє в теплу пору року, під час холодів, сезонне випаровування обмежене. Інша біологічна функція – кореневе дихання - запобігає промерзанню коренів, температура ґрунту вища за атмосферну, навіть під час дуже низьких температур навколишнього середовища.

Один із перших підходів до теплової поведінки зелених дахів передбачає постійні теплові властивості шарів ґрунту та розраховує коефіцієнти теплопередачі потоків зимового тепла через різні типи зелених дахів у порівнянні зі звичайними плоскими дахами. Такі дослідження провели грецькі дослідники з будівельного факультету Університет Арістотеля в Салоніках, К Еуморфопулу та Д. Аравантінос [14].

У цьому дослідженні спрощений стаціонарний розрахунок, дозволяє зробити висновок, що зелені дахи можуть забезпечити обмежене покращення теплопередачі даху, порівняно зі звичайним утепленим дахом. Незважаючи на те що покращення теплопередачі - обмежене, перепади температури стають не екстремальними.

Наявність шару ґрунту призводить до зменшення теплових втрат, які коливаються в залежності від типу встановленої зеленої покрівлі.

У випадку екстенсивного зеленого типу даху, зменшення невелике, тоді як у випадку важкої інтенсивної зеленої покрівлі, конструкції з товщиною шару ґрунту 0,5–0,9 м, теплові втрати стають майже вдвічі менші в порівнянні зі звичайним дахом. Дослідження робить висновок, що зелені дахи можуть знизити втрати тепла взимку, але подібного теплозахисту також можна досягти шляхом збільшення товщина теплоізоляційного шару, при значно нижчих витратах.

Ці дослідження в цілому підтверджують такі висновки, але не завжди погоджуються з енергоефективністю зелених дахів. Це пояснюється тим, що припущення зроблені в цих дослідженнях, вивчені кліматичні умови та параметри зеленого даху в кожному випадку характеризуються істотними відмінностями.

Висновки щодо енергозбереження під час опалення та охолодження в різних дослідженнях є часто суперечливі у випадку імітаційних підходів до продуктивності ґрунту на даху. Однією з причин цього є велика кількість параметрів, які використовуються для точного опису усіх фізичних явищ, що відбуваються всередині та під рослинним шаром. Для спрощення моделі, через похибку, яка використовується в багатьох випадках, значно змінюється результат. Наприклад, деякі дослідження розглядають теплопровідність і теплову інерцію ґрунтового шару як постійне значення, не пов'язане з вмістом вологи в ґрунті (який змінюється в відповідно до атмосферних та іригаційних умов) [15].

Інші дослідження припускають, що щільність і характеристики листя залишаються незмінними протягом року. В одних випадках дренажний шар заливають водою, а в інших цього шару навіть немає. Нарешті, кліматичні умови, в яких досліджується озеленена покрівля, дуже різні і мають значний вплив на теплові властивості зеленого даху. Більшість експериментальних досліджень, що стосуються енергетичної поведінки зелених дахів, мають порівняльний характер, зосереджуючись на поверхневих температурах і тепловому потоці через зелений і звичайна дах.

Сінгапурські дослідники із школи дизайну та навколишнього середовища, Національного університету Сінгапуру, Вонг Нюк Хієн, Тан Пуай Йок та ін.[16] проводили вимірювання температури на чотирьох великих дахах багатоповерхової автостоянки в тропічному регіоні до і після будівництва зеленої покрівлі. Обстежені зелені дахи не мали дренажного шару для контролю вологи не було встановлено систему поливу. Знято заміри звичайного даху на протязі 22-х днів у травні та червні, такі ж вимірювання на зеленому даху було проведено протягом 18 днів у лютому та

березні. Вони виявили, що між звичайною та зеленою покрівлею, максимальна різниця температур  $18^{\circ}\text{C}$  в подібних кліматичних умовах. Загальне зниження надходження тепла на 60 відсотків на зелених дахах, що призводить до висновку, що зелені дахи є додатковою теплоізоляцією, що мінімізує внутрішній потік тепла в теплі періоди, щільніше рослинність може сприяти кращому охолодженню.

Відповідно, знижується температура і в приміщеннях, розміщених під дахом. Перебування у яких стає більш комфортним та забезпечується економія електроенергії за рахунок зниження потреби в кондиціонуванні повітря. Знижуючи влітку спеку в приміщеннях верхніх поверхів, зелений дах володіє також теплоізоляційними властивостями, що не дасть стелі промерзнути взимку, при низьких температурах. При цьому, озеленена стеля має ще й гарну звукоізоляцію, знижуючи рівень шуму в приміщеннях, приблизно, до 40 децибел.

Подібно до сінгапурських досліджень національна дослідницька рада Канади трішки раніше в 2019 році провела дослідження порівнявши температуру на звичайному і зеленому дахах. Навесні та влітку температура на звичайному даху становила близько  $45^{\circ}\text{C}$ . Однак під зеленим дахом коливання становили близько  $6^{\circ}\text{C}$ . [17].

Дослідження житлових будівель у Північно-Східній Німеччині з плоскими дахами показує, що взимку можна заощадити 3-10% на рахунках за опалення. Результати дослідження, проведеного протягом п'яти років, свідчать про те, що взимку максимальна економія становить  $6,8 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ , і мінімальна економія  $2,0 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ . Це співвідноситься з згаданим вище дослідженням Оттави та Сінгапуру, які порівнювали звичайну систему даху з системою зеленого даху

Середня добова потреба в енергії для кондиціонування простору, викликана еталонною системою даху, ( $6 \text{ кВт}\cdot\text{год} - 8 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ ). Однак середовище для вирощування зеленого даху та рослини змінили тепловий потік і знизили середню добову потребу в енергії до менше ніж ( $2 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ ) – скорочення більш ніж на 75 відсотків.

Місто Торонто підрахувало пряму економію енергії в усьому місті. Зменшена енергія для охолодження через масштабне озеленення міста становитиме близько 22 мільйонів доларів. Це еквівалентно  $4,15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$  на рік (зменшення викидів  $\text{CO}_2$  становить  $1,7 \text{ кг}/\text{м}^2$ ). Пікове споживання енергії також знизиться приблизно на  $114,6 \text{ МВт}$ . Це призведе до скорочення викопного палива приблизно на 56 300 метричних тонн на рік. Дослідження, проведені Environment Canada, показали, що верхні поверхи будівлі з зеленим дахом, ймовірно, заощадять 20% потреби в енергії за рахунок зменшення потреби в охолодженні. Це дослідження також розрахувало зменшення на

поверхах під покрівлю. Літня економія на верхньому поверсі будівлі становитиме близько 20%. Якщо будівля має п'ять або більше поверхів, загальна літня економія становитиме близько 6%, а для двоповерхової будівлі загальна літня економія становитиме 10–12%.

Енергетичне дослідження, проведене мерією Чикаго, показало, що за рахунок повномасштабного озеленення дахів міста можна було б заощаджувати електроенергію на суму 100 мільйонів доларів щороку через зниження попиту на кондиціонери. Це призведе до зниження пікового попиту приблизно на 720 МВт. Дослідження показують, що енергоефективність є ключовою перевагою зелених дахів. У той час як зелені дахи важливі для охолодження міст загалом, зелений дах може також мати позитивний вплив на енергетичний баланс у будь-якій будівлі.

#### Забезпечення екологічних міських середовищ

Погіршення екологічної ситуації, дефіцит вільних територій у містах змушують по-новому поглянути на проблему озеленення будівель. Влаштування зелених покрівель крім додаткового простору та естетичного вигляду будівель дають цілий ряд екологічних переваг. В першу чергу, озеленення дахів покращує якість атмосферного повітря, значно знижуючи рівень загазованості, оскільки зелені рослини виділяють кисень і поглинають вуглекислий газ, також адсорбують забруднюючі повітря речовини і пил. Дахи будівель, покриті бітумними матеріалами впливають на атмосферу міста так як і автомобілі, що викидають в повітря продукти згорання палива, які містять велику кількість токсичних речовин. Влітку цей покрівельний матеріал крім тепла виділяє досить багато випарів, які є токсичними. Озеленення допомагає знижувати ці негативні ефекти, в результаті чого не тільки повітря стає чистішим, а й знижується температура в місті. На звичайних дахах влітку температура може піднятися вище 50 °С, а наявність рослин, дозволяє знизити температуру повітря, приблизно до 35 °С, за рахунок забезпечення утримання рівня вологи. що підтверджує дослідження проведене в Оттаві, Канада. За результатами якого було продемонстровано що коли температура навколишнього середовища досягла 35 °С, температура на звичайному даху досягла 50 °С, а на зеленому даху температура становить 35 °С. [18]

Борючись із ефектом міського теплового острова (МТО) при влаштуванні концентрації зелених дахів у міській місцевості можна знизити середню температуру міста влітку. Традиційні будівельні матеріали поглинають сонячне випромінювання та повторно випромінюють його у вигляді тепла, що робить міста принаймні на 4 °С спекотнішим, ніж навколишні території.

У мерії міста Чикаго, яка має зелений дах, температура даху в спекотний день зазвичай на 1,4–4,4 °С нижча, ніж у традиційних будівлях поблизу. Зелений дах мерії Чикаго є одним із найперших і найвідоміших прикладів зелених дахів у Сполучених Штатах. Його обрали як експеримент для визначення впливу зеленого даху на мікроклімат. Після цього враховуючи й інших дослідження було підраховано, що якби всі дахи у великому місті були озеленені, міська температура могла б знизитися на цілих 7°С. Зелені дахи стають поширеними в Чикаго, а також в Атланті, Портленді та інших містах Сполучених Штатів, де їх використання заохочується правилами боротьби з ефектом МТО. У наукових дослідженнях, проведених М. Сантамурісом, [19] також вивчають ефект МТО. Дахи з рослинністю розглядаються як найефективніші заходи, які могли б оновити міський клімат, якщо їх застосувати до великої частини міських покрівель.

В усіх цих дослідженнях використовується рослинність яка має низьку висоту та мінімальну потребу у воді. В інтенсивних зелених дахів існує менше обмежень щодо вибору рослин. Не зважаючи на це, згадані раніше дослідження показують, що усі типи зелених дахів у тій чи іншій мірі, можуть збалансувати основний фактор, який викликає ефект МТО - перегріті міські поверхні.

З викладеного матеріалу можна легко зробити висновок, що теплова поведінка зеленого даху є змінна та залежна від відносно великої кількості факторів, які не завжди можна контролювати, наприклад щільність та інші характеристики рослинності. Складові які будуть використовуватися, можуть бути розроблені під час процесу проектування, такі як характеристики ґрунту, види рослинності, програму зрошення та структуру будівництва.

При виборі зеленої покрівлі, для забезпечення енергозбереження, необхідно враховувати кліматичні умови, особливо відносну вологість. Оскільки додаткові теплові потоки, які можна знайти на зеленому даху порівняно зі звичайним дахом, сильно залежать від вологості навколишнього повітря, як і всі інші пасивні методи охолодження, які базуються на випаровуванні води.

З іншого боку, незважаючи на те, що зелені дахи позитивно впливають на обмеження теплових втрат взимку, вони не можуть замінити звичайну теплоізоляцію. Збільшення товщини шару ізоляції може мати той самий ефект при значно меншій вартості, проте зелені дахи розглядаються як екологічна технологія.

В кліматичних умовах України зелена покрівля абсолютно реальне творіння. Людям, які вирішили обрати такий тип даху для своєї оселі, слід бути готовим до витрат на пошук фахівців, які виконають його влаштування. Але вигляд галявини на даху компенсує усі проблеми пов'язані з її облаштуванням.

### 1.3 Висновки за розділом 1

1. Проблема озеленення міст є актуальною і для нашої країни. В зв'язку зі щільністю забудови місця для влаштування зелених зон, парків, скверів, бульварів майже не залишилося. В такому випадку компенсувати втрачені території можна за рахунок озеленення покрівель міської забудови. Дахи будівель можуть стати новим безпечним простором для занять спортом, прогулянок на свіжому повітрі відпочинку, не далеко від дому.

2. Озеленення дахів допомагає у вирішенні екологічних та інфраструктурних проблем міста. В комплексі з іншими заходами, допомагає поліпшити якість повітря і води, забезпечити захист від підтоплень та мінімізувати негативні наслідки ефекту «теплового острова». Цей проект доволі актуальний для сучасних міст в майбутньому. При дотриманні правил регулярного догляду та облаштування зелена покрівля буде вірно функціонувати і витримає будь-які кліматичні умови.

3. Зелені дахи можуть зробити місто самодостатнім і більш стійким до криз. При впровадженні такого проекту з'явиться можливість використовувати дахи для вирощування овочів, фруктів і трав в межах міста, що скорочує логістичні ланцюжки поставок продуктів.

4. Зелені покрівлі відповідають сучасним трендам і пріоритетам розвитку суспільства і міст. В тому числі вони сприяють поліпшенню як фізичного, так і ментального здоров'я мешканців. Однією з важливих умов відбудови зруйнованого житла є створення психологічного комфорту для людей. Цього можна досягати максимальним наближенням штучного середовища до природних умов. Зелені дахи – чудова можливість для реалізації даної мети.

5. Зелені дахи – це економія як міських коштів, так і коштів власників житла, а також сприяння розвитку міської економіки.

6. Провівши аналіз зарубіжного досвіду, стає зрозумілим, що в Україні необхідно створити програми на законодавчому рівні, які б зобов'язували власників новобудов озеленювати покрівлі, створюючи на дахах сади, або ж просто вмощуючи газонне покриття. Один із принципів плану відбудови України є – екологічність. Зробити міста більш екологічними можна з допомогою так званих природно орієнтованих рішень. Що передбачають відновлення природних екосистем або створення там, де їх не було.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЕЛЬ З СИСТЕМАМИ ОЗЕЛЕНЕННЯ

### 2.1 Визначення складу та послідовності технологічних процесів

«Зелена покрівля»- покриття даху живими рослинами. Це можуть бути рослини в контейнерах або висадження одразу в ґрунт. Будь яка «зелена покрівля» складається одразу з декількох шарів (рис.2.1)

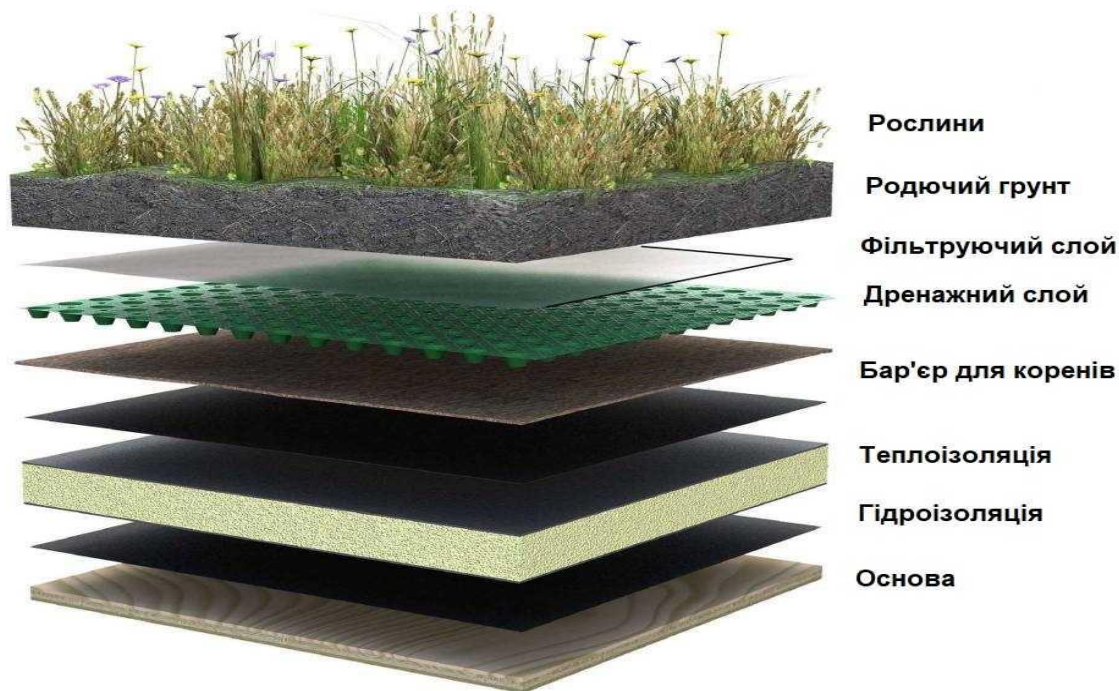


Рисунок 2.1 - Склад «зеленої покрівлі»

1. Основа - несуча конструкція даху. Рекомендовано створення невеликого ухилу до водозбірної системи. Матеріал в даному випадку не має значення.
2. Гідроізоляційний шар – застосовується для захисту несучої конструкції даху. виконує захисну функцію - запобігання потрапляння води і вологи крізь конструкцію всередину будівлі або на зовнішні стіни. Гідроізоляція зеленої покрівлі може виконуватися в різних варіантах, наприклад:
  - полімерні гідроізоляційні мембрани на бітумної (системні рішення) основі з протикорневим захистом (екологічний матеріал);
  - додатковий мідний або алюмінієвий шар фольги до вище наведеними мембран;
  - рідка гума;
  - поліетиленова плівка (має низьку ефективність).

3. Теплоізоляція – теплоізоляцію можна виконувати з пробкових плит, екстрагованого пінополістиролу або пінополіуретану.
4. Бар'єр для коренів (коренезахисний шар) – захищає покрівлю від пошкоджень, що можуть завдати коріння рослин.
5. Дренажний шар – затримує кількість рідини, необхідної для життя рослин.

*Дренажна система виконується в декількох варіантах:*

- Перфорований дренажний шар з водовідвідними трубами.
- Перфоровані полістирольні плити.
- Гравій або керамзит.
- Геомати - прямокутні решітки, (рис 2.2) .

Дренажні труби слід використовувати з високоміцного перфорованого полістиролу або поліетилену виготовленого при високому тиску. Дані труби мають шиповидні опуклості. Також можна застосовувати і азбестові труби, але перед установкою необхідно в ній зробити отвори (перфорацію). Також можна влаштувати дренаж з керамзиту (дешевий варіант)

6. Фільтраційний шар – затримує надлишкову кількість опадів. *Фільтруючий шар* (зазвичай складається з геотекстилю та коренезахисної плівки). Геотекстиль застосовують в якості фільтруючого шару для запобігання засмічення дренажу частками ґрунту.

Геотекстиль виробляється в трьох видах:

- голкопробивний;
- термоскріпленний;
- комбінований (голкопробивний + термоскріпленний).

7. Родючий ґрунт – ґрунти, які використовують на покрівлі, повинні бути легкими, пористими, вологоємкими.



Рисунок 2.2 - Геомати (дренажний шар)



В якості ґрунту використовується субстрат, що набагато легший звичайної землі, це дозволяє значно знизити навантаження на основу покрівлі. Полегшення конструкції зеленої покрівлі є досить актуальним для покрівель інтенсивного виду. Субстрат купується в спеціалізованих магазинах або готується самостійно.

*Оптимальним складом субстрату, є така суміш:*

- перліт (великого розміру часток);
- керамзит або вермикуліт;
- крихта цегли (60 ... 70%, частки середнього розміру);
- компост (високої якості).

*Другим варіантом оптимального складу субстрату - суміш (по масі) є:*

- керамзит (10%);
- деревна кора великого розміру впереміш з листям (15%);
- перліт з великим розміром частинок (15%);
- дрібна деревна кора (30%);
- компост (10%);
- кокосове волокно (20%).

*Третім спрощеним варіантом субстрату - суміш (по масі) є:*

- компост (33%);
- перліт (34%);
- керамзит (33%).

## 8. Рослини – завершальний шар, що надає покрівлі фінальний вигляд.

*Рослинний шар* підбирається індивідуально в залежності від клімату, місця розташування покрівлі, товщини шару ґрунту і від побажання власника. Часто для рослинності зеленої покрівлі вибирають газонну траву, мохи, польові квіти і гірську рослинність, так як така рослинність не є вибагливою до конкретних кліматичних умов. В регіонах з суворими і холодними зимами варто вибирати морозостійкі рослини.

Зі збільшенням розуміння екологічних проблем у нашому суспільстві поступово збільшується частка зелених дахів як під час нового будівництва, так і при реконструкції. Такі дахи надають не тільки візуальні переваги, вони також мають низку основних конструктивних плюсів: озеленення захищає саму будівлю та гідроізоляційний матеріал від екстремального перепаду температур, вітрових навантажень та сонячної радіації, також збільшує звуко та теплоізоляцію. Рослинний шар сприяє поглинанню шкідливих речовин та пилу, що містяться в повітрі. Не дивно,

що зелені насадження на даху стають все більше популярними для інвесторів, архітекторів і будівельників, даній тенденції необхідна державна підтримка.

Зелений дах покращує якість життя власників будівель візуально та кліматично, та підвищує його вартість під час продажу в майбутньому. Крім того, зелені плоскі дахи стають середовищем для проживання багатьох представників флори та фауни, а також слугують розвантаженням системи зливової каналізації при затяжних паводках.

Зелені насадження затримують пил та забруднюючі речовини з повітря та виділяють кисень, що є реальним внеском для збереження нашого довкілля, особливо у міських умовах.

## 2.2 Визначення критеріїв порівняння обраних рішень

Відповідно до типу висаджування рослин розрізняють два варіанти озеленення дахів. Це дахи з інтенсивним та екстенсивним озелененням, що вимагають значно менших витрат при експлуатації. Часто використовується також комбінація двох типів озеленення.

Як ми уже розглядали раніше, для озеленення на пласкій покрівлі необхідна наявність кількох шарів, які забезпечують постійне функціонування всього зеленого даху. Якщо кожен з цих функціональних шарів ідеально відповідає один одному, то постійно підтримується стійке зростання рослин. Кожен шар даху виконує певні функції:

- Гідроізоляція, стійка до продавлювання та до проростання коріння
- Додатковий захист із геотекстилю
- Дренажний шар
- Фільтруючий шар
- Шар субстрату
- Рослинний шар.

Багато гідроізоляційних матеріалів доволі добре зарекомендували себе у системах з озеленими ділянками дахів: ПВХ-мембрани, ТПО-мембрани, ЕПДМ-мембрани, полімернобітумна рулонна гідроізоляція.

До гідроізоляції пред'являються підвищені вимоги, оскільки матеріал повинен десятиліттями протистояти проростанню коріння рослин, інакше її ушкодження призведе до дорогого ремонту. Слід використовувати гідроізоляцію, стійку до стискаючих навантажень.

Для захисту від механічних ушкоджень під час покрівельних робіт та для забезпечення функції фільтрації дренажу, як правило, застосовується нетканий геотекстиль щільністю не менше 300 г/м<sup>2</sup> відповідно до екологічної політики FLL для зелених дахів.

Правильно виконаний дренаж підтримує умови зростання рослин і швидко відводить надмірну вологу під час сильних злив або танення снігу, не викликаючи ерозії ґрунту або застою води. Навіть при екстремальній кількості опадів, що випали дренажні мембрани, розташовані на гідроізоляції, успішно забезпечують безперешкодне відведення води з горизонтальної площині. На відміну від щебню, мембрани є дренажним шаром із вільним стоком води. Крім того вона здатна накопичувати воду, яка може бути використана для підживлення рослин під час посушливих періодів.

Сучасний ринок будівельних матеріалів представлений великим вибором систем матеріалів для озеленення, що характеризуються чудовою якістю, універсальністю застосування та простотою монтажу. Для вибору найбільш якісного і ефективного варіанту, проведемо аналіз, представлених на ринку варіантів озеленення дахів враховуючи наступні критерії:

- Вартість матеріалів за грн/ м<sup>2</sup>,
- Шумоізоляція, дБл
- Довговічність (років)
- Вага, кг/м<sup>2</sup>
- Трудомісткість люд. год.
- Кількість технологічних операцій, од.

Вартість матеріалів

Універсальні принципи формування вартості взаємозалежність, взаємодоповнюваність і застосовні до всіх видів товарів, у тому числі до такого специфічного товару, як будівельна продукція [20]. Їх практична спрямованість може змінюватися залежно від характеристик об'єкта будівництва. У цьому випадку проявляється дія закону граничної продуктивності, згідно з яким внесок елементів будівельного об'єкта ефективний доти, доки збільшення вартості об'єкта перевищує вартість граничних витрат. Основною проблемою, щодо оцінки величини внеску, є те, що на практиці багато елементів, що впливають на вартість, у край рідко можуть бути виділені в чистому вигляді зі складу об'єкта або додані до неї. Тому необхідно ретельно обирати товар враховуючи його вартість, так як вартість конкретно обраного товару впливає на результат всього будівництва, тим більше, що обирати є з чого. За результатами порівняння матеріалів відповідно до поданого критерію можна

побачити наскільки відрізняються матеріали за вартістю, але необхідно пам'ятати, що кінцевий результат має бути не лише дешевим, а й якісним, тому порівнюємо її інші критерії.

#### Шумоізоляція

При влаштуванні покрівлі на даху, необхідно зважати на те, що знизу знаходяться квартири в яких проживають люди, їх комфорт і спокій необхідно зберегти і при можливості покращити. Облаштувавши сад на даху, в житловій зоні можна значно зменшити шумовий фон. Це особливо важливо для жителів, чії будинки стоять в місцевості, де дуже шумно. Шар ґрунту і дерну еко-даху служить прекрасним ізолюючим матеріалом, який допомагає зберігати всередині житла комфортну температуру і захищає від зовнішніх шумів. Рівень шумоізоляції також є одним із критеріїв для порівняння обраних варіантів. Чим вища шумоізоляція обраного матеріалу тим краще і комфортніше буде проживання у квартирах, що знаходяться на верхніх поверхах будівлі.

#### Довговічність

Дах з зеленими рослинами та газоном буде служити довше ніж звичайний дах. Адже ґрунт і рослини найкращим чином захищають його від негативних факторів зовнішнього середовища, а також від погодних умов. Якщо правильно доглядати за такою покрівлею, то термін служби даху перевищить 20 років. Враховуючи ту обставину, що для гідроізоляції в таких конструкціях найчастіше використовують полімерну мембрану на основі модифікованого бітуму, геосинтетичне полотно служить надійним покриттям для гідроізоляції і запобігає проникненню коренів рослин вглиб покрівлі. Завдяки своїй волокнистій структурі, геотекстиль не пропускає коріння і не дозволяє їм руйнувати всі наступні шари, чого не забезпечує ні один з альтернативних способів захисту покрівлі: ні асфальт, ні різні стяжки. Виробники покрівельних матеріалів надають гарантію на термін експлуатації своїх виробів, а відповідно від терміну експлуатації основних матеріалів, залежить період служби побудованого об'єкта. Тому, критерій довговічності є одним з тих, який є врахованим у нашому дослідженні.

#### Вага

Незважаючи на очевидні плюси, технологія влаштування зелених покрівель не отримала поки широкого поширення. Це пов'язано в першу чергу з високою складністю монтажу і великою кількістю витрат на монтаж і обслуговування конструкції. Недоліками рослинних дахів прийнято вважати велику вагу. Шар дренажу, ґрунту і рослин додають до 50 кг / м<sup>2</sup> площі, тому зелена конструкція істотно збільшує навантаження на перекриття і фундамент споруди.

Необхідно прораховувати також враховувати:

- обсяг середньорічних опадів (за даними місцевих метеорологічних служб);
- терміни літніх посушливих періодів;
- повітряні потоки, зони турбулентності та завірюх в умовах щільної забудови.

Всі матеріали, що використовуються для організації дренажу та інших шарів покрівельної конструкції, розраховуються в їх насиченому вологому стані (насичення 60%). Не можна забувати і про вагу самих рослин, яка у разі інтенсивного озеленення може бути досить значною. При проектуванні також варто звертати увагу на ознаки екстремальних навантажень на рослинний шар:

- ступінь сонячного освітлення (особливо для скатних зелених покрівель) та близьке розташування офісних будівель зі світловідбиваючими фасадами зі скла;
- вітрові навантаження («троянда вітрів», зона сильних вітрів);
- небезпека заморозків;
- озеленення на дахах висотних будівель або на будинках, розташованих біля них;
- сильна загазованість у центрі міста

Враховуючи важливість такого критерію, як вага матеріалів для озеленення, що в кінцевому результаті впливає на вагу самого покриття, було обрано його як один з критеріїв порівняння.

#### Трудомісткість

Зниження трудомісткості укладання будівельних конструкцій та виробів є основним напрямом підвищення ефективності та вимагає створення конструктивних форм, які дозволили б перейти до масового серійного виробництва типізованих елементів будівельних конструкцій [21].

Для проведення аналізу трудовитрат було обрано три технології влаштування зелених покрівель (табл. 2.1):

- Технологія Sweetondale;
- Технологія DELTA Floraxx top
- Технологія покрівлі з застосуванням модульних конструкцій.

На основі проведеного аналізу технологічних характеристик встановлено, що серед технологічних процесів та операцій при різних варіантах влаштування покрівель з системами озеленення найкращим є варіант інверсійної покрівлі із застосуванням модульних конструкцій. Основною перевагою даної системи озеленення є зменшення трудовитрат при її влаштуванні, а також скорочення строків виконання ремонтно-відновлювальних робіт в 2 рази.

Таблиця 2.1 - Трудовитрати влаштування зеленої покрівлі, люд.год

Види робіт	Sweetondale	DELTA Floraxx top	Покрівля з застосуванням модульних конструкцій
Влаштування шару керамзиту	34,2		34,2
Цементно -піщана стяжка армована	82.24		
Цементно -піщана стяжка не армована			64,04
Грунтування праймером бітумним	7.05		
Влаштування гідроізоляції	24.49	24.49	24,49
Влаштування пароізоляції	24.49	24.49	29.39
Влаштування пінополістиролу	29.39	29.39	29,39
Влаштування профільної мембрани	40.78	40.78	40,78
Влаштування геотекстилю		24.49	24,49
Влаштування мембрани з виступами 20 мм		70,98	
Влаштування грунтового шару з зеленими насадженнями	162.73	162.73	
Встановлення регульованих опор і модулів з зеленими насадженнями			84,6
Всього люд.год:	405,37	377,35	355,87

Вивчивши технології влаштування «зелених» покрівель представлених варіантів кількість технологічних операцій має такий вигляд:

Технологія sweetondale – 9

Технологія DELTA Floraxx top – 7

Покрівля з застосуванням модульних конструкцій – 10

Відповідно по кількості технологічних операцій у технології DELTA Floraxx top-перше місце, друге і третє місце sweetondale і покрівля з застосуванням модульних конструкцій. Не зважаючи на те, що в покрівлі з застосуванням модульних конструкцій найменше трудовитрат, це пояснюється тим, що субстрат не потрібно розміщувати на всій площі покрівлі, а лише у спеціальних модулях, відповідно і рослини висаджуються не на всій площі. але операцій потрібно провести в 1,4 р більше ніж в технології DELTA Floraxx top, через те, що буде влаштовуватися цементно- піщана стяжка, встановлюватимуться опори, буде влаштовуватися дерев'яний настил.

Трудомісткість на влаштування матеріалів, а також складність монтажу безпосередньо впливають на вартість будівельно-монтажних робіт, а отже відповідно і на вартість всього будівництва. Тому, чим менша трудомісткість, тим нижча вартість виконання робіт, тим нижча вартість всього будівництва. Трудомісткість теж є одним із критеріїв, який впливає на вибір системи озеленення даху, і ми розглянемо його у своєму аналізі.

Критеріями вибору конструктивно-технологічного рішення озеленення дахів служать показники, які найбільш повно і об'єктивно оцінюють його основні характеристики. Критерії вибору мають багаторівневий підхід, який передбачає вирішення численних завдань: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

Кількість технологічних операцій

Монтаж самої покрівлі відбувається у вигляді укладання її шарів:

1. За перший шар вважається поверхню самого даху - це, в основному плити із залізобетону.
2. Обов'язково повинна бути гідроізоляція. Для цього використовують спеціальні матеріали в рулонах, що дозволяють виконувати цю функцію. Особливу увагу слід приділити зонам примикання до стіни, парапету, слив води. Якщо скат плоский, то на цьому етапі слід створити штучний ухил 3-5%.
3. Наступний шар - теплоізоляція. Використовуються матеріали, які не гниють і не можуть бути деформовані з часом. Це можуть бути і базальтова вата, і піноскло, і екструдований пінополістирол.

4. Далі, по поверхні утеплювача розподіляється дренаж, який накривається геотекстилем. Дренаж забирає від коренів рослин зайву воду, а геотекстиль виконує функцію фільтру цієї води - не дає частинкам ґрунту йти з верхнього шару.
5. І зверху всієї цієї конструкції насипається ґрунтова суміш.

Слід особливу увагу приділяти вибору гідроізоляційних матеріалів. Вони повинні бути стійкі до механічних впливів, так як якщо на покрівлі будуть виростати дерева, то їх коріння можуть пошкодити крихку гідроізоляцію.

Укладання покрівлі повинні робити тільки фахівці і тільки з дотриманням всієї технології монтажу.

Кількість технологічних операцій у різних системах «зелених покриттів» змінюється, в залежності від того які види матеріалів використовуються. Від кількості операцій залежить тривалість будівництва, трудовитрати і в кінцевому результаті вартість повного комплексу робіт. Даний критерій ми проаналізуємо як якісний показник.

### 2.3 Порівняльний аналіз варіативних, конструктивних рішень експлуатованих покрівель

Порівняльний аналіз буде проводитися технологій із застосуванням представлених на ринку України виробників гідроізоляційних матеріалів, різних країн виробництва:

- ПВХ мембрана Protan SE-T1;
- Sweetondale;
- DELTA Floraxx top;
- ALHA THOR;
- Покрівля з модульних конструкцій з застосуванням мембрани RUVIMAT GREEN.

Розглянемо більш детально обрані варіанти мембранних гідроізоляційних матеріалів. Враховуючи їх технічні і експлуатаційні характеристики.

#### Технологія ПВХ мембрана Protan SE-T1

Protan SE-T1 1,2 – це високоякісна термопластична гідроізоляційна мембрана з пластифікованого ПВХ, армована сіткою з поліестру, що має високу гнучкість та міцність. Protan SE-T1 1,2 містить стабілізатори, що дозволяють витримувати високі та низькі температури, бути стійкою до ультрафіолетового випромінювання та розповсюдження вогню.

Область застосування: Protan SE-T1 1,2 використовується для відкритих покрівель. Мембрана може бути механічно закріплена до несучої основи або встановлена за



допомогою вакуумної системи покрівлі Protan. Мембрану можна використовувати на покрівлях усіх форм та розмірів – плоских, похилих або вигнутих. Мембрана використовується в теплих/суміщених, а також у холодних/конструкціях вентиляльованих покрівель. (рис. 2.3)

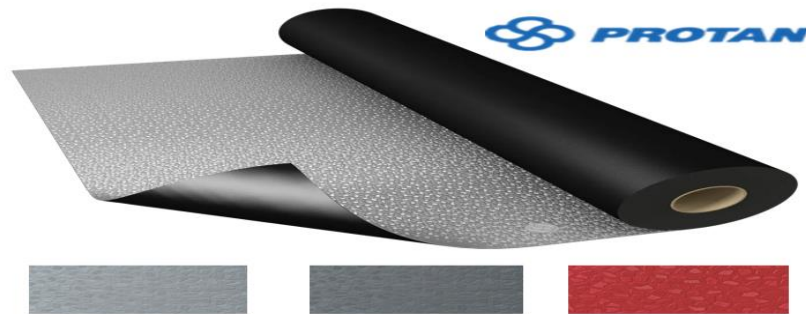
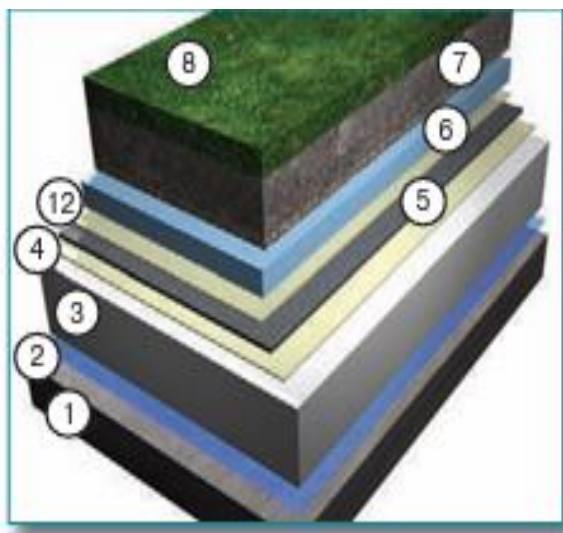


Рисунок 2.3 - ПВХ мембрана Protan SE-T1

Послідовність виконання робіт при влаштуванні експлуатованої покрівлі за технологією Protan (рис. 2.4)



- 1 – Залізобетонна основа
- 2 - Пароізоляція
- 3 – Екструзійний пінополістирол
- 4- Роздільний шар (геотекстиль 200г/м2
- 5 – ПВХ мембрана (тип G/GG)
- 6 (12) – Дренажний шар
- 7 -Гідроізоляція
- 8- Грунт
- 9 – Зелені насадження

Рисунок 2.4 - Послідовність виконання робіт системи Protan

На попередньо ретельно підготовлену залізобетонну основу влаштовується шар пароізоляції. Якість пристрою пароізоляції визначається герметичністю швів та місць примикань. При виконанні робіт необхідно домогтися, щоб пароізоляція не була пошкоджена, не допускати залишкової вологості між основою та пароізоляцією. Як тільки пароізоляція укладена, необхідно відразу ж змонтувати теплоізоляційний шар та мембрану, щоб уникнути пошкодження пароізоляції та намокання утеплювача.

Теплоізоляцію розкладають на пароізоляцію в наступному порядку:

- відступити на розмір 1 см плит ізоляції від краю покрівлі, якщо робота з влаштування парапету виконуватиметься пізніше, або почати укладання впритул під парапет (стіни), піднявши на парапет (стіну) пароізоляцію на 5 см. вище теплоізоляції;
- вкласти нижній шар теплоізоляції довгою стороною плити поперек;
- вкласти верхній шар на нижній, зі зміщенням на пів сантиметра по довжині і ширині ("врізнобіч"), перекривши всі щілини нижнього шару верхніми плитами;
- закріпити вкладену теплоізоляцію кріпленнями, згідно з розрахунками вітрового навантаження, пропорційно розподіливши кріплення по площі плит, але не менше одного кріплення на плиту.

Роздільний шар застосовується, щоб ізолювати мембрану від розташованих під нею, полістирольних матеріалів. Тому, що при контакті з цими матеріалами відбувається

втрата пластифікатора мембрани. Це тривалий процес, але він поступово робитиме мембрану жорсткою і ламкою. Як роздільний шар, залежно від типу покрівлі, може застосовуватися будь-яка ПВХ мембрана, склополотно, геотекстиль. Далі влаштовується ПВХ мембрани Protan, дренажний шар, теплоізоляція та шар ґрунту з рослинами.

Під час виконання робіт з влаштування покрівель з ПВХ мембрани Protan слід виключити проведення суміжних будівельних робіт, як на прийнятій під пристрій гідроізоляції площі, так і над нею. В іншому випадку існує ймовірність порушення цілісності гідроізоляційного шару, виникнення протікання та руйнування утеплювача.

Характеристики:

- Армована поліестером мембрана, що використовується для відкритих покрівель
- Може бути закріплена механічно або з використанням вакуумного методом
- Може бути встановлена на будь-який тип основи
- Може використовуватися для всіх форм покрівель - плоских, похилих і криволінійних поверхонь
- Мембрана має текстуровану поверхню, що забезпечує підвищене зчеплення та естетичне оздоблення. У порівнянні з мембранами без текстури, це є значним фактором безпеки як під час монтажу, так і під час експлуатації покрівлі.
- Мембрана зварюється між собою за допомогою гарячого повітря, яке забезпечує однорідне з'єднання.
- Безпечний монтаж без використання відкритого полум'я.
- Монтаж не залежить від погодних умов.

- Мембрана Protan може бути перероблена та має низький викид CO<sub>2</sub> при виготовленні. Основні кольори: світло-сірий, темно-сірий, червоний.

Монтаж повинен виконуватися авторизованим покрівельним підрядником Protan. Мембрана зварюється з використанням гарячого повітря і встановлюється відповідно до технічного керівництва з монтажу Protan і відповідними технічними інформаційними брошурами Protan. Процес зварювання є тривалим, автоматичне та ручне зварювальне обладнання вимагає підбору параметрів зварювання на початку кожного робочого дня, послідовно через кожні 200 погонних метрів виконаного шва, після будь-якого охолодження (відключення) апарата, за умови істотної зміни зовнішніх (погодних) умов виконання робіт.

Ремонт пошкодженої мембрани виконують у наступній послідовності:

- видалити пил чи бруд;
- область, яка відновлюватиметься, повинна бути відмита теплою мильною водою;
- сильно забруднені області можуть потребувати чистки до тих пір, поки не буде видалено весь бруд;
- повністю висушити очищену область. Протерти чистою бавовняною тканиною та сушити апаратом ручного зварювання в режимі мінімальної температури;
- вирізують круглу латку та приварюють її на місці дефекту;

#### Технологія Sweetondale

Система експлуатованого даху із зеленими насадженнями, Sweetondale виконує функцію екологічно чистого та ефективного захисного покриття. (рис.2.5)

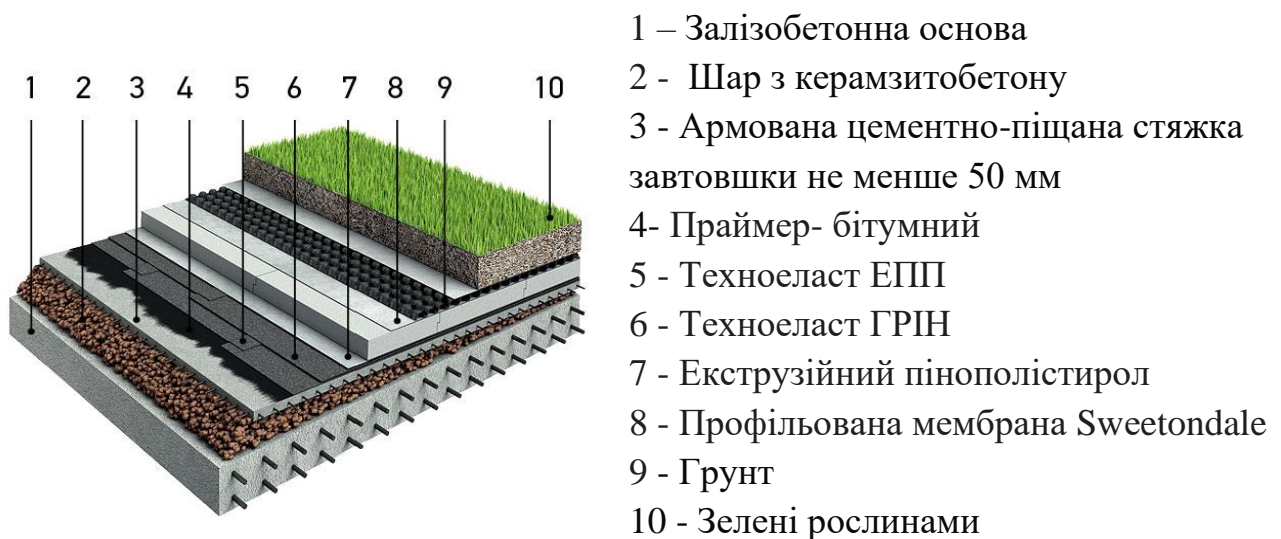


Рисунок 2.5 - Система експлуатованого даху із зеленими насадженнями Sweetondale

Як баласт у цій системі виступає ґрунт із зеленими насадженнями. Для забезпечення максимально швидкого видалення зайвої вологи з поверхні покритті влаштовують дренажний проміжок з профільованої мембрани PLANTER geo. В якості основного шару теплоізоляції застосовується утеплювач екструзійний пінополістирол, що відрізняється високими теплоізоляційними характеристиками, низьким водопоглиненням і підвищеною міцністю на стиск, що відповідає вимогам до теплоізоляційних матеріалів. В системі застосовується двошаровий водоізоляційний килим з наплавляючих бітумно-полімерних матеріалів, додатково виконує функцію захисту водоізоляційного килима від пошкодження корінням рослин. Механічна міцність і надійність системи зумовлена армованою стяжкою, яку влаштовують над шаром з керамзитобетону.

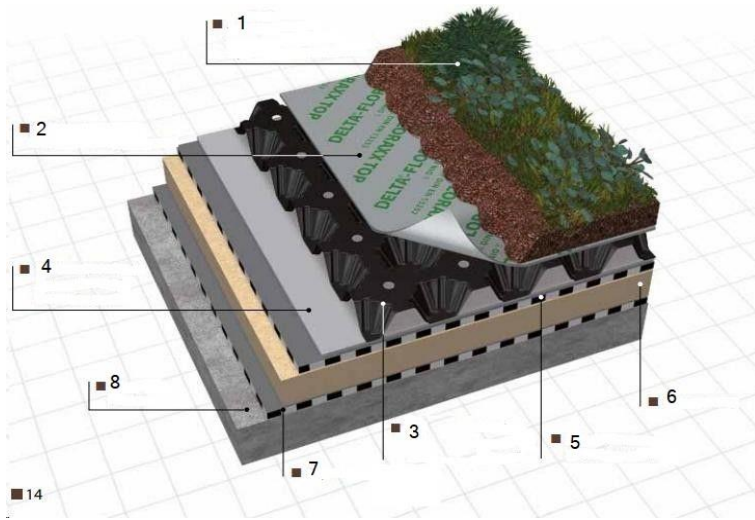
Сфера застосування: Система Sweetondale застосовується при новому будівництві, а також при реконструкції дахів різноманітних будівель та споруд. Спосіб її експлуатації повністю залежить від уяви власника. ПОКРІВЛЯ Грін також виконує функції екологічно чистого і ефективного захисного покриття, якому не страшні ніякі погодні умови.

Виконання робіт: Згідно «Рекомендаціями щодо проектування і влаштування покриттів з бітумно-полімерних матеріалів».

Технологія з профільована мембрана з виступами DELTA-FLORAXX TOP

Мембрана Delta-floraxx top (рис. 2.6) спеціально розроблена для використання на зелених дахах здатна утворювати потужний шар захисту та дренажу. Вона виконує функції захисту, фільтрації та дренажного шару, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. Це дозволяє у довгостроковій перспективі реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення, а отже, без додаткових витрат.

Мембрана має виступи восьмигранної форми з ребрами жорсткості, що надають додаткову жорсткість і дозволяють мембрані безпечно витримувати підвищене навантаження від субстрату. Рослинний субстрат може бути нанесений безпосередньо на мембрану, оскільки фільтруючий шар з нетканого поліпропілену вже інтегрований в неї і немає необхідності укладати додатковий шар геотекстилю.



- 1 - Ґрунт із зеленими рослинами
- 2 – Термоскріплений геотекстиль мембрани
- 3 – DELTA FLORAXX TOP мембрана з виступами 20 мм
- 4 - DELTA FLORAXX TEX захисний шар з геотекстилю
- 5 – Гідроізоляція стійка до стискання
- 6 - Утеплювач
- 7 - Пароізоляція
- 8 - Залізобетонна основа

Рисунок 2.6 - Профільована мембрана з виступами DELTA-FLORAXX TOP

Мембрана завдяки чудовій дренажній здатності забезпечує надалі повну відсутність стоячої води на поверхні субстрату.

Технологія монтажу:

1. Основа має бути ретельно очищена перед укладанням Delta-floraxx top. При новому будівництві рекомендується використовувати гідроізоляцію, стійку до проростання коріння. В іншому випадку поверх гідроізоляції слід укласти протикореневу плівку (наприклад, Delta root barrier).
2. Для механічного захисту гідроізоляції слід використовувати розділовий шар із нетканого геотекстилю масою не менше 300 г/м<sup>2</sup> (наприклад, Delta-floraxx tex 300/400).
3. Поверх розподільного шару розкочати дренажну мембрану, при цьому шар, що фільтрує, з геотекстилю повинен бути зверху (Delta-floraxx top). Як фільтр на Delta-floraxx рекомендується використовувати термоскріплений геотекстиль Delta drainagevlies або Турар SF 27. Розмір геотекстилю та напрямок укладання не має значення. Рекомендований нахлест геотекстилю становить 10 см. Для тимчасової фіксації геотекстилю та мембрани слід застосовувати привантаження (наприклад, мішки з піском).
4. Для розкрою та підрізання рулону слід використовувати ніж.
5. Для виконання поздовжнього стику завести мембрану на покладений раніше рулон, піднявши геотекстиль, та поєднати виступи сусідніх рулонів (не менше 2 рядів). При торцевому (поперечному) стику відокремити геотекстиль від профільованої основи і з'єднати виступи з нахлестом приблизно 20 см. Допускається не повний збіг виступів.

Геотекстиль завжди повинен перекривати зону нахльост для захисту дренажної системи від замулювання.

6. Субстрат, керамзит наносити безпосередньо на шар, що фільтрує.

Технологія з гідроізоляційна EPDM мембрана Alpha Thor

AlphaThor – тришарова гідроізоляційна EPDM мембрана на основі вулканізованого каучуку, що містить термопластичні поліолефіни та армована скловолоконом (рис. 2.7)

Двошарова EPDM мембрана AlphaThor (NZB) має товщину 1,3 мм. Верхній шар виготовлений з натурального EPDM каучуку, нижній шар виготовлений із спеціального матеріалу, який захищає цілісний водонепроникний прошарок від впливу хімічних речовин з нижнього боку мембрани.

Загалом, всі сполучені між собою полотна (шари), цілісні, високоеластичні, стійкі до атмосферних впливів, впливу ультрафіолету та озону.



Рисунок 2.7 -AlphaThor тришарова гідроізоляційна мембрана

Мембрана AlphaThor (NZB) (рис. 2.8) призначена для організації водонепроникної ізоляції плоских дахів, фундаменту, для покриття плоских поверхонь — класичних, інверсійних, баластових, терас, балконів, при озелененні та організації штучних водойм.

Внутрішній шар зі скловолоконна забезпечує дуже високу міцність і стійкість до розриву виробу, а гумова мембрана EPDM гарантує повну водонепроникність у мінливих погодних умовах. AlphaThor стійка до злому, сильного вітру, сильного дощу чи снігу. Стійкість до інтенсивного ультрафіолетового випромінювання та озону економить час і витрати на обслуговування даху. Самоклеюча мембрана EPDM AlphaThor не поширює вогонь і відповідає класифікації вогнестійкості

NRO. Пропонується виробником в розмірах 1,06 м x 20 м і товщиною 1,4 мм, в кольорі графіт (RAL 7024).



Рисунок 2.8 - Гідроізоляційна EPDM мембрана Alpha Thor

Гарантія поширюється на водонепроникність виробу протягом 15 років з моменту придбання виробу за умови належного встановлення та використання мембрани. AlphaThor також доступний в одношаровій версії без клею. Його можна повністю приклеїти до будь-якої основи практично на будь-якому плоскому даху. У комплект виробника також входять додаткові аксесуари для системи AlphaThor: клейовий ґрунт, системні клеї, неармована EPDM мембрана для обробки, внутрішні та зовнішні EPDM куточки.

Компоненти, з яких виготовлена мембрана, хімічно інертні і не вступають у реакцію з іншими будівельними матеріалами. При використанні мембрани AlphaThor (NZB) не потрібне розділення матеріалів за допомогою геотекстилю. Це полегшує роботу на будівельному майданчику, оскільки не потрібно створювати додаткові шари та прокладки між різними рівнями утеплення поверхні.

Самоклеюча мембрана EPDM AlphaThor також економить час на нанесення гідроізоляції. Одношаровий спосіб укладання та можливість укладання AlphaThor на вологу поверхню прискорює час укладання. Нижній шар мембрани ламінований бутиловим клеєм, завдяки чому для нанесення не потрібно використовувати спеціалізовані інструменти, а накладення мембрани можливе на багатьох різних типах

покрівель. AlphaThor можна з'єднати зварюванням гарячим повітрям. Накладання між смугами при зварюванні повинен бути не менше 5 см.

AlphaThor (NZB) використовується як для покриття нових дахів, так і для реконструкції старих покриттів з матеріалів, що містять бітум, ПВХ-плівок та інших мембран.

Технологія влаштування покрівлі з модульних конструкцій викорис-товуючи мембрану RUVIMAT GREEN

Модульні конструкції або контейнерне озеленення (рис. 2.9) - це озеленення покрівлі за допомогою контейнерних рослин, які можуть бути як однорічними, так і багаторічними. Універсальність контейнерного озеленення обумовлюється такими факторами:

- застосування великого асортименту рослин;
- відносно невеликі матеріальні і тимчасові витрати для його створення;
- багатоваріантність розміщення в просторі не тільки в площині, а й по вертикалі;
- різноманітний вибір контейнерів дозволяє використовувати для озеленення навіть невеликі простори;
- мобільність (при бажанні можна змінити місце знаходження композиції).



Рисунок 2.9 - Покрівля з застосуванням модульних конструкцій

Покрівельна ПВХ мембрана Ruvimat Green 15 (рис. 2.10) - полімерна мембрана на основі високоякісного пластифікованого полівінілхлориду (ПВХ) з додаванням пластифікаторів, стабілізаторів, антипіренів і пігментів, армована поліестеровою сіткою. Всі компоненти, що використовуються для виробництва мембран —



європейських виробників. Матеріали проходить перевірку якості в лабораторії заводу і виготовляються згідно з європейськими нормами.

Мембрана Ruvimat Green 15 застосовується для гідроізоляції плоских покрівель баластними кріпленням. Відмінно підходить для зелених покрівель. Зварювання швів проводиться автоматичним обладнанням, ручними фенами (гарячим повітрям).

Зелений дах схожий на листковий пиріг. Він містить у собі мембрани, шар теплоізоляції та паровий бар'єр. При порушенні технології його спорудження й допущенні помилок, дах вийде з ладу за дуже короткий період часу. Щоб цього не сталося, всі роботи по монтажу слід проводити у певному порядку.

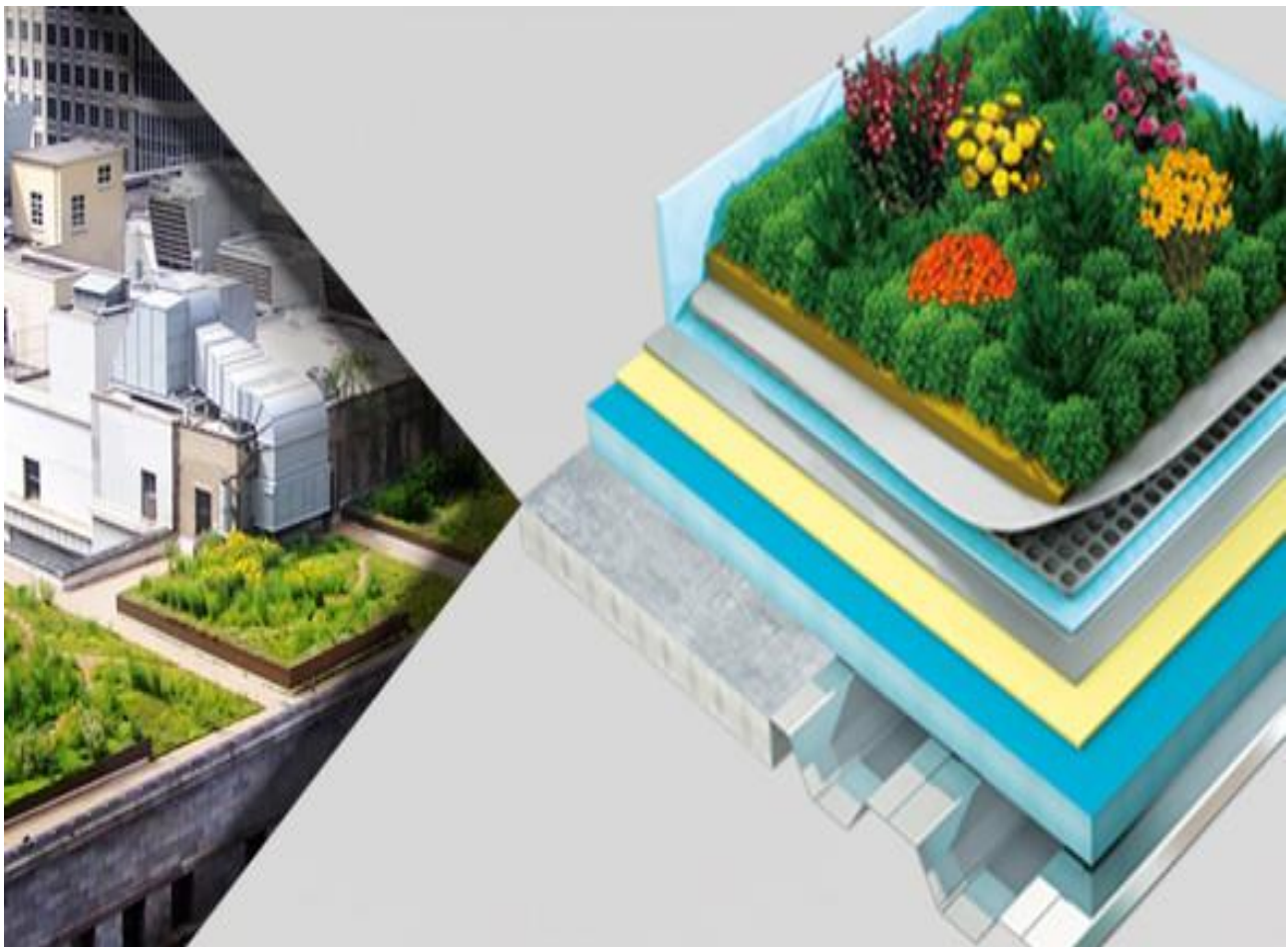


Рисунок 2.10 - Експлуатована зелена покрівля з мембраною RUVIMAT GREEN

Інструментом для обробки оцінок багатокритеріального аналізу є «зведена діаграма», реалізована в програмі Microsoft Excel. Ці діаграми формуються за

результатами розробки «зведеної таблиці» (табл. 2.2), за допомогою якої можна підсумувати, аналізувати, вивчати і узагальнювати дані.

Таблиця 2.2 - Порівняння обраних технологій влаштування "зелених дахів"

№ п/п	Найменування технології	Protan SE-T1	Sweetondale	DELTA Floraxx top	ALPHA THOR	Покрівля з модульних конструкцій RUVIMAT GREEN
1	Вартість матеріалі за грн/м <sup>2</sup>	421	420	380	413	390
2	Шумоізоляція, дБл	10	15	20	10	15
3	Довговічність (років)	10	30	50	15	30
4	Вага, кг/м <sup>2</sup>	1,4	2,64	2,6	1,35	2
5	Трудомісткість на 100 м <sup>2</sup> , люд. год	410	405,37	377,35	472,36	355,87
6	Кількість технологічних операцій, (од)	8	9	7	8	10

Порівнявши обрані критерії, переводимо їх кількісні оцінки в єдину бальну шкалу від 1 до 10. (табл. 2.3 ), критерій з найменшою ефективністю- 1 б, найбільшою – 10 б. проміжні значення підраховані за допомогою лінійної інтерполяції.

Такий підхід необхідний для однозначності сприйняття оцінок, при їхньому спільному подання на стовбчастій діаграмі.

Результати дослідження відображені в зведеній діаграмі (рис 2.11)

За результатами проведених досліджень DELTA Floraxx top –є найкращим. варіантом покрівлі, найдешевша вартість, найкраща шумоізоляція, довговічність, в порівнянні не висока трудомісткість, єдиним негативним показником є висока вага.

Таблиця 2.3 - Порівнявши обраних критеріїв

Перелік варіантів	Вартість матеріалів	Шумоізоляція	Довговічність	Вага	Трудомісткість
ALHA THOR	2,76	1	2,1	10	1
DELTA Floraxx top	10	10	10	1,3	8,3
ПВХ мембрана Protan	1	1	1	9,6	5,8
Модульні конструкції з RUVIMAT GREEN	6,8	5,5	5,5	5,5	10
Sweetondale	1,2	5,5	5,5	1	6,2
<b>Загальний підсумок</b>	<b>21,78</b>	<b>23</b>	<b>24,1</b>	<b>27,4</b>	<b>31,3</b>

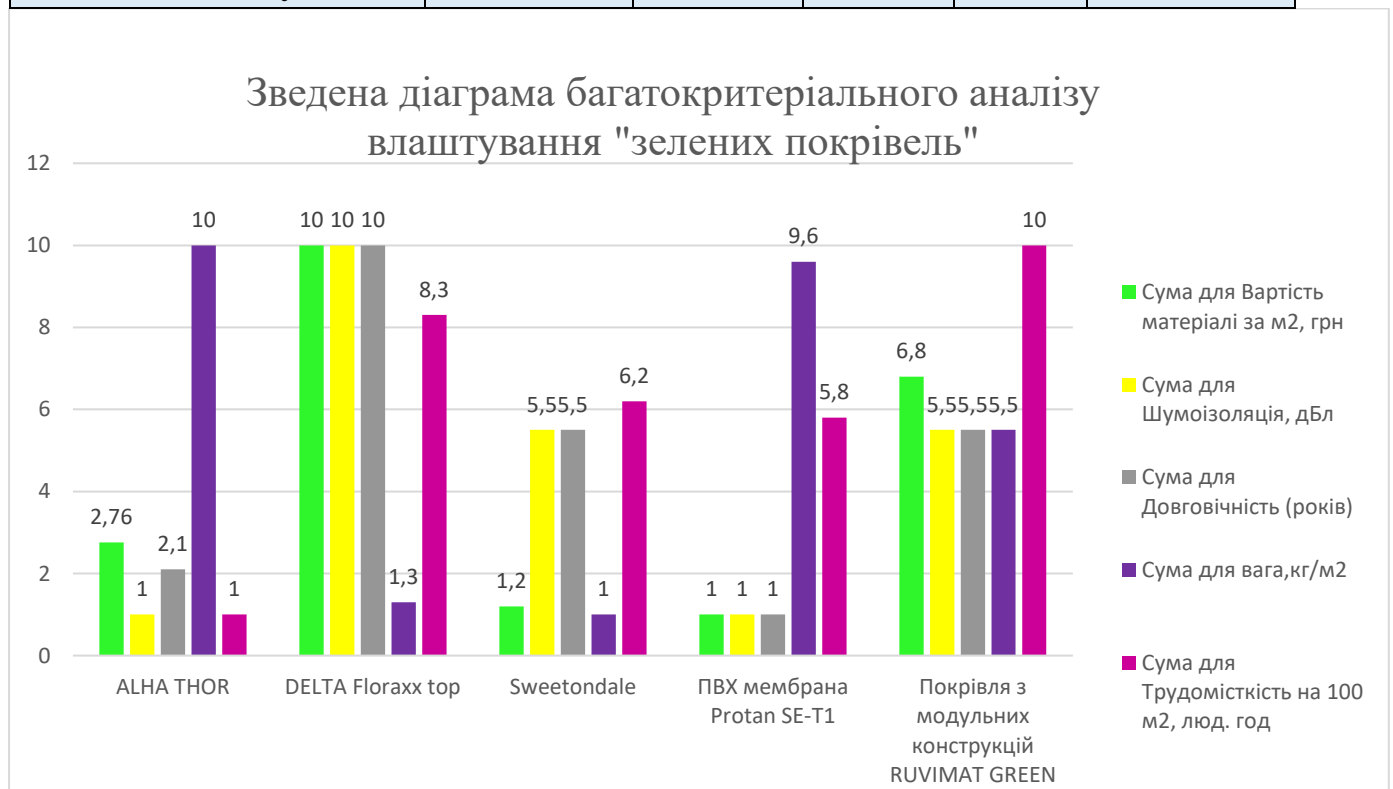


Рисунок 2.11 - Зведена діаграма багатокритеріального аналізу

Аналіз дослідження проведемо у наступному розділі. Щодо остаточного прийняття рішення стосовно використання гідроізоляційних матеріалів, для влаштування «зелених покрівель», необхідно детальніше вивчити результати дослідження.

## 2.4 Висновки до розділу 2

1. Для озеленення на пласкій покрівлі необхідна наявність кількох шарів, які забезпечують постійне функціонування всього зеленого даху. Якщо кожен з цих функціональних шарів ідеально відповідає один одному, то постійно підтримується стійке зростання рослин. Зелений дах схожий на листковий пиріг. Він містить у собі мембрани, шар теплоізоляції та паровий бар'єр. При порушенні технології його спорудження й допущенні помилок, дах вийде з ладу за дуже короткий період часу. Щоб цього не сталося, всі роботи по монтажу слід проводити у певному порядку

2. Сучасний ринок будівельних матеріалів представлений великим вибором систем матеріалів для озеленення, що характеризуються чудовою якістю, універсальністю застосування та простотою монтажу. Для вибору найбільш якісного і ефективного варіанту, проведено аналіз, представлених на ринку варіантів озеленення дахів враховуючи наступні критерії: вартість матеріалів, шумоізоляція, довговічність, вага, трудомісткість, кількість технологічних операцій. Критеріями вибору конструктивних рішень озеленення дахів служать показники, які найбільш повно і об'єктивно оцінюють його основні характеристики. Критерії вибору мають багаторівневий підхід, який передбачає вирішення численних завдань: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

3. Порівняльний аналіз варіативних, конструктивно-технологічних рішень експлуатованих покрівель проведено на прикладі представлених на ринку України технологій влаштування гідроізоляційних матеріалів, різних країн виробництва: технологія ПВХ мембрана Protan SE-T1, технологія Sweetondale, технологія DELTA Floraxx top, технологія ALHA THOR, технологія покрівлі з модульних конструкцій із застосуванням мембрани RUVIMAT GREEN. За результатами проведених досліджень технологія DELTA Floraxx top – є найкращим варіантом покрівлі загалом бальний підсумок складає 39,6 балів, що в 2,5 рази більше ніж ALHA THOR- 16,86 бали, майже в два рази краще за Protan SE-T1 -18,4 б і Sweetondale -19,4 б. Варіант з найменшими трудовитратами - покрівля з модульних конструкцій із застосуванням мембрани RUVIMAT GREEN в загальному підсумку -33,3 б, що на 20% менше ніж в DELTA Floraxx top. Найдешевша вартість, найкраща шумоізоляція, довговічність, в порівнянні не висока трудомісткість, єдиним негативним показником є висока вага.

## 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

### 3.1 Оцінка технологічності влаштування експлуатованих покрівель з системами озеленення

Одним з основних критеріїв вибору технології є швидкість виконання та економічність, проаналізувавши наявні альтернативи, виключаємо той варіанти, які є найбільш дорогими і трудомісткими. (табл. 3.1) Найдорожчою є покрівля з застосуванням - Protan SE-T1, трудомісткість - найбільша в ALHA THOR. Тому дані технології ми виключаємо з подальшого аналізу першочергово.

Таблиця 3.1 - Трудомісткість технологічній операцій

Види технологій «зелених покрівель»	Protan SE-T1	Sweetondale	DELTA-FLORAXX TOP	ALHA THOR	RUVIMAT GREEN
Трудовитрати люд.год.	410	405	377	472	356
Трудовитрати люд. дн	51	50	47	59	44

Sweetondale теж не є дешевим варіантом- 1,2 б по вартості, і з найбільшою вагою система –1 б, навіть через те, що трудовитрати є доволі привабливими – 6,2 б, непогана шумоізоляція – 5,5 б. дану технологію ми не будемо розглядати надалі, додаткове навантаження нам не доцільно.

Покрівля з застосуванням модульних конструкцій з RUVIMAT GREEN є найкращим варіантом в розрізі трудовитрат – 10 б. Інші показники по критеріях, виглядають і не привабливо, але і не критично, вага і шумоізоляція довговічність по 5,5 б. Але даний варіант було б доцільно вивчити докладніше. Тому, що чим нижчі трудовитрати, тим швидший термін виконання робіт, це є вагомим критерієм тому, що скорочення термінів виконання зменшує витрати на машини і механізми, на обслуговування будівельного майданчика, та й взагалі сприяє завершенню будівництва, та швидший здачі об'єкта в експлуатацію.

В розділі 2.3, ми розглянули технологію монтажу, даних п'яти варіантів влаштування дахів, що дає нам можливість зрозуміти технологічні операції, які відбуватимуться на будівельному майданчику і проаналізувати їх в кількісному вигляді. (рис 3.1)

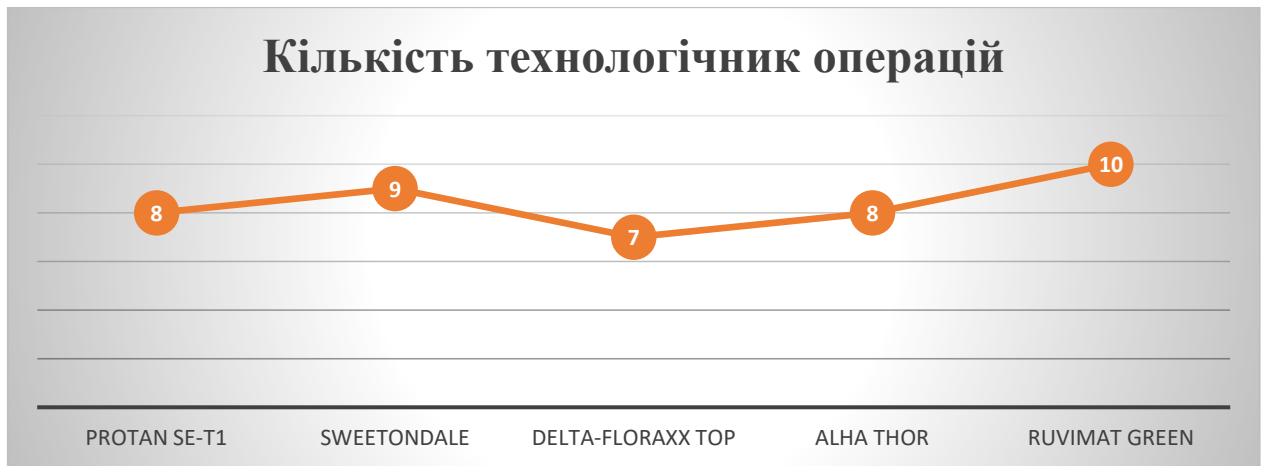


Рисунок 3.1 - Кількість технологічних операцій

Аналізуючи кількість технологічних операцій помітно, що покрівля за технологією DELTA Floraxx top, має найменше таких операцій. Тобто є в розрізі даного критерію найкращою. Це пов'язано з тим, що в даній технології мембрана має виступи восьмигранної форми з ребрами жорсткості, що надають додаткову жорсткість і дозволяють мембрані безпечно витримувати підвищене навантаження від субстрату. Рослинний субстрат може бути нанесений безпосередньо на мембрану, оскільки фільтруючий шар з нетканого поліпропілену вже інтегрований в неї і немає необхідності укладати додатковий шар геотекстилю.

Детальніше розглянемо тривалість монтажу (рис. 3.2) кожного виду покриття, враховуючи дані трудомісткості процесів. (табл. 3.1)

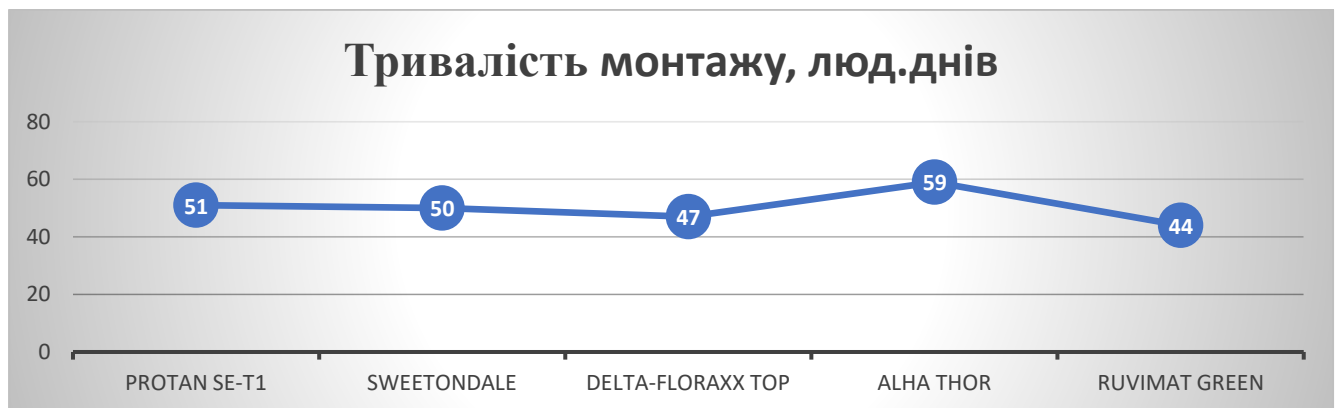


Рисунок 3.2 - Тривалість монтажу, люд. днів.

Покрівля з застосуванням модульних конструкцій з RUVIMAT GREEN за підсумками цього аналізу знаходиться на першому місці, тривалість монтажу скорочується за рахунок, того, що ґрунт розміщується не на самій покрівлі а в модульних контейнерах, які можуть встановлюватися одразу з рослинами.

Трудомісткість робіт по влаштуванню «зеленої покрівлі» (рис. 3.3) - найнижчий показник трудовитрат 356 люд. год належить технології покрівлі з застосуванням модульних конструкцій з RUVIMAT GREEN. Відповідно найменше витрат праці буде необхідно на влаштування такої покрівлі, що скорочує загальні терміни виконання робіт.

Звернемо особливу увагу на DELTA Floraxx top, трудомісткість складає 377 люд. год. Технологія влаштування даної системи полягає в тому, що на плиту перекриття укладається шар пароізоляції, далі утеплювач, геотекстиль DELTA FLORAXX TEX, DELTA FLORAXX TOP мембрана з виступами 20 мм, термоскріплена геотекстильна мембрана, далі вже йде ґрунт і зелені насадження, тобто дренажний шар виконує мембрана, вона слугує і як фільтруючий шар, тому, що завдяки виступам затримувати і зберігати вологу. За рахунок відсутності шару гравію як дренажу, не лише скорочуються трудовитрати на монтаж покрівлі, але й робота техніки, такої як баштові крани, тому що подати мембрану набагато швидше, ніж подавати сипучий гравій на покрівлю. Відповідно і доставка матеріалів скорочується, не має потреби оплачувати вартість доставки кожного окремого виду продукції. Що в кінцевому результаті відображається на вартості всього будівельного об'єкта.



Рисунок 3.3 - Трудомісткість, люд. днів.

DELTA Floraxx top – варіант покрівлі, який і за підсумками багатокритеріального аналізу є найкращим. Найдешевша вартість, найкраща шумоізоляція, довговічність, в порівнянні не висока трудомісткість, єдиним негативним показником є висока вага, самої мембрани, це пояснюється тим, що

мембрана слугує одночасно і дренажним шаром покрівлі, тому на загальній вазі конструкції це не відображається. Інші критерії теж позитивні - найменша кількість технологічних операцій- 7 од, невелика відносно до інших тривалість монтажу – 47 люд. дн. Будемо більш детально розглядати дану технологію для влаштування на покрівлі нашої забудови.

Покрівля з застосуванням модульних конструкцій з RUVIMAT GREEN за підсумками аналізу знаходиться на другому місці, а тривалості монтажу на першому. Даний варіант покрівлі можна застосовувати на площі комерційних приміщень будівлі, де влаштувати інтенсивний «зелений дах» не має можливості, так як вікна третього поверху квартир знаходяться одразу над покрівлею комерції, це дозволить не порушити приватний простір мешканців, надасть гарного естетичного вигляду покрівлі. У зв'язку з тим, що вікна виходять на проїзду частину міста, де інтенсивний рух транспорту, так як це центральна частина міста, що знаходиться не далеко від залізничного вокзалу, організація модульного озеленення на даній площі буде досить корисним і необхідним.

Технологія з застосуванням профільованої мембрани з виступами DELTA-FLORAXX TOP

Із застосуванням інноваційних ідей та сучасних виробничих потужностей, компанія Dörken GmbH & Co. KG виробляє високоякісні ізоляційні системи для захисту фундаментів, дренажу та гідроізоляції, які є стандартом якості, надійності, довговічності та енергозбереження. Профільна мембрана DELTA-FLORAXX TOP компанія Dörken GmbH & Co. KG (рис. 3.4) розроблена спеціально для використання на зелених дахах здатна утворювати потужний шар захисту та дренажу. Вона виконує також функції фільтрації та дренажного шару, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. (табл.3.2) Це дозволяє у довгостроковій перспективі реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення, а отже, без додаткових витрат.

Мембрана має виступи восьмигранної форми з ребрами жорсткості, це надає додаткову жорсткість і дозволяють мембрані безпечно витримувати підвищене навантаження від субстрату. Рослинний субстрат може бути нанесений безпосередньо на мембрану, оскільки фільтруючий шар з нетканого поліпропілену вже інтегрований в неї і немає необхідності укласти додатковий шар геотекстилю.

Як правило, вибір конструкції покрівельного пирога залежить від 3х основоположних чинників. Нова покрівля або ремонт старої покрівлі, вибір насаджень (інтенсивне або екстенсивне озеленення), вибір гідроізоляції.





Рисунок 3.4 - Профільована мембрана з виступами DELTA-FLORAXX TOP

Покрівля нашої будівлі є новою, насадження обираємо екстенсивні, адже вона дає менші навантаження на будівлю, має меншу вагу. Не вимагає особливого догляду і практично не вимагає поливу, не вимагає частого технічного обслуговування.

Таблиця 3.2 - Компоненти системи DELTA-FLORAXX TOP для покрівлі з екстенсивним озелененням

1	Озеленення	Екстенсивне: багаторічні трави, сідуми, мох
2	Грунт	Грунт з мінералами для покрівельного озеленення (рН=5,5-6,5), щільність бл. 1000 кг/м <sup>3</sup> при вологості 60%. Контейнер 40 чи 1200 л. Товщина субстрату задається проектувальником залежно від виду рослин. Стандартна товщина від 8 до 20 см

Продовження таблиці 3.2 - Компоненти системи DELTA-FLORAXX TOP для покрівлі з екстенсивним озелененням

3	Фільтруючий, дренажний і водонакопичувальний шар	<p>DELTA-FLORAXX TOP дренажна мембрана з перфорацією та геотекстилем, рулон 2x10 м (20 м<sup>2</sup>), висота 20 мм, міцність на стиск 200 кН/м<sup>2</sup>.</p> <p>Фільтруючий шар з нетканого термоскріпленого поліпропілену з високою міцністю на розрив приклеєний до мембрани та виступає за габарити у зоні нахльосту на 10 см. Така система дозволяє швидко виводити з ґрунту надмірну дощову або талу воду, зберігаючи при цьому необхідний запас води (до 7 л/м<sup>2</sup>) для підживлення рослин у посушливий період, і не допускає замулювання мембрани частинками ґрунту.</p> <p>Матеріал є стійким до впливу бактерій, луку, не схильний до гниття.</p>
4	Захисний шар	<p>DELTA-FLORAXX TEX термооброблене неткане полотно з полієфіру PES, щільністю 200-800 г/м<sup>2</sup> в залежності від вимог проектувальника. Запобігає гідроізоляції від механічних пошкоджень у ході робіт та експлуатації.</p> <p>Водонакопичувальна здатність 3 л/м<sup>2</sup> при масі геотекстилю 600 г/м<sup>2</sup>. Ширина рулону 2/3/6 м</p>
5	Протикоренева плівка	<p>- DELTA-ROOT BARRIER 0.5 мм - плівка з LDPE-поліетилену, покладена з нахльостом не менше 50 см.</p> <p>-DELTA®-DAWI GP 0.2 мм - плівка з LDPE-поліетилену, покладена з нахльостом не менше 100 см.</p>
6	Гідроізоляційний шар	<p>-ТПО мембрана (1,5 мм або більше), стійка до проростання коріння рослин (Має схвалення FLL).</p> <p>-ПВХ мембрана (1,5 мм або більше), стійка до проростання коріння рослин (Має схвалення FLL).</p> <p>-ЕПДМ мембрана (1,5 мм або більше), стійка до проростання коріння рослин (має схвалення FLL)</p>

Продовження таблиці 3.2 - Компоненти системи DELTA-FLORAXX TOP для покрівлі з екстенсивним озелененням

7	Характеристика	<p>- Покрівля з нахилом до 5° (до 9%).</p> <p>-Висота конструкції без субстрату 25 мм, із субстратом до 225 мм.</p> <p>-Водонакопичувальна здатність конструкції до 140 л при товщині субстрату 200 мм.</p> <p>-Маса конструкції (без утеплювача, при максимальному водонасиченні) до 260 кг/м<sup>2</sup>.</p>
---	----------------	---

Простота та швидкість укладання мембрани є її основною перевагою, матеріал поєднує легкість та пластичність, здатна утворювати потужний шар захисту та дренажу. Вона виконує функції захисту, фільтрації та дренажного шару, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. Це дозволяє у довгостроковій перспективі реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення, а отже, без додаткових витрат на подальшу експлуатацію.

### 3.2 Оптимізація параметрів технологічного процесу з метою підвищення його технологічності

Покрівельні та гідроізоляційні роботи, незважаючи на високий рівень механізації основних видів будівельно-монтажних робіт на сьогоднішній день в Україні є найбільш трудомісткими технологічними процесами та здебільшого виконуються вручну.

Відповідно до аналізу ручної праці, понад 56,6 % покрівельних і гідроізоляційних робіт виконується вручну. Основними причинами застосування ручної праці під час виконання даних робіт є:

- недостатнє оснащення бригад покрівельників ефективними засобами механізації, та технологічними комплектами машин;
- низький технічний рівень засобів малої механізації, що використовуються в будівельних процесах;
- відсутнє виробництво високопродуктивних засобів механізованого інструменту та малої механізації ;
- застосування застарілих та недосконалих засобів технічного оснащення;

–незадовільна експлуатація засобів механізації і недосконала організація використання в багатьох будівельних підрозділах;  
 –оснащення бригад здійснюється окремими засобами механізації, а не високопродуктивними технологічними комплектами машин, що забезпечують комплексну механізацію робіт практично усіх технологічних процесів і операцій.

Технологія влаштування «зеленої» покрівлі, тобто її монтаж не є складним. (рис. 3.5). Існує чотири способи її укладки мембрани:

- баластний;
- клейовий;
- з допомогою механічного кріплення;
- з допомогою гарячого повітря.

Якщо використовується баластний спосіб монтажу, то зверху додатково розстеляється геотекстиль і вся поверхня даху засипається мілко фракційним річковим гравієм або щебнем розміром до 20 мм. Щоб утримує мембрану на місці баласт не порвав її, підстеляється геополотно з щільністю не менше 500 грам/метр. Найпростіше укладання мембрани на покрівлі виконувати з допомогою клею. Ним покривається нижня сторона монтованої полотна на стиках, а також в місцях зіткнення з трубами вентиляції, антени і т. п. Однак подібне покриття – найнедовговічніше. Полімерна мембрана не боїться температурних перепадів і УФ, а ось склад з часом починає розпадатися. І вкладену за клейової технології мембрану рано чи пізно доведеться підклеювати.



Рисунок 3.5 - Монтаж утеплювача

Механічне кріплення мембранного полотна рекомендується застосовувати, якщо дах має ухил понад 10-15 градусів. Кріплення повинні мати широкі капелюшки і фіксуватися на покрівлі з кроком до 20.

Найбільш надійний спосіб укладання, при якому шви м'якого покриття зварюються розігрітим повітрям.(рис. 3.6) Спосіб гарячого зварювання є найпопулярнішим і найбільш використовуваним. З цією метою бажано придбати спеціалізований апарат, за допомогою якого можна отримати потужний повітряний струмінь, нагрітий до температури 450-600 градусів. У роботі з укладання плівки потрібно дотримуватися загальних параметрів створюваного шва, який повинен бути в межах 2 - 10 сантиметрів. На влаштуванні покрівлі на об'єкті, доцільно використовувати спосіб гарячого зварювання для влаштування мембрани. Використання цього методу відрізняється масою переваг, серед яких найважливішим є висока якість покритої площі. Головною відмінністю такого варіанту установки від клейового методу є здатність швів протистояти ультрафіолету та інших зовнішніх факторів.



Рисунок 3.6 - Зварювання мембрани за допомогою обладнання

Якщо провести простий розрахунок витрат праці, на приклеювання мембрани за допомогою обладнання Herz roofon digital (рис. 3.7) можна скоротити витрати праці в 2,5 рази, що дозволить пришвидшити термін виконання робіт (табл. 3.3). Для площі 100 м<sup>2</sup>, витрати часу на приклеювання швів - 16,2 маш. год. Як ми вже розглядали раніше (табл. 2.1), витрати праці робітників-покрівельників, які користуються фенами – 40,78 люд. год, Використання обладнання пришвидшить виконання робіт, забезпечить їх якість та надійність. Але це додаткові витрати на основні засоби в сумі 200 000 грн, які є окупними за рахунок того, що будівельна організація займається будівництвом не одного житлового комплексу, а цілого ряду житлових будинків по місту Хмельницькому, а також підземних паркінгів з інверсійними дахами, даний зварювальний апарат, знизить витрати праці робітників будівельників в цілому по підприємству.

Тобто, якщо забудовник має свою бригаду робітників, яка виконує покрівельні роботи, придбавши необхідне обладнання, можна знизити трудовитрати, чим пришвидшити термін виконання робіт на 100 м<sup>2</sup> в 2,5 рази, а на нашій будівлі з площею покрівлі 2004 м<sup>2</sup> на 40 % .



Рисунок 3.7 - Апарат для зварювання ПВХ мембрани Herz roofon digital,

Ще одним видом оптимізації технологічного процесу є механізація процесу влаштування шару рослинного субстрату на даху за допомогою міні-навантажувача Bobcat® MT100.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики апарат для зварювання Herz roofon digital,

Назва характеристики	Показник
Ширина шва, мм	40
Напруга, В	230
Потужність, Вт	3400
Частота, Гц	50/60
Температура повітря, град. З	200 - 600
Швидкість подачі повітря, грт	12500
Швидкість зварювання, м/хв	1 - 16
Рівень шуму, дБ	70
Мотор	Щітковий
Розміри, мм	500 x 310 x 300
Вага, кг	15

Потреби в тачках, лопатах чи інших ручних інструментах, може бути замінена на міні-навантажувач Bobcat MT100 (рис. 3.8). Він легко проходить крізь ворота, двері та інші вузькі простори. Машина також забезпечує значне збільшення потужності з 1000 фунтів. номінальна робоча потужність, потужне зусилля відривання та вражаюча висота підйому, вагою 1537 кг. (табл. 3.4). Може бути поданий на покрівлі за допомогою Баштового крану, який в нашому варіанті і так знаходиться на будівельному майданчику, слугуючи для подачі будівельних матеріалів.



Рисунок 3.8 - Компактний навантажувач Bobcat MT100

Ґрунт подається на покрівлю в мішках за допомогою баштового крана, Bobcat розвозить його по покрівлі в місцях де будуть пішохідні доріжки, ґрунт в мішках буде слугувати і баластом для Delta – floraxx top, розвозитися по покрівлі буде екскаватором поступово, щоб уникнути наїзду механізму на змонтований пиріг. Міні-навантажувач купувати не потрібно, він вже є на будівництві і використовується для влаштування земляних, щебневих робіт, в середині цокольних приміщень. Вантажопідйомність - 460 кг. Ґрунту для нашої покрівлі нам потрібно 660 кг. Враховуючи, що Bobcat, може розвозити і інші матеріали, продуктивно використовувати ми його можемо цілий день- 8 год.

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики Bobcat MT100

Назва характеристики	Показник
Вага	1.537 т
Номінальна робоча вантажопідйомність	460 кг
Ширина ковша	0.914 м
Транспортна довжина	2.145 м
Транспортна ширина	0.914 м
висота в транспортному стані	1.387 м
Швидкість	6.4 км/год
Виробник двигуна	Kubota
Тип двигуна	D902 E3B
Потужність двигуна	18.6 кВт
Робочий об'єм	0.9 л
Кількість циліндрів	3
рівень викидів	Tier 4

Вартість 1 маш. год складає 800 грн, всього вартість механізму 6400 грн. за день, тоді як планування даної ділянки під озеленення вручну, коштує згідно кошторису вартості робіт – 27600 грн. тобто в 4,3 рази більше.

Основними недоліками використання Мембрана з ПВХ є:

1. Мембрана з ПВХ вразлива до кислот, масел та побутової хімії.
2. Клейовий спосіб укладки потребує залучення професіоналів, адже будь-яка похибка призведе до швидких розривів у стиках.
3. Ціна покриття в сумі з монтажем.

Для успішного уникнення недоліків ПВХ мембран необхідно не використовуємо у технологічному процесі кислоти і масла, побутову хімію, укладку



матеріалу проводимо не клеєм, а за допомогою зварювального апарата, який є легким у використанні, вартість покрівельних робіт знижуємо за рахунок скорочення трудовитрати, замінивши ручне виконання робіт, механізованим.

Недолік з вартістю самого матеріалу, можна легко перетворити на перевагу, адже після установки ПВХ на покрівлю можна гарантувати її тривалу експлуатацію. Наприклад, бітумна черепиця вимагає ремонту вже через три роки, а покриття з мембрани прослужить не менше 40 років.

Ремонтопридатність і довговічність «зеленої» покрівлі важливий критерій при виборі виду і технології влаштування. Ремонтується вона за допомогою спеціальних стрічок з клейкою основою. Замість звичайного клею на них нанесена суміш, яка змушує полімери пошкодженої поверхні вступати в хімічну реакцію і з'єдналися в єдине ціле. В результаті застосування таких латочок знову виходить безшовне покриття з відмінною гідроізоляцією. Але серед усіх інших матеріалів цей вид покрівельних покриттів виділяється безсумнівною довговічністю і високою якістю гідроізоляції.

При влаштуванні «зеленої» покрівлі слід дотримуватися правильної технології - тільки так можна отримати якісний результат, який забезпечить тривалий термін експлуатації та відсутність частих ремонтів в подальшому. Та при цьому потрібне регулярне очищення дренажної системи і своєчасна перевірка покрівлі для виявлення можливих пошкоджень.

### 3.3 Висновки до розділу 3

1. За підсумками багатокритеріального аналізу DELTA Floraxx top – варіант покрівлі, який є найкращим. Найдешевша вартість, найкраща шумоізоляція, довговічність, в порівнянні не висока трудомісткість. Інші критерії теж позитивні - найменша кількість технологічних операцій- 7 од, невелика відносно до інших тривалість монтажу – 47 люд. дн. Простота та швидкість укладання мембрани є її основною перевагою, матеріал поєднує легкість та пластичність, здатна утворювати потужний шар захисту та дренажу. Вона виконує функції захисту, фільтрації та дренажного шару, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. Це дозволяє у довгостроковій перспективі реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення, а отже, без додаткових витрат на подальшу експлуатацію.

Даний варіант покрівлі будемо застосовувати на нашому об'єкті.

2. Покрівля з застосуванням модульних конструкцій з RUVIMAT GREEN за підсумками аналізу знаходиться на другому місці, а по тривалості монтажу на першому. Даний варіант покрівлі можна застосовувати на площі комерційних приміщень будівлі, де влаштувати інтенсивний «зелений дах» не має можливості, так як вікна третього поверху квартир знаходяться одразу над покрівлею комерції, це дозволить не порушити приватний простір мешканців, надасть гарного естетичного вигляду покрівлі.

3. Аналізуючи технологічний процес виконання робіт, було знайдено шляхи його оптимізації за рахунок зменшення трудовитрат, заміною виконання робіт з ручної праці на механізовану. Тобто, придбавши апарат для зварювання ПВХ мембрани Herz roofon digital, можна знизити трудовитрати, чим пришвидшити термін виконання робіт на 100 м<sup>2</sup> в 2,5 рази, а на нашій будівлі з площею покрівлі 2004 м<sup>2</sup> на 40 %. А використовуючи міні-навантажувач Vobcat на 4,3 рази.

## 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

Даним проектом передбачено будівництво житлового будинку, призначеного для розміщення одно-, дво- та трикімнатних квартир комерційного типу з вбудованими приміщеннями громадського призначення та гаражем (табл.4.9) Передбачено виконання робіт в одну чергу з виділенням чотирьох пускових комплексів з метою поетапного введення в експлуатацію відокремлених частин будинку, а саме:

I пусковий комплекс - житлова секція на один під'їзд на 60 квартир, кутова. із габаритними розмірами в осях - 28,14x48,63 м (25,86x39,73 м – з відм.+8,100) з однокімнатними, двокімнатними та трикімнатними квартирами I-ї категорії, вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського призначення на першому та другому поверхах.

II пусковий комплекс– житлова секція на 32 квартири, рядова із габаритними розмірами в осях 22.77x24,88 м(22,77x15,95 м – з відм.+8,100) з однокімнатними, двокімнатними квартирами I-ї категорії, вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського призначення на першому та другому поверхах.

III пусковий комплекс– житлова секція на 60 квартир кутова, з габаритними розмірами в осях – 29,04x48,63 м (25,86x39,73 м – з відм.+8,100) з однокімнатними, двокімнатними та трикімнатними квартирами I-ї категорії, вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського призначення на першому та другому поверхах.

IV пусковий комплекс– наземний гараж на 24 паркомісць.

Таблиця 4. 1 - Загальні техніко-економічні показники

Найменування	Одиниці виміру	Загальна кількість			I	II	III	IV
Назва об'єкту будівництва, його розташування			Нове будівництво багатоквартирного житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення, підземним гаражем з почерговим введенням в експлуатацію та знесенням існуючих будівель по вул. Шевченка, 41 в м. Хмельницькому					
Вид будівництва, термін експлуатації			Нове будівництво Термін експлуатації – 100 років					

## Продовження таблиці 4.1 - Загальні техніко-економічні показники

Ступінь вогнестійкості			II				
Загальна кошторисна вартість будівництва	тис.грн			150758,09			
Площа ділянки	га			0,5650			
Площа забудови	м <sup>2</sup>			2905,1			
Поверховість	поверхів			10			
Умовна висота будинку	м			29,8			
Кількість квартир у секції	шт.	152		60	32	60	
-однокімнатних	шт.	32		8	16	8	
-двокімнатних	шт.	88		36	16	36	
-трикімнатних		32		16	-	16	
Загальна площа квартир	м <sup>2</sup>	11017,88		4580,86	1856,16	4580,86	
Площа літніх приміщень	м <sup>2</sup>	443,76		203,72	36,12	203,72	
Площа квартир у будинку	м <sup>2</sup>	11286,12		4733,14	1819,84	4733,14	
Житлова площа квартир	м <sup>2</sup>	5558,02		2380,53	796,96	2380,53	
Будівельний об'єм:	м <sup>3</sup>	91151,7		33597,3	1579,4	34667,0	7093,0
Площа наземного гаража	м <sup>2</sup>	557,49					557,49
Загальна площа будинку	м <sup>2</sup>	24540,59		9267,98	4360,97	9518,84	1392,8
Тривалість будівництва	міс			67.5			

Проектовані багатоквартирні житлові секції, розташовані на земельній ділянці площею 0,5650 га, яка розташована у центральному районі м. Хмельницького, по вул. Шевченка, 41. З півночі ділянки знаходиться малоповерхова садибна забудова, із заходу – проїзд та малоповерхова садибна забудова, з сходу- провулок Шевченка, з півдня- вулиця Шевченка.

Архітектурне вирішення, об'ємно-просторове рішення, розташування елементів фасадів визначилась, головним чином, функціональним призначенням будинку і конструктивними рішеннями.

Клас відповідальності на об'єкт будівництва – СС3.

Клас відповідальності будівлі – СС2.

Ступінь вогнестійкості – II .

Ступінь довговічності – I.

Клас енергетичної ефективності -С.

За природно-кліматичними ознаками територія ділянки належить до I кліматичного району.

За даними інженерно-геологічних вишукувань, виконаних Товариством з обмеженою відповідальністю "ЖИТОМИРБУДРОЗВІДУВАННЯ" 2019 року, на майданчику будівництва виділені наступні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ -1 Насипний ґрунт-злежаний, неоднорідний-а/б, щебінь, чорнозем, суглинок, пісок, залишки фундаментів, будівельне сміття.

ІГЕ – 3 Суглинок тугопластичний, з гніздами та прошарками піску і дрібними обломкам ракушок, жовто - бурий.

ІГЕ – 4 Супісок пластичний, з лінзами та прошарками піску і суглинка, з дрібним обломками ракушок, сірий, блакитно-сірий.

ІГЕ – 5 Пісок середньої крупності, кварцовий, середньої щільності, з прошарками глин пісків різної крупності, обломками вапняку і ракушок, насичений водою, сірий, сіро-блакитний

ІГЕ - 6 Глина тверда, з прошарками піску, з обломками ракушок та вапняку, сіра.

ІГЕ - 7 Напівскельний ґрунт- вапняк глинистий, оолітовий з слабкими зона тріщинуватості, сірувато-білий .

Нормативна глибина промерзання – 0,86 м. Ґрунтові води розташовані на глибині 0,6-2,7 м.

Будівництво по ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 [22] виконується в I архітектурно-будівельному кліматичному районі України.

Зона вологості району будівництва нормальна. Нормативна глибина промерзання ґрунту - 0,90 м.

Температура зовнішнього повітря по ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 :

- температура зовнішнього повітря в зимовий період -21 °С;
- температура зовнішнього повітря в літній період +22.0 °С.
- середня температура опалювального періоду -0.1°С;

- температурна зона 1;
- опалювальний період 183 доби.

Протягом року переважають вітри північно-західного напрямку. Місто Хмельницький розташоване у фізико-географічній лісостеповій області Поділля.

Стан навколишнього природного середовища у місті Хмельницький загалом характеризується як стабільний. Комплексний індекс забруднення вважається приблизно рівним середньому забрудненню по містах України. Зниження індексу забруднення обумовлено зменшенням середньорічних концентрацій по аміаку та оксиду азоту.

#### Рішення генерального плану

Земельна ділянка згідно генерального плану міста передбачена під житлову забудову з подальшою багатопверховою забудовою. На прилеглих ділянках до проєктованого комплексу, згідно генерального плану міста, при реконструкції кварталу передбачається багатопверхова житлова забудова.

Під'їзд автотранспорту до майданчику під будівництво комплексу, можливий з вул. Шевченка та з вул. Шевченко та провулка Шевченка і є можливість проїзду повздовж всіх фасадів, можливість дістатися до всіх прорізів на фасадах.

В результаті прийнятих рішень генерального плану ділянки визначені наступні показники генплану (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 - Показники по генплану

№ п/п	Найменування	Од. виміру.	Кількість
1	Площа ділянки	га	0,5650
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	2905,1
3	Площа твердого покриття	м <sup>2</sup>	2370
	- плитка тротуарна доріжок та відмосток	м <sup>2</sup>	960,0
	м'яке покриття	м <sup>2</sup>	407,0
	плитка тротуарна	м <sup>2</sup>	1003,0
4	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	374,9

Вільні від забудови і доріг ділянки території підлягають озелененню посадкою кущів і влаштуванням газонів. Відвід поверхневих вод виконується в міську зливову каналізацію.

При розробленні об'ємно – планувального рішення були передбачені вбудовані приміщення громадського призначення та гаражі для зберігання автомобілів мешканців секцій.

На відмітці 0,000 в секціях розташовані вхідна група, технічні приміщення житлових будинків, технічні приміщення громадських приміщень та гаражів, вбудовані громадські приміщення – торгівельні зали, складські приміщення.

На відм. +4,500 в секціях розташовані вбудовані приміщення громадського призначення(торгівельні зали, підсобні приміщення), вхідні групи в житлові будинки, квартири, а також коридори загального користування, сходові клітки, ліфтові шахти, ліфтові холи.

На відмітці +8,100...+29,100 в секціях розташовані квартири, коридори загального користування, сходові клітки, ліфтові шахти, ліфтові холи, господарські приміщення тощо.

На відмітці +32,200 розташовані приміщення технічного поверху.

Висота житлових поверхів 3,0 м.

Висота поверху на відм.0,000 – 4,5 м; висота поверху на відм.+4,500 – 3,6 м.

Наземний вбудовано-прибудований гараж розташований на відм.0,000, висота складає 3,5 м від рівня чистої підлоги до стелі. Покрівля гаража – експлуатована, з розташованими на ній майданчиками для ігор дітей, відпочинку дорослого населення.

Всі квартири для постійного проживання забезпечені нормативним часом інсоляції і провітрюванням через вікна з поворотно-відкидним механізмом відкривання, вбудовані віконні провітрювачі і вентиляційні канали, розміщені в кухнях і санітарних приміщеннях. Житлові кімнати і кухні мають природне освітлення.

Проектоване житло за рівнем комфорту та соціальної спрямованості відноситься до I категорії згідно з п.1 В.2.2-15-2019.

В житлових приміщеннях проектом виконані санітарно-гігієнічні вимоги згідно з п.3 ДБН В.2.2-15-2019. [23]

Вертикальне переміщення в кожній секції здійснюється ліфтом

- вантажопідйомність 1000кг – пасажирський та за допомогою сходової клітки типу Н1.

По конструктивним рішенням огорожувальних конструкцій, їх теплоефективності і теплофізичним властивостям витримані вимоги ДБН В.2.6-31:2021 [24]

в санвузлах – без оздоблення;

в кухнях – гіпсова штукатурка ;

в кімнатах, коридорах та інших приміщеннях квартир – гіпсова штукатурка;  
зовнішні коридори та сходові клітки – водоемульсійна фарба;  
оздоблення стелі в кімнатах, коридорах та інших приміщеннях квартир – без оздоблення.

оздоблення стелі в зовнішніх коридорах та сходових клітках- водоемульсійна фарба по ґрунтовці.

вхідні двері в квартири – металеві, протиударні, з вогнестійкістю EI 30, згідно вимог змін до ДБН В.2.2-15-2019 ”Житлові будинки. Основні положення.”

вікна – металопластикові, заповнення – склопакети (виробника визначає замовник).

підлоги – у житлових приміщеннях-стяжка по теплозвукоізоляції, у санвузлах-плита перекриття, загальні коридори – керамічна плитка.

Огороджувальні конструкції будівлі прийняті з утепленням. Товщина теплоізоляційного шару огорожуючих конструкцій становить:

- зовнішні стіни товщиною 510 мм , 380 мм– плити з мінеральної вати товщиною 200 мм;

- перекриття між першим поверхом та нежитловими приміщеннями поверху на відм. -3,400–плити пінополістиролу ПСБ-25 товщиною 50 мм у конструкції підлоги;

-покриття виходу на покрівлю, суміщені покриття - плити мінеральної вати густиною 100кг/м<sup>3</sup> – 200 мм, і 220 кг/м<sup>3</sup> – 50 мм;

- горищних перекриттів неопалювальних горищ – плити мінеральної вати густиною 100кг/м<sup>3</sup> - 220 мм

Фундамент . Палі, по яких виконаний монолітний залізобетонний ростверк висотою 800 мм. з бетону С20/25, армований арматурою кл. А500с та А240 згідно ДСТУ 3760:2006. Основою для палі слугує ІГЕ 7 –вапняк глинистий, оолітовий, з слабкими зонами тріщинуватості, сірувато-білий.

Покрівля - суміщена з ухилом  $i = 2-3 \%$  з внутрішнім водовідведенням на прибудинкову територію і у зливову каналізацію. На парапетній стінці проектом передбачено влаштування металевої огорожі висотою 0,6 м та мурованого парапету висотою 1,2 м.

Покрівля плоска, виконується із рулонних матеріалів згідно ДБН В.2.6-220:2017 „ Покриття будівель і споруд ”[25]

Водовідвід – внутрішній організований.

Перегородки внутрішньоквартирні – цегляні 65мм та 120мм щільністю 1480 кг/м<sup>3</sup>, звукоізоляція – не більше 48 дБ, горючість – НГ; багатошарова конструкція з



цегли 2x65мм з заповненням з мінераловатних плит товщиною 100 мм – 250мм, звукоізоляція не менше 50 дБ, горючість – НГ.

Перегородки громадських приміщень – газобетоні, товщиною 75мм та 125 мм, щільністю 400 кг/м<sup>3</sup>, звукоізоляція – не більше 41 дБ.

#### Водопровід та каналізація

Проектом передбачається об'єднана система господарсько-протипожежного водопостачання житлового будинку. Водопостачання вбудованих громадських приміщень та паркінгу здійснюється окремими системами. Витрата води на внутрішнє пожежогасіння житлового будинку становить 2,5 л/с (табл. 3, п. 1 ДБН В.2.5-64-12 Внутрішній водопровід та каналізація) [26], вбудованих громадських приміщень -2 струмені по 2,5 л/с (табл. 3, п. 7 ДБН В.2.5-64-12), паркінгу - 2 струмені по 5,0 л/с (табл. 4, ДБН В.2.5-64-12).

Передбачається загальний облік водоспоживання в житлі, в громадських приміщеннях та окремо в кожній квартирі і окремими громадськими споживачами лічильниками з антимагнітним пристроєм.

Для забезпечення стабільного водопостачання проектується підвищувальні насосні станції.

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння становить 20 л/с (табл. 4 ДБН В.2.5-74-13 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди) [27]

Гаряче водопостачання квартир здійснюється від газових двоконтурних котлів з закритою камерою згорання теплопродуктивністю 24 кВт, громадських приміщень – від електронагрівачів.

Системи побутової каналізації житла та громадських приміщень роздільні.

Для відведення дощових стоків передбачається система внутрішніх водостоків.

#### Опалення та вентиляція

Розрахункові параметри для розробки систем опалення та вентиляції прийняті:

- температура зовнішнього повітря в зимовий період -21°C;
- температура зовнішнього повітря в літній період +22,9 °С.
- середня температура опалювального періоду -0,1 °С;
- температурна зона - I
- опалювальний період - 183 днів.

Опалення житла від квартирних котлів з закритою камерою згорання продуктивністю 24 кВт, встановлених в кухні кожної квартири. Нагрівальні прилади - сталеві радіатори Ригто з термостатичними клапанами та термоголовками, в ванних кімнатах - рушникосушки.

Громадські приміщення опалюються від вбудованої котельні.

В квартирах передбачається припливно-витяжна вентиляція з природним спонуканням. Видалення повітря через вентиляційні канали кухонь, ванних та туалетів. Приплив повітря через віконні провітрювачі РО400 Вентс, вмонтовані в рами вікон житлових кімнат.

Вентиляція громадських приміщень припливно-витяжна з механічним спонуканням системами з рекуператорами тепла.

#### Газопостачання

Проектом передбачається газопостачання природним газом з теплотворною здатністю  $Q=8050$  ккал/м<sup>3</sup>.

Споживачами газу в житловій частині споруди є двоконтурні навісні котли з закритою камерою згоряння теплопродуктивністю 24 кВт та газові плити кожної квартири. Для обліку газу запроектовані мембранні газові лічильники G-2,5.

#### Електротехнічні рішення

Проектом передбачається живлення житлового будинку і громадських приміщень згідно ТУ на електропостачання.

За ступенем надійності електропостачання електроприймачі відносяться до II категорії.

Електропостачання евакуаційного і аварійного освітлення, систем протипожежного і протидимного захисту відноситься до I категорії і живиться через АВР.

Основними споживачами електроенергії житла є прилади електроосвітлення та побутова техніка.

Основними споживачами громадських приміщень є технологічне та сантехнічне обладнання.

Електропостачання виконується кабелями марки АВВГ

Стояки до поверхових щитків виконуються проводом марки ПВнгд з низьким димо-і газовиділенням в ПВХ трубах з низьким димо-і газовиділенням (Пнгд) фірми "Копос Електра УА". Стояки евакуаційного освітлення, які прокладаються відкрито виконуються в сталевих трубах, мережі живлення евакуаційного освітлення, систем протипожежного та протидимного захисту виконуються кабелем КОВСнг-FRHT-FE180/90 (вогнестійкість 90хв).

Мережі в квартирах виконуються проводом стійким до поширення полум'я марки ВВПнг схованого під штукатуркою .

Живлення громадських приміщень передбачається окремими кабелями від запроектованої ТП

Сигналізація загазованості виконується за допомогою газосигналізатора "Варта". Звукова сигналізація від сигналізатора загазованості виводиться в коридор на 1-й поверх, а світло-звукова - на фасад будинку біля входу.

Заземлення і занулення

Проектом передбачається система заземлення TN-C-S.

Для захисту людей від ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції застосовується захисне занулення. Зануленню підлягають всі металеві неструмопровідні частини електрообладнання, металеві корпуси розподільчих щитків, сталеві труби електропроводок. В якості провідників занулення використовують нульові жили живлячих кабелів і спеціальний нульовий захисний провідник живлячих проводів і кабелів. Захист від виникнення заряду статичної електрики виконується приєднанням до контуру заземлення всіх металевих та електропровідних неметалевих частин технологічного обладнання (сталеві труби комунікацій будинку).

Контур заземлення складається з вертикальних електродів діаметром 18 мм довжиною 3м, які з'єднуються горизонтальними електродами із сталюї штаби 40x4мм і прокладаються в траншеї на глибині 0,6 м від рівня планувальних відміток землі. Опір розтікання струму пристрою заземлення не повинен бути більше 10 Ом.

Групові мережі, що прокладаються від коридорних і квартирних щитків до світильників загального освітлення, штепсельних розеток виконуються 3-х провідними (фазний, нульовий робочий і нульовий захисний провідники).

Кожний елемент пристрою, який заземлюється, повинен приєднуватись до нульового захисного проводу або магістралі заземлення, з'єднаної з нульовим робочим проводом при вводі в будинок, за допомогою окремого відгалуження.

Монтажні роботи виконувати згідно з ПУЕ і НПАОП 40.1-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок"[28]

Енергозбереження

З метою зниження енергоспоживання при експлуатації будівлі проектом передбачено такі заходи:

існуюча компактна планувальна схема будівлі забезпечує мінімальну площу зовнішніх стін та мінімальні витрати тепла;  
зовнішні стіни прийняті з утепленням;

- підлога 1 поверху виконана з використанням матеріалів, що утеплюють, за сучасною технологією;
- передбачається посилена гідроізоляція покрівлі;
- заповнення віконних отворів передбачається вікнами з посиленою теплоізоляцією;

- нагрівальні прилади квартир обладнані автоматичними терморегуляторами;
- передбачено автоматичне регулювання в залежності від температури зовнішнього повітря- котли квартир обладнуються погодозалежною автоматикою;
  - проектом передбачається встановлення лічильників споживання води, газу та електроенергії.
  - опалювальні прилади, які розміщуються на стіні поруч із віконними прорізами, встановлюються з тепловідбивною теплоізоляцією між приладом і стіною.

Огороджувальні конструкції будівлі прийняті з утепленням. Товщина теплоізоляційного шару огороджуваних конструкцій становить:

-зовнішні стіни товщиною 510 мм , 380 мм– плити з мінеральної вати товщиною 200 мм;

-переkritтя між першим поверхом та нежитловими приміщеннями поверху на відм. -3,400–плити пінополістиролу ПСБ-25 товщиною 50 мм у конструкції підлоги;

- покриття виходу на покрівлю, суміщені покриття - плити мінеральної вати густиною  $100 \text{ кг/м}^3 - 200 \text{ мм}$ , і  $220 \text{ кг/м}^3 - 50 \text{ мм}$ ;

- горищних переkritтів неопалювальних горищ – плити мінеральної вати густиною  $100 \text{ кг/м}^3 - 220 \text{ мм}$ . Згідно вимог ДБН В.1.2-11-2021 "Енергозбереження та енергоефективність."

## 4.2 Технологічні рішення

Технологія влаштування зеленої покрівлі поетапно:

### 1 Влаштується пароізоляції

Перед укладанням DELTA-FLORAXX TOP поверхню покрівлі необхідно ретельно очистити. Для нового будівництва рекомендується використовувати гідроізоляцію, стійку до проростання коренів. Стики несучих залізобетонних плит замоноличуються (рис 4.2), поверхня нерівних плит або монолітного переkritтя затирається цементно-піщаним розчином марки не нижче M150.

Влаштується пристрій пароізоляції. (рис. 4.1). Яку рекомендується укладати безпосередньо перед пристроєм теплоізоляційного шару. До початку укладання пароізоляційного шару необхідно:

- Закінчити всі види будівельних робіт на покритті;
- Встановити металеві компенсатори в місцях влаштування деформаційних швів.

Укладання бітумних матеріалів (Лінокром, Бікрост) можна проводити при температурі зовнішнього повітря вище  $+ 5^{\circ} \text{C}$ . На всі вертикальні поверхні пароізоляційний матеріал необхідно наклеїти, суцільною приклеюю, заводячи вище теплоізоляційного шару.

На всій горизонтальній площині рулони бітумного матеріалу склеюють в швах, забезпечивши напускку полотнищ 80-100мм в бічних швах і 150 мм в торцевих.



Рисунок 4.1 - Влаштування пароізоляції на даху



Рисунок 4.2 - Влаштування цементно-піщаної стяжки

## 2. Укладання теплоізоляції

Укладання теплоізоляційних плит і влаштування стяжки рекомендується проводити в одну і ту ж зміну. Плити слід укладати в напрямку «на себе». Це зменшить пошкодження плит в процесі їх укладання. Перед виконанням монолітної теплоізоляції на цементному в'язкому слід провести нівелювання поверхні несучих плит для установки маяків, що визначають товщину укладання теплоізоляції. При влаштуванні теплоізоляції з двох і більше шарів плитного утеплювача, шви між плитами розташовувати «врізнобіч», забезпечуючи щільне прилягання плит один до одного. Шви між плитами утеплювача більше 5 мм повинні заповнюватися теплоізоляційним матеріалом. Укладання утеплювача найпростіше починати з кута покрівлі. При укладанні теплоізоляційні плити додатково різуть так щоб стики плит 1-го і 2-го шарів не співпадали (рис. 4.3). Така розрізання утеплювача підходить для утеплювачів розміром  $500 \times 1000$  мм або  $600 \times 1200$  мм.



Зсув плит верхнього і нижнього шарів при укладанні.

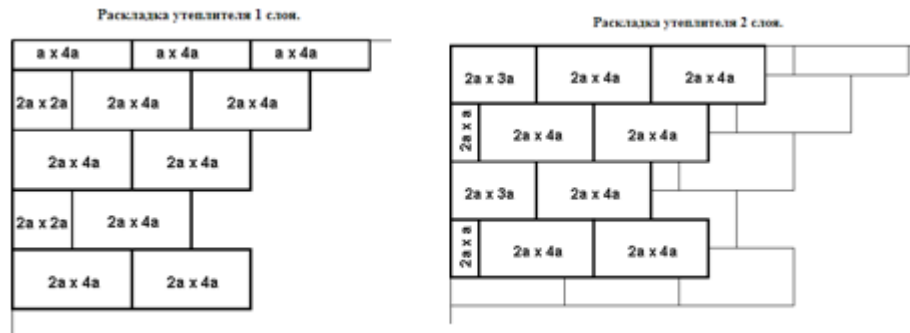


Рисунок 4.3 - Влаштування теплоізоляції в два шари

### 3 Влаштування основи під гідроізоляційний килим

При влаштуванні цементно-піщаної стяжки виконують температурно-усадочні шви шириною близько 5 мм, що розділяють стяжку на ділянки не більше ніж  $6 \times 6$  м, стяжки з асфальтобетону ділять на карти  $4 \times 4$  м. Шви повинні збігатися з торцевими швами несучих плит і розташовуватися над швами в монолітній теплоізоляції. Грунтовку наносять за допомогою кистей або щіток для монолітної теплоізоляції

Для механічного захисту гідроізоляції необхідно використовувати розділовий шар нетканого геотекстилю вагою не менше  $300 \text{ г/м}^2$  (наприклад, DELTA-FLORAXX TEX300 /400). (рис. 4.4)



Рисунок 4.4 - Влаштування геотекстилю

Укладання рулонного матеріалу починають зі складних ділянок, таких як водоприймальні воронки і карнизні звиси. (рис. 4.5)

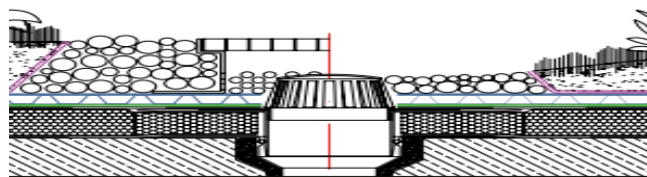


Рисунок 4.5 - Розкладка полотниць в районі водоприймальної воронки

Розкочування рулонів здійснюється в одному напрямленні: при ухилах більше 15% - уздовж ухилу, при ухилах менш 15% - уздовж або перпендикулярно ухилу. (рис. 4.6)

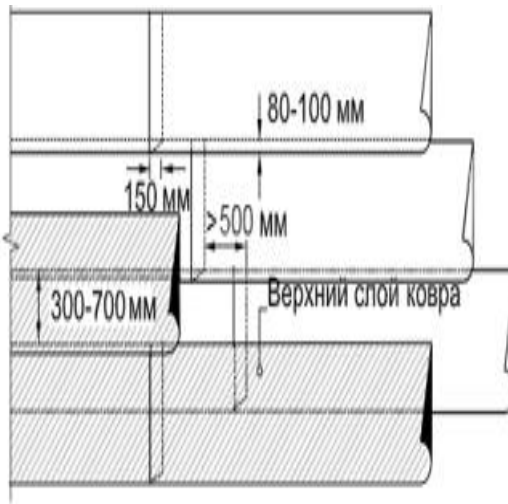


Рис. 4.6 - Розкладка полотнищ покрівельних матеріалів в районі водоприймальної воронки

#### 4 Влаштування дренажної мембрани з виступами 20 мм

Поверх розділового шару розкачують дренажну мембрану, при цьому зверху повинен бути шар фільтра геотекстилю (DELTA-FLORAXX TOP. Розмір геотекстилю і напрям укладання не мають значення. Рекомендоване перекриття геотекстилю - 10 см. Для тимчасової фіксації мембрани використовують вантажні пригруження (наприклад, мішки з піском). (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 - Влаштування DELTA-FLORAXX TOP

#### 5 Влаштування термоскріпленої геотекстильної мембрани

Для виконання поздовжнього з'єднання виведіть мембрану на раніше покладений

рулон, піднявши геотекстиль, і вирівняйте виступи сусідніх рулонів (мінімум 2 ряди). На кінці (поперечного) стику відокремити геотекстиль від профільованої основи і з'єднайте виступи з нахлестом близько 20 см. (рис. 4.8)

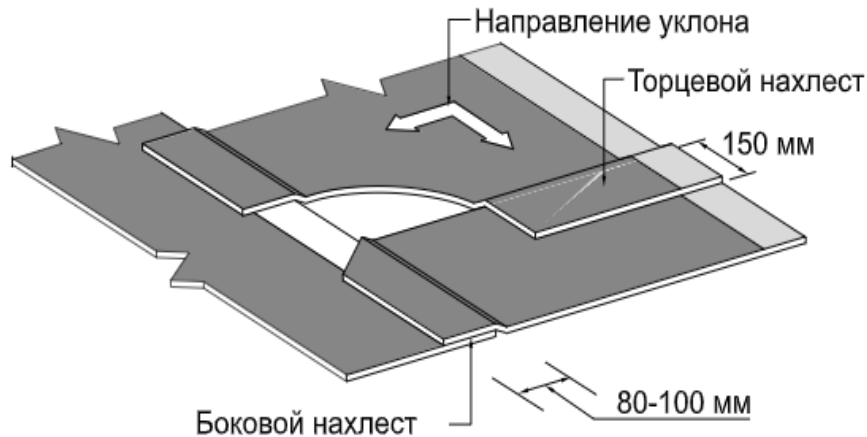


Рисунок 4.8 - Нахлести полотнищ рулонного матеріалу

Не допускається повний збіг виступів. Геотекстиль завжди повинен покривати зону перекриття, щоб захистити дренажну систему від замулення. Для розрізання і обрізки рулону слід використовувати ніж. Укладання мембрани є простим та швидким процесом. Ущільнення проходок і примикань виконується просто, тому що матеріал поєднує легкість та пластичність. стрічка, що самоклеїться по краю рулону, допомагає залишатися на місці без ковзання або зсуву. (рис. 4.9)

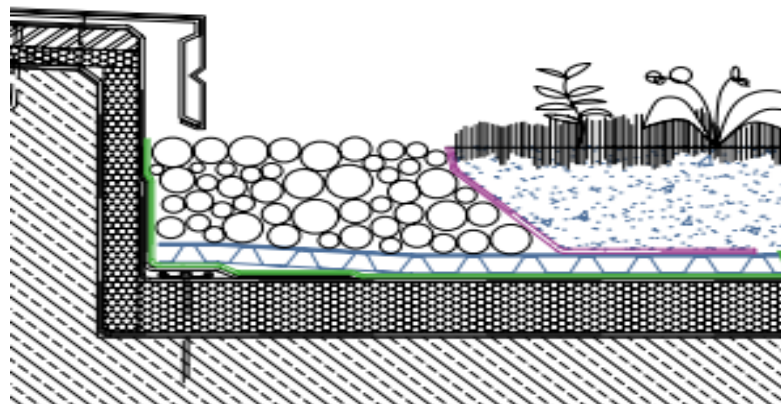


Рисунок 4.9 - DELTA®-FLORAXX TOP примикання до парапету



## 6 Шар ґрунту і рослини

Шар ґрунту слід наносити безпосередньо на фільтруючий шар. В якості рослинного субстрату використовуються спеціально підібрані суміші на основі мінеральних і органічних наповнювачів, які забезпечують необхідні умови для життєдіяльності рослин, що висаджуються на зелених дахах. Склад рослинного субстрату залежить від видів рослин, що висаджуються. Рослинний субстрат повинен забезпечувати рослини необхідними поживними речовинами і водою, володіти волого і повітропроникністю, необхідним показником кислотності (рН), повинен бути очищений від насіння бур'янів, шкідників, збудників хвороб, токсичних речовин, повинен бути стійкий до складних погодних умов (промерзання, посухи, перезволоження, вивітрювання) і т. д.

Товщина рослинного субстрату становить:

- для зелених дахів з легким озелененням від 30 до 150 мм;
- для зелених дахів з інтенсивним озелененням більше 150 мм.

Вегетативний шар зелених дахів складається з рослин, висаджених у родючий субстрат, а також спеціальні шари, такі як дренажний шар, водоутримуючий шар, аераційний шар (рис 4.10)

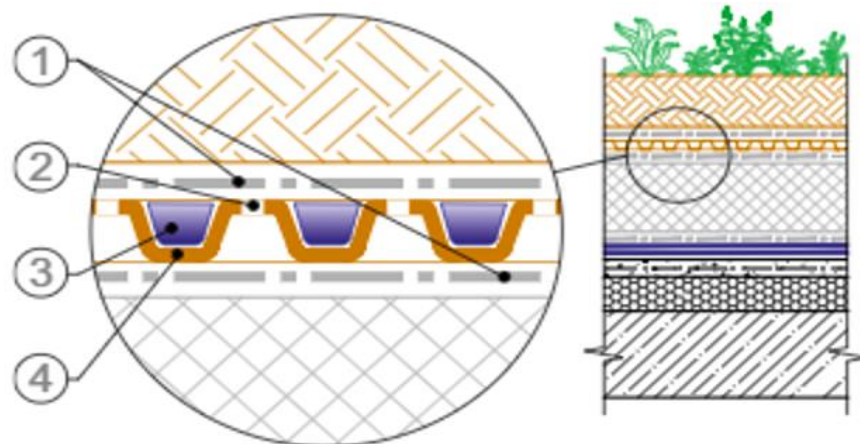


Рисунок 4.10 - Водоутримуючий шар зелених дахів:  
1-геотекстиль; 2-отвір; 3-вода; 4-профільована мембрана

Види рослин при влаштуванні дахів з легким озелененням застосовуються трав'янисті і так звані ґрунтово-покривні рослини:

- газонні трави;
- мохоподібні рослини;
- очітки (седуми) .

На дахах з інтенсивним озелененням можуть вирощуватися практично всі види рослин, які використовуються при звичайному ландшафтному проектуванні:

- трав'янисті рослини;
- чагарники;
- невеликі дерева.

Розробивши технологію влаштування «зеленої» покрівлі, провівши оптимізацію технологічного процесу, виконаного в розділі 3.2. розроблено графік виконання робіт В календарному графіку відображено тривалість виконання окремих процесів у строгій технологічній послідовності, взаємно погоджених їх у часі з урахуванням максимального сполучення робіт, виконання робіт великовантажними будівельними машинами, спец. технікою. Планується рівномірний розподіл та використання робітників з дотриманням правил та вимог охорони праці та техніки безпеки, технологічних перерв між роботами. Перелік видів робіт відповідно до технологічних операцій відображено у (табл. 4.3)

Таблиця 4.3 Перелік об'ємів на виконання робіт влаштуванню «зеленої» покрівлі відповідно до технологічних операцій

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість
1	Очищення і підготовки поверхні	м2	2004
2	Улаштування пароізоляції	м2	2004
3	Утеплення покриттів плитами пінопласту	м2	2004
4	Улаштування гідроізоляції	м2	2004
5	Покриття мембраною DELTA-FLORAXX TOP	м2	2004
6	Улаштування геотекстилю DELTA	м2	2004
7	Влаштування примикань до парапетів	м2	975
8	Встановлення воронки, системи водовідведення	шт	30
9	Планування ділянки під озеленення	м2	2004
10	Підготовка ґрунту під квітники, товщина шару насипки 20 см	м2	2004
11	Садіння кущів-саджанців у групи в ями розміром 0,5х0,5 м	шт	10020
12	Прибирання території, вивезення сміття	м2	2004

Для виконання робіт необхідно залучити такі машини і механізми:

- баштовий кран;
- міні-навантажувач Bobcat MT100;
- ручні катки;
- апарат для зварювання ПВХ мембрани;

Ефективна організація технологічного процесу напряму пов'язана з наявністю необхідної техніки і обладнання на об'єкті.

Інноваційні технології і висока якість сировини дають можливість виробляти матеріал з незначною вагою. Покрівля, виконана із застосуванням ПВХ мембрани, не перевантажує опорні частини фундаменту і самої будівлі. Товщина плівки, зазвичай, становить від 0,8 до 2 міліметрів, а один квадратний метр матеріалу важить всього 2,3 кілограмів в водонасиченому вигляді. Проаналізувавши різні варіанти влаштування покрівель, було обрано DELTA Floraxx top – варіант покрівлі, який є найкращим. (рис.4.11)



Рисунок 4.11 - Влаштування «зеленої» покрівлі DELTA Floraxx top.

Вона виконує функції захисту, фільтрації та дренажного шару, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. Це дозволяє у довгостроковій перспективі без додаткових витрат на подальшу експлуатацію, реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення. Застосовуючи даний варіант покрівлі на нашому об'єкті, завдяки оптимізації технологічних процесів можна суттєво зменшити трудовитрати, заміною виконання робіт з ручної праці на механізовану.

### 4.3 Висновки за розділом 4

Проектом передбачено будівництво житлового будинку, призначеного для розміщення одно-, дво- та трикімнатних квартир комерційного типу з вбудованими приміщеннями громадського призначення та гаражем. Об'єкт будівництва розташований на земельній ділянці площею 0,5650 га, що знаходиться у центральному районі м. Хмельницького, по вул. Шевченка, 41. Фундамент будівлі палевий, по яких виконаний монолітний залізобетонний ростверк висотою 800 мм. з бетону С20/25, армований арматурою кл. А500с та А240. Основою для палі слугує ПГЕ 7 –вапняк глинистий, оолітовий, з слабкими зонами тріщинуватості, сірувато-білий. Покрівля плоска площею 2004 м<sup>2</sup> – житловий будинок і 975 м<sup>2</sup> – комерційні приміщення. Враховуючи місце розташування об'єкта - центральна частина міста, яка є доволі загазованою, через наявність великої кількості автотранспорту. Наявність великої площі покрівлі, що може слугувати, як зелена зона для відпочинку, проведення дозвілля, це ще й допоможе розвантажити прибудинкову територію, частково перенісши зелену зону на дах буде змога для влаштування додаткових паркомісць для автотранспорту, з якими в центральній частині міста теж велика проблема. Палевий фундамент здатен витримувати додаткові навантаження, які виникнуть після влаштування зеленої покрівлі, адже вона буде виконана із застосуванням ПВХ мембрани, що не перевантажує опорні частини фундаменту і самої будівлі.

Провівши аналіз технології влаштування зеленої покрівлі прийнято рішення використовувати на об'єкті технологію DELTA-FLORAXX TOP на всій покрівлі забудови площею 2004 м<sup>2</sup>. Для даної технології розроблено дві технологічні карти, складено календарні графіки виконання робіт, визначено послідовність виконання робіт, сформовано потребу у техніці, обладнанні і в матеріалах. Заплановано рівномірний розподіл та використання робітників з дотриманням правил та вимог охорони праці та техніки безпеки,

Дотримуючись правильної технології влаштування, забезпечить у підсумку якісний результат, який матиме тривалий термін експлуатації та відсутність частих ремонтів в подальшому. Влаштування «зеленої» покрівлі забезпечить майбутніх мешканців, якісним, комфортним, економним і корисним житлом.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Даний розділ магістерської дипломної роботи присвячений дотримання вимог охорони праці в умовах оптимізації архітектурно-будівельних рішень, зокрема влаштуванню на даху покрівлі з системами озеленення. За законодавством роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Для дотримання нормального режиму праці робітників, роботодавець зобов'язаний створити безпечні та сприятливі умови роботи, зокрема, такі, щоб забезпечували досягнення високих та ефективних результатів. Про це йдеться, зокрема в Законі України «Про охорону праці». Законодавством України установлені соціальні гарантії у сфері охорони праці найманих працівників, які потрібно виконувати в обов'язковому порядку.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Основна мета охорони праці – зведення до мінімуму імовірності травматизму та захворювань працівників. Це здійснюється за рахунок забезпечення нормальних умов праці.

Отже, згідно [29, 30], під час проектування, будівництва та реконструкції будинків і споруд на працівників впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори: фізичні, хімічні та трудового процесу.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії.

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

## 5.1 Технічні рішення з безпечної організації будівельно-монтажних робіт

### 5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час проектування, будівництва і реконструкції будинків і споруд заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про природно-заповідний фонд України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про ядерну безпеку», «Про дорожній рух», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про відходи», а також Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку. У разі емісії шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря від матеріалів, що використовуються під час виконання будівельно-монтажних робіт, концентрація (ГДК) шкідливих речовин не повинна перевищувати гранично-допустимих величин згідно з вимогами ДСП.

Заходи захисту навколишнього середовища повинні бути визначені в ПОБ, ПВР і виконуватися згідно з вимогами ДБН А.3.1-5. Оцінка впливу на навколишнє природне середовище матеріалів і споруд виконується згідно з ДБН А.2.2-1, ДБН В.1.2-8.

Управління навколишнім природним середовищем здійснюється на основі розроблених та впроваджених згідно з ДСТУ ISO 45001;2019, ДСТУ ISO 19011 систем управління навколишнім середовищем.

Для дотримання в процесі будівництва вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища та населення в проектно-технологічну та проектно-кошторисну документації необхідно передбачити виконання таких заходів [31]:

- будівельно-монтажні роботи на територіях з обмеженим режимом господарської діяльності (заповідні зони, охоронні об'єкти тощо) дозволяється виконувати лише з дотриманням вимог державних екологічної та санітарно-гігієнічної експертиз;
- прокладання тимчасових автомобільних та інших під'їзних шляхів необхідно здійснювати так, щоб запобігти та унеможливити ушкодження сільськогосподарських угідь, дерев та кущів;
- виймання та складування родючого шару ґрунту та подальше його використання здійснювати згідно з ДБН А.3.1-5.
- запобігання пилоутворенню та забрудненню атмосферного повітря;
- запобігання забрудненню підземних вод нижчих горизонтів під час будівельних робіт, штучного закріплення ґрунтів;

- виконання комплексу заходів з утилізації та знешкодження твердих і рідких відходів;
- проведення робіт з меліорації та зміни існуючого рельєфу (створення ставків і водосховищ, знищення ярів, балок, боліт, відпрацьованих кар'єрів) лише за наявності проектної документації, погодженої у визначеному порядку;
- виконувати знезараження промислових та побутових стоків згідно з Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт забороняється [32]:

- випускання стічних вод, а також неочищених господарсько-побутових або виробничих стоків, що утворюються на будівельному майданчику або поряд з ним, відповідно до вимог ДСТУ 8691:2016 Стічні води;
- знищення на будівельному майданчику деревино-кущової рослинності, якщо це не передбачено проектною документацією (знищені дерева та кущі необхідно компенсувати висадженням подібної рослинності після закінчення будівництва);
- складання відходів та сміття у зонах житлової забудови без застосування спеціальних пристроїв.

Керівник робіт несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог. У разі виявлення під час виконання робіт об'єктів, що мають історичну, культурну або іншу цінність, керівнику робіт необхідно тимчасово зупинити будівельні роботи та повідомити про виявлені об'єкти установі та органам влади, передбаченим законодавством

### 5.1.2 Електробезпека

Живлення силового будівельного обладнання та систем освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 x 220В (фаза напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В), з'єднаної з силовим трансформатором. Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [30]. Категорія умов за небезпекою електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю на об'єктах, що будуються та реконструюються, струмопровідної підлоги.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам: для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;

- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;
- при живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.
- електрозахисні засоби захисту. Електротехнічний персонал повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Забороняється користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов. Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби.

Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні [33]. Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. При цьому слід розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть



викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми. Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в приміщенні наведено в таблиці 5.1

Таблиця 5.1– Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях  
Період року Категорія робіт

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	Пб	15-29	55 при 28 °С 55 при 27 °С 65 при 26 °С 70 при 25 °С 75 при 24 °С і нижче	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях передбачається [34]:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдування,
- провітрювання приміщень.

#### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м [35,36,37]. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Шкідливі речовини робочої зони та їх ГДК

Шкідливі речовини	Значення ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпеки
	максимально разова	середньодобова	
Вуглецю оксид (СО)	3	1	IV
Пил нетоксичний	0,5	0,15	IV

Для забезпечення складу повітря робочої зони проектом передбачені такі рішення:

- запобігання проникненню шкідливих речовин у повітря робочої зони за рахунок герметизації обладнання, удосконалення технологічного процесу;
- дотримання вимог виробничої санітарії та гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- використання засобів індивідуального захисту.

Все це забезпечується за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та ін. заходи колективного захисту.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення на робочому місці працівника. Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до [38] розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Норми при штучному, природньому та суміщеному освітленні наведено в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень, що будуються

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т.ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні. Для забезпечення нормативних значень освітлення передбачено:

- використання додаткового штучного освітлення, а саме світлодіодних ламп;
- необхідна кількість природного світла (великі вікна);
- для підтримки постійної освітленості повинно бути організовано систематичне, не рідше двох разів на місяць, очищення арматури світильників і ламп від пилу та бруду, а в приміщеннях із значним виділенням пилу, диму та кіптяви - не рідше чотирьох разів на місяць згідно з графіком.

#### 5.2.4 Виробничий шум

При виконанні будівельних робіт створюється постійний шум механічного та транспортного походження. Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 [39] допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у таблиці 5.4

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньогеометричними частотами, Гц								Допустимий рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Шум порушує нормальну роботу шлунку, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі (ширми, екрани тощо).
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

### 5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці). Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами [40] і наведені в таблиці 5.5

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	100
Загальна вібрація на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10-2 , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

### 5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [36]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні ( за участю м’язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кґ – до 30 кґ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м’язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кґ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м’язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці: Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка,

контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25. Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших. Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

### 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Розрахунок коефіцієнту протирадіаційного захисту приміщення розташованого в цокольному поверсі багатоповерхового житлового будинку (рис. 5.1)

Для коефіцієнта захисту приміщень, розташованих в цоколі багатоповерхових будівель використовується формула:

$$K_3 = \frac{0,77 * K_{CT} * K_1 * K_{II}}{(1 - K_{III}) [(K_0^1 K_{CT} + 1) + K_{II} (K_0 K_{CT} + 1)] K_M} \quad (5.1)$$

Початкові дані:

1. Зовнішні стіни будинку: кладка товщиною 51 см, маса 1 м<sup>2</sup> -980 кг;
2. Перегородки цегляні товщиною 40 см, маса 1 м<sup>2</sup> -768 кг, перегородки цегляні товщиною 12 см, маса 1 м<sup>2</sup> -240 кг,
3. Міжповерхові перекриття з плит, маса 600 кг/м<sup>3</sup> ;
4. Розміри дверних прорізів – 2,1x0,9 м; 2,1x0,7 м; 2,1x0,9 м; 2,1x0,9 м; 2,1x0,9 м; 2,1\*0,9 м
5. Загальна площа дверних прорізів – 10,92 м<sup>2</sup> (6 дверей);
6. Площа підлоги – 88,66 м<sup>2</sup> ;
7. Висота приміщення – 3,0 м;
8. Ширина зараженої ділянки біля будинку – 40 м;



$$G_{\text{пр}}=980 \text{ кг.}$$

Приведена маса зовнішньої стіни по осі 2:

$$G_{\text{пр}}=980 \text{ кг/м}^2.$$

Приведена маса перегородки між осями 2-3:

$$\alpha_{\text{ст}}^1 = \frac{5,27}{22,185} = 0,237$$

$$G_{\text{пр}}^1 = 240(1-0,237) = 183,12 \text{ кг/м}^2$$

Приведена маса цегляної перегородки по осі 3

$$\alpha_{\text{ст}}^2 = \frac{1,89}{22,185} = 0,085 ,$$

$$G_{\text{пр}}^2 = 980(1-0,085) = 896,7 \text{ кг/м}^2$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> проти плоского кута  $\alpha_1$

$$G_{\Sigma}^1 = 980 + 183,12 + 896,7 = 2059,82 \text{ кг.}$$

Кут  $\alpha_2$  Приведена маса зовнішньої стіни по осі Ж

$$\alpha_{\text{ст}}^2 = \frac{1,89}{32,07} = 0,059,$$

$$G_{\text{пр}}^2 = 980(1-0,059) = 922,18 \text{ кг/м}^2$$

Кут  $\alpha_3$  Приведена маса зовнішньої стіни по осі 7

$$G_{\text{пр}}=980 \text{ кг/м}^2$$

Приведена маса цегляної перегородки по осі 8

$$G_{\text{пр}}=240 \text{ кг/м}^2$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> проти плоского кута  $\alpha_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 980 + 240 = 1220 \text{ кг.}$$

Кут  $\alpha_4$  Приведена маса повздовжньої внутрішньої стіни по осі Е

$$\alpha_{\text{ст}}^1 = \frac{1,89}{20,665} = 0,091$$

$$G_{\text{пр}}^1 = 768(1-0,091) = 698,11 \text{ кг/м}^2$$



Приведена маса цегляної перегородки по осі Д

$$\alpha_{\text{ст}}^2 = \frac{5,49}{20,665} = 0,27,$$

$$G_{\text{пр}}^2 = 768(1-0,27) = 560,64 \text{ кг/м}^2$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> проти плоского кута  $\alpha_4$

$$G_{\Sigma}^4 = 699,11 + 560,64 = 1258,75 \text{ кг.}$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок буде:

$$\text{Кут } \alpha_1, G_{\Sigma}^1 = 2059,82 \text{ кг; Кут } \alpha_2, G_{\Sigma}^2 = 922,18 \text{ кг/м}^2;$$

$$\text{Кут } \alpha_3, G_{\Sigma}^3 = 1220 \text{ кг; Кут } \alpha_4, G_{\Sigma}^4 = 1258,75 \text{ кг/м}^2;$$

Перший, третій та четвертий плоскі кути, проти яких розташовані стіни і перегородки сумарною масою більше 1000 кг, при визначенні коефіцієнта К1 виключається, тобто К1 визначається тільки для  $\alpha_2$ , за формулою

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 89,5} = 2,87$$

За сумарною масою

$$G_{\Sigma}^4 = 922,18 \text{ кг/м}^2$$

за допомогою табл. 4,8 дод 4, [41], визначаємо методом прямолінійної інтерполяції  $K_{\text{ст}} = 750$

По ширині приміщення за допомогою табл. 4.9 додатка 4 [41], для висоти приміщення 3 м визначаємо

$$K_{\text{ш}} = 0,19$$

$$\text{Коефіцієнт } K_0 = 0,8 * \alpha = 0,8 * 0,12 = 0,096,$$

$$\alpha = S_0 / S_{\text{п}} = 10,92 / 88,66 = 0,12$$

По ширині зараженої ділянки (40 м) визначаємо

$$K_{\text{м}} = 0,8$$

$K_0^1$ - коефіцієнт залежить від висоти (h) дверних прорізів від підлоги до першого поверху,

$$K_0^1 = 0,15 * \alpha = 0,15 * 0,12 = 0,018$$

визначаємо методом прямолінійної інтерполяції

$$K_{\text{п}} = 240$$

$$\text{Тоді, } K_3 = \frac{0,77*750*2,87*240}{(1-0,19)[(0,018*750+1)+240(0,096*750+1)]*0,8} = 28,35$$

Оскільки, для кімнати  $K_3=28,35$ , то вона може використовуватись як протирадіаційне укриття лише невеликий термін, після чого необхідна обов'язкова евакуація. Для цього необхідно виконати роботи по його герметизації. Для цього ретельно замазують усі тріщини, щілини, отвори в стелях, стінах, вікнах, дверях, місцях введення труб опалення і водопостачання.

#### 5.4 Висновки до розділу 5

У даній роботі було встановлено небезпечні виробничі фактори при виконанні робіт по влаштуванню покрівлі в житловій будівлі. Проведено розрахунок шкідливих речовин, мікроклімату при виконанні робіт в приміщенні. Проаналізувавши всі перераховані значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості). Також встановлено розряд зорової роботи робітників, клас та категорію електробезпеки. Виконано розрахунки коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху, що складає 28,35 і відповідає встановленим нормам з охорони праці

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів виконання зелених покрівель. Для визначення кошторисної вартості розробляємо локальні кошторисні документи за допомогою програмного комплексу АВК (табл. 6.1, табл. 6.2, табл. 6.3).

Вони розроблялися на основі:

- Настанови з визначення вартості робіт.(Кошторисні норми України) від 01.11.2021 р

- збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 18 до Настанови з визначення вартості робіт.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат. Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Обрано три варіанти по технології влаштування зелених дахів:

- Sweetondale;
- DELTA Floraxx top;
- Покрівля з застосуванням модульних конструкцій.

Для порівняння розглядаємо покрівлю нашої будівлі, це три пускові комплекси, площа покрівлі 1 і 3- 825 м<sup>2</sup>, 2-354 м<sup>2</sup>, загальною площею 2004 м<sup>2</sup>, для якої складаємо кошторисну документацію.

Варіанти вкладання інвестицій в основні фонди ( в даному випадку покрівля), що мають різні терміни служби, при порівнянні слід звести до зіставного вигляду шляхом врахування додаткових інвестицій для того, щоб системи з коротшими термінами служби замінити новими. Розрахунок виконується за такою формулою:

Sweetondale  
МДР

**Таблиця 6.1. Локальний кошторис на будівельні роботи №07-01-01**  
**Варіант №1**  
**Влаштування "зеленої покрівлі" покрівлі**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 4252,55002 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 9,37441 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 690,46315 тис. грн.  
Середній розряд робіт 2,7 розряд

Складений за поточними цінами станом на "22 травня" 2023 р.

№ Ч.ч..	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробіт- ної плати	в тому числі за- робітної плати	в тому числі за- робітної плати	на одини- цю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Розділ 1. Sweetondale</b>									
1	КБ12-19-2	Утеплення покриттів керамзитом	м3	300,6	<u>2933,29</u> 243,70	<u>265,00</u> 58,34	881746,97	73256,22	<u>79659,00</u> 17537,00	<u>4,2800</u> 0,7208	<u>1286,57</u> 216,67
2	КБ11-11-18	Армування стяжки дрютяною сіткою	100м2	20,04	<u>15208,04</u> 989,66	<u>49,26</u> 42,13	304769,12	19832,79	<u>987,17</u> 844,29	<u>16,2000</u> 0,5661	<u>324,65</u> 11,34
3	КБ11-11-3	Улаштування стяжок цементних з напівсухої суміші товщиною 50 мм	100м2	20,04	<u>17767,93</u> 4223,26	<u>226,02</u> 193,28	356069,32	84634,13	<u>4529,44</u> 3873,33	<u>66,0400</u> 2,5974	<u>1323,44</u> 52,05
4	КБ12-21-1	ґрунтування основ із бетону або розчину під водоізоляційний покрівельний килим	100м2	20,04	<u>3137,32</u> 462,62	- -	62871,89	9270,90	- -	<u>7,0500</u> -	<u>141,28</u> -
5	КБ12-20-1	Улаштування геотекстилю	100м2	20,04	<u>2053,69</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	41155,95	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09
6	С111-856 варіант 2	Технопласт ЕПП	м2	2204,4	<u>292,64</u> -	- -	645095,62	-	- -	- -	- -
7	КБ12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100м2	20,04	<u>2053,69</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	41155,95	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09
8	С111-856 варіант 5	Технопласт ґрін	м2	2204,4	<u>220,22</u> -	- -	485452,97	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	KB12-18-1	Утеплення покриттів плитами з пінопласту полістирольного в один шар	100м2	20,04	<u>2594,89</u> 1879,49	<u>515,00</u> 113,37	52001,60	37664,98	<u>10320,60</u> 2271,93	<u>29,3900</u> 1,4008	<u>588,98</u> 28,07
10	& C1-114-7-У	Пінопласт полістирольний	м3	206,412	<u>1447,38</u>	-	298756,60	-	-	-	-
11	KB14-34-1	Покриття мембраною	100м2	20,04	<u>5233,72</u> 5229,59	-	104883,75	104800,98	-	<u>40,7836</u>	<u>817,3</u>
12	C111-856 варіант 4	Мембрана профільна	м2	2004	<u>51,92</u>	-	104047,68	-	-	-	-
13	KP18-79-2	Планування ділянки під озеленення вручну	100м2	20,04	<u>1072,01</u> 1072,01	-	21483,08	21483,08	-	<u>18,4100</u>	<u>368,94</u>
14	KP18-99-1	Підготовка ґрунту під квітники, товщина шару насипки 20 см	100м2	20,04	<u>16243,28</u> 5006,08	-	325515,33	100321,84	-	<u>84,3200</u>	<u>1689,77</u>
15	KP18-91-1	Садіння кущів-саджанців у групи в ями розміром 0,5х0,5 м	10шт	200,4	<u>201,72</u> 201,72	-	40424,69	40424,69	-	<u>3,0000</u>	<u>601,2</u>
16	C1429-35 варіант 1	Саджанці рослин	шт	2004	<u>80,00</u>	-	160320,00	-	-	-	-
		Разом прямі витрати по розділу 1					3925750,52	560918,99	<u>100706,61</u> 25673,63		<u>8123,69</u> 322,31
		Разом будівельні роботи, грн.					3925750,52				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					3264124,92				
		всього заробітна плата, грн.					586592,62				
		Загальновиробничі витрати, грн.					326799,50				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					928,41				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					103870,53				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>4252550,02</b>				
		-----									
		<b>Всього по розділу 1</b>					<b>4252550,02</b>				
		Разом прямі витрати по кошторису					3925750,52	560918,99	<u>100706,61</u> 25673,63		<u>8123,69</u> 322,31
		Разом будівельні роботи, грн.					3925750,52				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					3264124,92				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		всього заробітна плата, грн.					586592,62				
		Загальновиробничі витрати, грн.					326799,50				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					928,41				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					103870,53				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>4252550,02</b>				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>4252550,02</b>				
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b>					<b>9374,41</b>				
		<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>690463,15</b>				

Склав \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

DELTA Florax top  
МДР

**Таблиця 6.2. Локальний кошторис на будівельні роботи №07-01-01  
Варіант №2  
Влаштування "зеленої покрівлі"**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 4205,88777 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 8,36883 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 708,83942 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,1 розряд

Складений за поточними цінами станом на "22 травня" 2023 р.

№ Ч.ч..	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.			
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслуговуванням машин			
										заробіт- ної плати	в тому числі за- робітної плати	тих, що обслуговують машини	
												на одини- цю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		<b>Розділ 1. DELTA</b>											
1	КБ12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100м2	20,04	<u>1857,28</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	37219,89	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09		
2	С111-856 варіант 5	Пароізоляція	м2	2204,4	<u>28,12</u> -	-	61987,73	-	-	-	-		
3	КБ12-18-1	Утеплення покриттів плитами з пінопласту полістирольного в один шар	100м2	20,04	<u>2394,49</u> 1879,49	<u>515,00</u> 113,37	47985,58	37664,98	<u>10320,60</u> 2271,93	<u>29,3900</u> 1,4008	<u>588,98</u> 28,07		
4	& С1-114-7- У варіант 1	Пінопласт полістирольний	м3	206,412	<u>1447,38</u> -	-	298756,60	-	-	-	-		
5	КБ12-20-1	Улаштування гідроізоляції обклеювальної в один шар	100м2	20,04	<u>1857,28</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	37219,89	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09		
6	С111-856 варіант 8	Гідроізоляція	м2	2204,4	<u>28,12</u> -	-	61987,73	-	-	-	-		
7	КБ12-20-1	Улаштування геотекстилю	100м2	20,04	<u>1857,28</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	37219,89	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	C111-856 варіант 12	Геотекстиль Delta floraхх tex	м2	2204,4	<u>255,92</u>	-	564150,05	-	-	-	-
9	KB14-34-1	Покриття мембраною	100м2	20,04	<u>12570,49</u> <u>12566,36</u>	-	251912,62	251829,85	-	<u>98,0002</u>	<u>1963,92</u>
10	C111-856 варіант 11	Мембрана з виступами Delta floraхх top	м2	2204,4	<u>753,68</u>	-	1661412, 19	-	-	-	-
11	KB12-20-1	Улаштування геотекстилю	100м2	20,04	<u>2968,76</u> <u>2838,76</u>	<u>130,00</u> <u>28,62</u>	59493,95	56888,75	<u>2605,20</u> <u>573,54</u>	<u>40,2490</u> <u>0,3536</u>	<u>806,59</u> <u>7,09</u>
12	C111-856 варіант 10	Термоскріплений геотекстиль мембрани	м2	2204,4	<u>84,56</u>	-	186404,06	-	-	-	-
13	KP18-79-2	Планування ділянки під озеленення вручну	100м2	20,04	<u>1072,01</u>	-	21483,08	21483,08	-	<u>18,4100</u>	<u>368,94</u>
14	KP18-99-1	Підготовка ґрунту під квітники, товщина шару насипки 20 см	100м2	20,04	<u>16243,28</u> <u>5006,08</u>	-	325515,33	100321,84	-	<u>84,3200</u>	<u>1689,77</u>
15	KP18-91-1	Садіння куцив-саджанців у групи в ями розміром 0,5х0,5 м	10шт	200,4	<u>201,72</u>	-	40424,69	40424,69	-	<u>3,0000</u>	<u>601,2</u>
16	C1429-35 варіант 1	Саджанці рослин	шт	2004	<u>100,00</u>	-	200400,00	-	-	-	-
Разом прямі витрати по розділу 1							3893573, 28	612457,26	<u>20741,40</u> <u>4566,09</u>		<u>7491,74</u> <u>56,43</u>
Разом будівельні роботи, грн.							3893573, 28				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							3260374, 62				
всього заробітна плата, грн.							617023,35				
Загальновиробничі витрати, грн.							312314,49				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							820,66				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							91816,07				
<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							<b>4205887, 77</b>				
<b>Всього по розділу 1</b>							<b>4205887, 77</b>				
Разом прямі витрати по кошторису							3893573, 28	612457,26	<u>20741,40</u> <u>4566,09</u>		<u>7491,74</u> <u>56,43</u>
Разом будівельні роботи, грн.							3893573, 28				
в тому числі:											



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					3260374, 62				
		всього заробітна плата, грн.					617023,35				
		Загальновиробничі витрати, грн.					312314,49				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					820,66				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					91816,07				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>4205887, 77</b>				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>4205887, 77</b>				
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b>					<b>8368,83</b>				
		<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>708839,42</b>				

Склав \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Покрівля з застосуванням модульних конструкцій  
МДР

Таблиця 6.3. Локальний кошторис на будівельні роботи №07-01-01  
Варіант №3  
Влаштування "зеленої покрівлі"

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 3461,78766 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 7,8056 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 548,78414 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,1 розряд

Складений за поточними цінами станом на "22 травня" 2023 р.

№ Ч.ч..	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробіт- ної плати	в тому числі за- робітної плати
					на одини- цю	всього					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Розділ 1. Модульне озеленення</b>											
1	КБ12-19-2	Утеплення покриттів керамзитом	м3	300,6	<u>2933,29</u> 243,70	<u>265,00</u> 58,34	881746,97	73256,22	<u>79659,00</u> 17537,00	<u>4,2800</u> 0,7208	<u>1286,57</u> 216,67
2	КБ11-11-3	Улаштування стяжок цементних з напівсухої суміші товщиною 50 мм	100м2	20,04	<u>17767,93</u> 4223,26	<u>226,02</u> 193,28	356069,32	84634,13	<u>4529,44</u> 3873,33	<u>66,0400</u> 2,5974	<u>1323,44</u> 52,05
3	КБ12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100м2	20,04	<u>1857,28</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	37219,89	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09
4	С111-856 варіант 2	Пароізоляція	м2	2204,4	<u>28,12</u> -	-	61987,73	-	-	-	-
5	КБ12-20-1	Улаштування геотекстилю	100м2	20,04	<u>2053,69</u> 1727,28	<u>130,00</u> 28,62	41155,95	34614,69	<u>2605,20</u> 573,54	<u>24,4900</u> 0,3536	<u>490,78</u> 7,09
6	С111-856 варіант 5	Геотекстиль	м2	2204,4	<u>88,64</u> -	-	195398,02	-	-	-	-
7	КБ12-18-1	Утеплення покриттів плитами з пінопласту полістирольного в один шар	100м2	20,04	<u>2394,89</u> 1879,49	<u>315,00</u> 69,34	47993,60	37664,98	<u>6312,60</u> 1389,57	<u>29,3900</u> 0,8568	<u>588,98</u> 17,17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	& С1-114-7-У варіант 1	Пінопласт полістирольний	м3	206,412	<u>1447,38</u>	-	298756,60	-	-	-	-
9	КБ12-20-1	Улаштування гідроізоляції обклеювальної в один шар	100м2	20,04	<u>1857,28</u>	<u>130,00</u>	37219,89	34614,69	<u>2605,20</u>	<u>24,4900</u>	<u>490,78</u>
					1727,28	28,62			573,54	0,3536	7,09
10	С111-856 варіант 4	Гідроізоляція	м2	2204,4	<u>28,12</u>	-	61987,73	-	-	-	-
11	КБ16-21-1	Установлення регульованих опор	шт	400,8	<u>160,84</u>	<u>72,90</u>	64464,67	35246,35	<u>29218,32</u>	<u>1,2000</u>	<u>480,96</u>
					87,94	5,46			2188,37	0,0724	29,02
12	& С1633-88ВД-3 варіант 1	Опори регульовані	шт	400,8	<u>135,66</u>	-	54372,53	-	-	-	-
13	КБ10-54-1	Улаштування настилу з дерев'яних щитів	100м2	20,04	<u>36173,44</u>	-	724915,74	71593,70	-	<u>58,4800</u>	<u>1171,94</u>
					3572,54	-			-	-	-
14	КБ16-21-1	Установлення модульних систем з рослинами	шт	400,8	<u>126,10</u>	<u>72,90</u>	50540,88	21322,56	<u>29218,32</u>	<u>0,7260</u>	<u>290,98</u>
					53,20	5,46			2188,37	0,0724	29,02
15	& С1633-88ВД-3 варіант 2	Модулі з ґрунтом	шт	400,8	<u>184,62</u>	-	73995,70	-	-	-	-
16	С1429-35 варіант 1	Саджанці рослин	шт	2004	<u>100,00</u>	-	200400,00	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
		Разом прямі витрати по розділу 1					3188225,22	427562,01	<u>156753,28</u>		<u>6615,21</u>
		Разом будівельні роботи, грн.					3188225,22		28897,26		365,2
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					2603909,93				
		всього заробітна плата, грн.					456459,27				
		Загальновиробничі витрати, грн.					273562,44				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					825,19				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					92324,87				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>3461787,66</b>				
		-----									
		<b>Всього по розділу 1</b>					<b>3461787,66</b>				
		Разом прямі витрати по кошторису					3188225,22	427562,01	<u>156753,28</u>		<u>6615,21</u>
							22		28897,26		365,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>  ----- <b>Всього по кошторису</b>					3188225, 22  2603909, 93 456459,27 273562,44 825,19 92324,87 <b>3461787, 66</b>  <b>3461787, 66</b>				
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b> <b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>7805,6</b> <b>548784,14</b>				

Склав \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив \_\_\_\_\_  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

$$P_d = K_v + \sum_{i=1}^t C_i / (1 + E_m)^i, \quad (6.1)$$

де  $P_d$  – приведені витрати на виробництво одиниці продукції об'єкта, що має великий термін служби, грн.;

$C_i$  – річні експлуатаційні витрати у відповідні роки, грн/рік;

$t$  – термін функціонування основних фондів з великим терміном служби, років;

$K_v$  – обсяги інвестицій в об'єкти з великим терміном служби, грн.

Для основних фондів, що мають короткий термін служби:

$$P_k = K_1 + K_j / (1 + E_m)^j + \dots + K_m / (1 + E_m)^m + \sum_{i=1}^t C_i / (1 + E_m)^i, \quad (6.2)$$

де  $P_k$  – приведені витрати на виробництво одиниці продукції об'єкта з коротким терміном служби, грн;

$K_1$  – обсяг інвестицій у будівництво об'єкту з коротким терміном служби, грн;

$K_j, \dots, K_m$  – обсяги інвестицій на зміну основних фондів з короткими термінами служби через  $j \dots m$  років, грн;

$E_m$  – модифікована норма дисконту,  $E_m = 0,25$ :

Собівартість робіт (обсяг інвестицій) визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.3)$$

де  $ПВ$  – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

$ЗВВ$  – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

$ПВ$  та  $ЗВВ$  визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.1-6.3).

$$\text{Економічний ефект: } E = П1 - П2 \quad (6.4)$$

Порівняння отриманих результатів дасть змогу вибрати економічно доцільний варіант, на який приходяться мінімальні приведені витрати. Результати порівняння варіантів покрівель наведені в таблиці 6.4

Таблиця 6.4. Порівняння варіантів влаштування «зелених дахів»

Показники (дані)	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Прямі витрати, тис. грн.	3925,75	3893,57	3188,23
Кошторисна трудомісткість, тис. люд. год.	9,3744	8,3688	7,8056
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	690,46	708,84	548,74
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	326,8	312,31	273,56
Усього за кошторисом, грн.	5134,89	5075,48	4180,65
Кошторисний прибуток, тис. грн.			
Показники (обчислені)			
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	326,8	312,31	273,56
Собівартість робіт (С), тис. грн.	4252,55	4205,88	3461,79
Обігові кошти, тис. грн.	1417,52	1401,96	1153,93
Основні виробничі фонди, тис. грн.	75,03	16,17	127,86
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	1492,55	1418,13	1281,79
Показник приведених витрат, тис. грн.	4431,66	4376,06	3615,6
Економічний ефект, тис. грн.		55,6	816,06

### 6.1 Висновки до розділу 6

У даному розділі виконано техніко-економічне порівняння влаштування зелених покрівель. Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис, в якому визначені кошторисна вартість робіт, кошторисну заробітну плату, кошторисну трудомісткість, загальновиробничі витрати.

Порівнюючи кожний варіант із таблиці 6.4 ми бачимо, що найбільш економічним є варіант 3 - покрівля з застосуванням модульних конструкцій.

Кошторисна вартість становить - 4180,65 тис. грн., кошторисна трудомісткість - 7,8056 тис. люд. год., приведені витрати - 3615,6 тис. грн. Економічний ефект - 816,06 тис. грн.

## ВИСНОВКИ

1 В магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано оптимізацію технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення. На підставі аналізу проведених досліджень було розглянуто системи озеленення дахів. Їх роль у вирішенні екологічних та інфраструктурних проблем міста, допомога у поліпшенні якості повітря і води, забезпечення захисту від підтоплень та мінімізацію негативних наслідки ефекту «теплового острова». Цей проект доволі актуальний для сучасних міст в майбутньому. При дотриманні правил регулярного догляду та облаштування зелена покрівля буде вірно функціонувати і витримає будь-які кліматичні умови. Однією з важливих умов відбудови зруйнованого житла є створення психологічного комфорту для людей. Цього можна досягати максимальним наближенням штучного середовища до природних умов. Провівши аналіз зарубіжного досвіду, стає зрозумілим, що в Україні необхідно створити програми на законодавчому рівні, які б зобов'язували власників новобудов озеленювати покрівлі, створюючи на дахах сади, або ж просто вмошуючи газонне покриття. Один із принципів плану відбудови України є – екологічність. Зробити міста більш екологічними можна з допомогою так званих природно орієнтованих рішень. Що передбачають відновлення природних екосистем або створення там, де їх не було.

2 Для озеленення на пласкій покрівлі необхідна наявність кількох шарів, які забезпечують постійне функціонування всього зеленого даху. Якщо кожен з цих функціональних шарів ідеально відповідає один одному, то постійно підтримується стійке зростання рослин. Зелений дах схожий на листовий пиріг. Він містить у собі мембрани, шар теплоізоляції та паровий бар'єр. При порушенні технології його спорудження й допущенні помилок, дах вийде з ладу за дуже короткий період часу. Щоб цього не сталося, всі роботи по монтажу слід проводити у певному порядку відповідно до технологій влаштування.

3 У другому розділі МКР було розглянуто варіанти найбільш якісної і ефективної технології влаштування «зеленої» покрівлі, проведено аналіз, представлених на ринку типів озеленення дахів враховуючи наступні критерії: вартість матеріалів, шумоізоляція, довговічність, вага, трудомісткість, кількість технологічних операцій. Виконано порівняльний аналіз варіативних, конструктивних рішень експлуатованих покрівель, який проведено на прикладі технологій влаштування гідроізоляційних матеріалів, різних країн виробництва: технологія ПВХ мембрана Protan SE-T1, технологія Sweetondale, технологія DELTA Floraxx top, технологія ALHA THOR, технологія покрівлі з модульних конструкцій із застосуванням мембрани RUVIMAT GREEN. За результатами проведених досліджень

технологія DELTA Floraxx top – є найкращим варіантом покрівлі загально бальний підсумок складає 39,6 балів, що в 2,5 рази більше ніж ALHA THOR- 16,86 бали, майже в два рази краще за Protan SE-T1 -18.4 б і Sweetondale -19,4 б. Варіант з найменшими трудовитратами - покрівля з модульних конструкцій із застосуванням мембрани RUVIMAT GREEN в загальному підсумку -33,3 б, що на 20% менше ніж в DELTA Floraxx top.

4 За підсумками багатокритеріального аналізу, встановлено, що технологія DELTA Floraxx top є найкращим варіантом покрівлі. Найдешевша вартість, найкраща шумоізоляція, довговічність, в порівнянні не висока трудомісткість. Інші критерії теж позитивні - найменша кількість технологічних операцій- 7 од, невелика відносно до інших тривалість монтажу – 47 люд. дн. Простота та швидкість укладання мембрани є її основною перевагою, матеріал поєднує легкість та пластичність, здатна утворювати потужний шар захисту та дренажу, а завдяки висоті виступів у 20 мм акумулює великий запас води, близько 7 л/м<sup>2</sup>. Це дозволяє у довгостроковій перспективі реалізувати оптимальне озеленення даху без додаткового зрошення, а отже, без додаткових витрат на подальшу експлуатацію. Прийнято рішення даний варіант покрівлі застосовувати на нашому об'єкті.

5 Проведено аналіз технологічного процесу виконання робіт, знайдено шляхи його оптимізації за рахунок зменшення трудовитрат, шляхом заміни виконання робіт з ручної праці на механізовану. Тобто, використовуючи апарат для зварювання ПВХ мембрани Herz roofon digital, можна знизити трудовитрати на 40 %. А використовуючи міні-навантажувач Bobcat на 4,3 рази. У розділі МКР - технічна частина, наведено архітектурно-планувальні, технологічні рішення по новому будівництву 10-ти поверхової житлової будівлі. Представлені рішення по генплану території, візуалізація фасаду будівлі. Житловий будинок розташований у центральному районі м. Хмельницького. Враховано місце розташування об'єкта - частина міста, яка є доволі загазованою, через велику кількості автотранспорту, наявність великої площі плоскої покрівлі – 2004 м<sup>2</sup>, палевого фундаменту. Проведено аналіз технології влаштування зеленої покрівлі, прийнято рішення використовувати на об'єкті - технологію DELTA-FLORAXX TOP. Для даної технології розроблено дві технологічні карти, складено календарний графік виконання робіт, визначено послідовність виконання робіт, сформовано потребу у техніці, обладнанні і в матеріалах. Заплановано рівномірний розподіл та використання робітників з дотриманням правил та вимог охорони праці та техніки безпеки.

В розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях запропоновано рекомендації по охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, що пов'язані з



улаштуванням даху під час нового будівництва житлового будинку. Проведено розрахунки коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення цокольного поверху, що складає 28,35 це відповідає встановленим нормам з охорони праці

У даній МКР в розділі економіки, виконано техніко-економічне порівняння влаштування зелених покрівель. Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис, в якому визначені кошторисна вартість робіт, кошторисну заробітну плату, кошторисну трудомісткість, загальновиробничі витрати.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новосельчук Н.Є. Озеленення штучних основ як засіб екологічного оздоровлення міського середовища / Н.Є. Новосельчук // Проблеми розвитку міського середовища. – 2010. – № 4. – С. 88-92.
2. Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2019 № 975) <https://www.nauka.com.ua/>
3. Сади Перемоги у місті. Приклади садів городів на дахах в українських містах, що надихають. <https://life.pravda.com.ua/>
4. Перспективи зеленого будівництва у майбутньому <https://decentralization.gov.ua/>
5. Відбудова України для людей і природи: чому зелене відновлення важливе на шляху інтеграції до ЄС 28.09.2022 р. <https://naglyad.org/uk/>
6. Castleton H.F. Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit / H.F. Castleton, V. Stovin, S.B.M. Beck, J.B. Davison // Energy and Buildings. – 42, 2010. – P. 1582- 1591
7. Обов'язкові зелені покрівлі і Копенгагені –[https://rodovid.me/green\\_roof/](https://rodovid.me/green_roof/)
8. Обов'язкові зелені дахи чи фотоелектричні пристрої: Як просторовий план може служити для захисту клімату. <https://www.moudramesta.cz/>
9. Erica Oberndorfer, Jeremy Lundholm, Brad Bass, Reid R. Coffman, Hitesh Doshi, Nigel Dunnett, Stuart Gaffin, Manfred Köhler, Karen K. Y. Liu, Bradley Rowe Author Notes. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. — BioScience, Volume 57, Issue 10. — 2007. — pp. 823– 833. <https://ademic.oup.com/>
10. Slone, D.K. and D.E. Evans. 2003. Integrating Green Roofs and Low Impact Design into Municipal Storm Water Regulations. In Proc. Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003.
11. Herman, R. 2003. Green Roofs in Germany: Yesterday, Today and Tomorrow. In Proc. Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003.
12. Liesecke, H-J. 1999. Extensive Begrünung bei 50 Dachneigung. Stadt Und Grun, 48 (5): 337-346. (In German)
13. Liesecke, H-J. 1998. Das Retentionsvermögen von Dachbegrünungen. Stadt Und Grun, 47 (1): 46-53. (In German)
14. Eumorfopoulou, E. and Aravantinos, D. (1998) 'The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece', Energy and Buildings, vol 27, no 1, pp29–36

15. Sailor, D. J. (2008) 'A green roof model for building energy simulation programs', *Energy and Buildings*, vol 40, no 8, pp1466–1478
16. Wong, N. H., Yok, T. P. and Yu, C. (2007) 'Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate', *Building and Environment*, vol 42, no 1, pp25–54
17. Переваги зелених дахів – покращення <https://livingroofs.org/energy-conservation/>
18. Bass, B. and B. Baskaran. 2003. *Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas*. Institute for Research and Construction, Ottawa, Canada: National Research Council.
19. Santamouris, M. (2007) 'Heat island research in Europe: The state of the art', *Advances in Building Energy Research*, vol 1, no 1, pp123–150
20. Міжурядова рада зі співробітництва в будівельній діяльності держав учасниць СНД комісія з ціноутворення в будівельній діяльності <https://ips.ligazakon.net/>
21. Шпак Л.В. Кучеренко Л.В. Порівняльний аналіз варіантів покрівель з системами озеленення. Науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ (2023) дата проведення (травень 2023 р). <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/schedConf/presentations>
22. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 1.11. 2011 р.], Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011 р.
23. ДБН В.2.2-15-2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. [Чинний від 01.12 2019 р.], Вид. офіц. Київ Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства громад та територій України, 2019 р.
24. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 30.12. 2022 р.], Вид. офіц. Київ. Міністерство розвитку громад та територій України, 2021 р.
25. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинний від 06.06.2017 р.], Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2017 р.
26. ДБН В.2.5-64-12. Внутрішній водопровід та каналізація. [Чинний від 01.03.2013 р], Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 р.
27. ДБН В.2.5-74-13 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. [Чинний від 01.01.2014 р], Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 р.

28. ПУЕ і НПАОП 40.1-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок". [Чинний від 01.01.2002 р], Київ: Міністерство праці та соціальної політики України, 2002 р.

29. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2012. 116 с. – (Система стандартів безпеки праці)

30. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

31. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01>

32. ДСТУ 8691:2016 Стічні води НАСТАНОВИ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ НОРМАТИВІВ ВІДВЕДЕННЯ ДОЩОВИХ СТИЧНИХ ВОД У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ [Чинний від 2017-01-11] [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/8691\\_2016.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/8691_2016.pdf)

33. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

34. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

35. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>

36. НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12>.

37. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

38. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

39. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>

40. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12- 01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

41. ОСНОВИ РОЗРОБКИ ПИТАНЬ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ В ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ (Друге видання) В.Ф. Сакевич, М.А. Томчук

## **ДОДАТКИ**

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

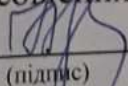
Оригінальність 96,3 % Схожість 3,7 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

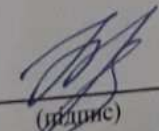
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

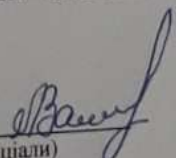
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Блащук Н.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

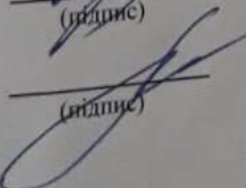
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

  
(підпис)

Шпак Л.В.   
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Кучеренко Л.В.  
(прізвище, ініціали)

## Додаток Б – Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітка
1	Мета, об'єкт, предмет, наукова новизна, практичне значення дослідження	
2	Порівняльні характеристики «зелених» покрівель	
3	Технології «зелених» покрівель Protan SE-T1, Sweetondale, , ALHA THOR, RUVIMAT GREEN	
4	Профільна мембрана з виступами DELTA-FLORAXX TOP	
5	Порівняння обраних критеріїв	
6	Зведена діаграма багатокритеріального аналізу влаштування «зелених» покрівель	
7	Тривалість монтажу, кількість технологічних операцій, трудомісткість	
8	Ген. план, план поверху на відм. 11.100	
9	Візуалізація фасаду, розріз в осях 1-1	
10	Технологічні рішення влаштування покрівель з системами озеленення	
11	Технологія монтажу «зеленого» килима на суміщену покрівлю	



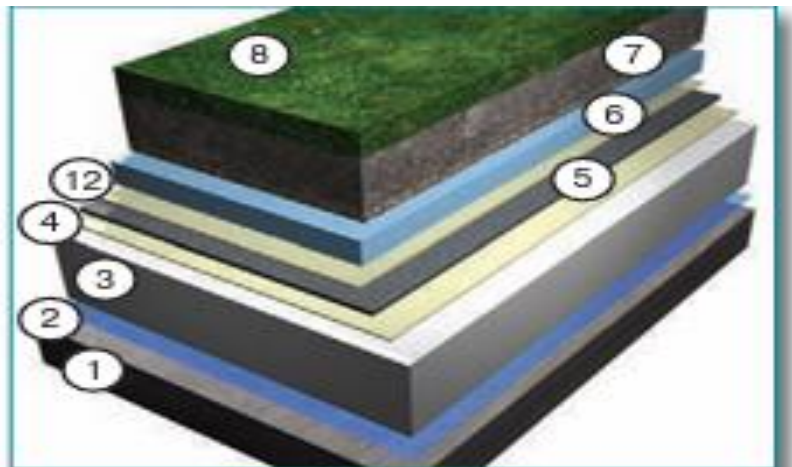
**Мета дослідження-** оптимізація технологічних параметрів зведення експлуатованих покриттів з метою підвищення їх технологічності.

- ▶ **Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі дослідження:**
- ▶ 1. Проаналізувати сучасний стан теорії та практики влаштування покрівель з системами озеленення.
- ▶ 2. Визначити склад та послідовність технологічних процесів влаштування «зелених покрівель».
- ▶ 3. Визначити критерії порівняння обраних рішень.
- ▶ 4. Виконати порівняння технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення за допомогою багатокритеріального аналізу.
- ▶ 5. Виконати оптимізацію параметрів технологічного процесу.
- ▶ **Об'єкт дослідження** – технологічний процес влаштування покрівель з системами озеленення.
- ▶ **Предмет досліджень** – параметри технологічного процесу влаштування «зелених покрівель».
- ▶ **Наукова новизна** – дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування раціональних параметрів технологічного процесу при влаштуванні експлуатованих покрівель «зелених дахів», що забезпечує підвищенню технологічності процесу.
- ▶ **Практичне значення** – реалізація обґрунтованих рішень у практиці дозволить підвищити якість міського середовища та комфортних умов проживання міського населення.

# Порівняльні характеристики «зелених» поверхонь

Характеристики покрівлі	Екстенсивна	Напів-інтенсивна	Інтенсивна
Кількість рослин	Низька	Середня	Найбільша
Різноманітність видів рослин	Мох, седум, газон, трава	Мох, седум, газон, трава, чагарники, невеликі дерева	Мох, седум, газон, трава, багаторічні рослини, агарники, дерева
Глибина матеріалу	150 мм або менше	Може бути і вище і нижче 150 мм	Більше 150 мм
Пересування по поверхні	Не завжди доступно	Частково доступно	Зазвичай доступна
Призначення зеленої покрівлі	Екологічний, захисний шар покрівлі	Спроектований зелений дах	Використовується як сад, ділянка для відпочинку
Питома вага після встановлення	Низька: 70-170 кг/м <sup>2</sup>	Середня: 170-290 кг/м <sup>2</sup>	Найвища: 290-940 кг/м <sup>2</sup>
Ціна монтажу	Низька	Середня	Найдорожча

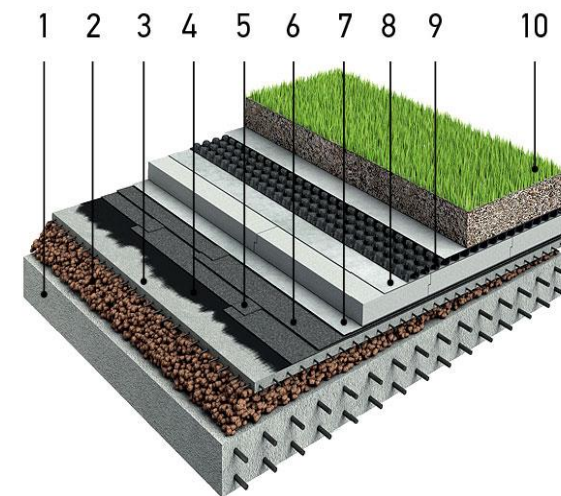
## Технологія Protan SE-T1



- 1 – Залізобетонна основа
- 2 - Пароізоляція
- 3 – Екструзійний пінополістирол
- 4- Роздільний шар (геотекстиль 200г/м2)
- 5 – ПВХ мембрана (тип G/GG)
- 6 (12) – Дренажний шар
- 7-Гідроізоляція
- 8- Грунт
- 9 – Зелені насадження

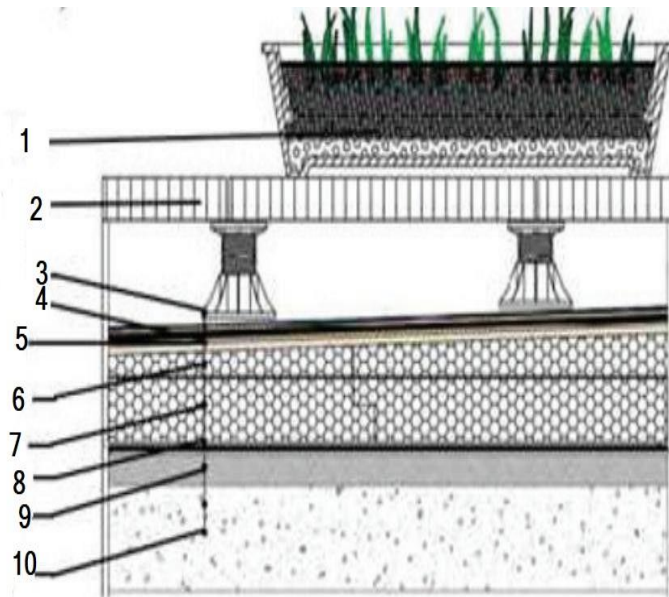
## Технологія Sweetondale

- 1 – Залізобетонна основа
- 2 - Шар з керамзитобетону
- 3 - Армована цементно-піщана стяжка завтовшки не менше 50 мм
- 4- Праймер- бітумний
- 5 - Техноеласт ЕПП
- 6 - Техноеласт ГРІН
- 7 - Екструзійний пінополістирол
- 8 - Профільована мембрана Sweetondale
- 9 - Грунт
- 10 - Зелені рослини



## Технологія влаштування покрівлі з модульних конструкцій використовуючи мембрану RUVIMAT GREEN

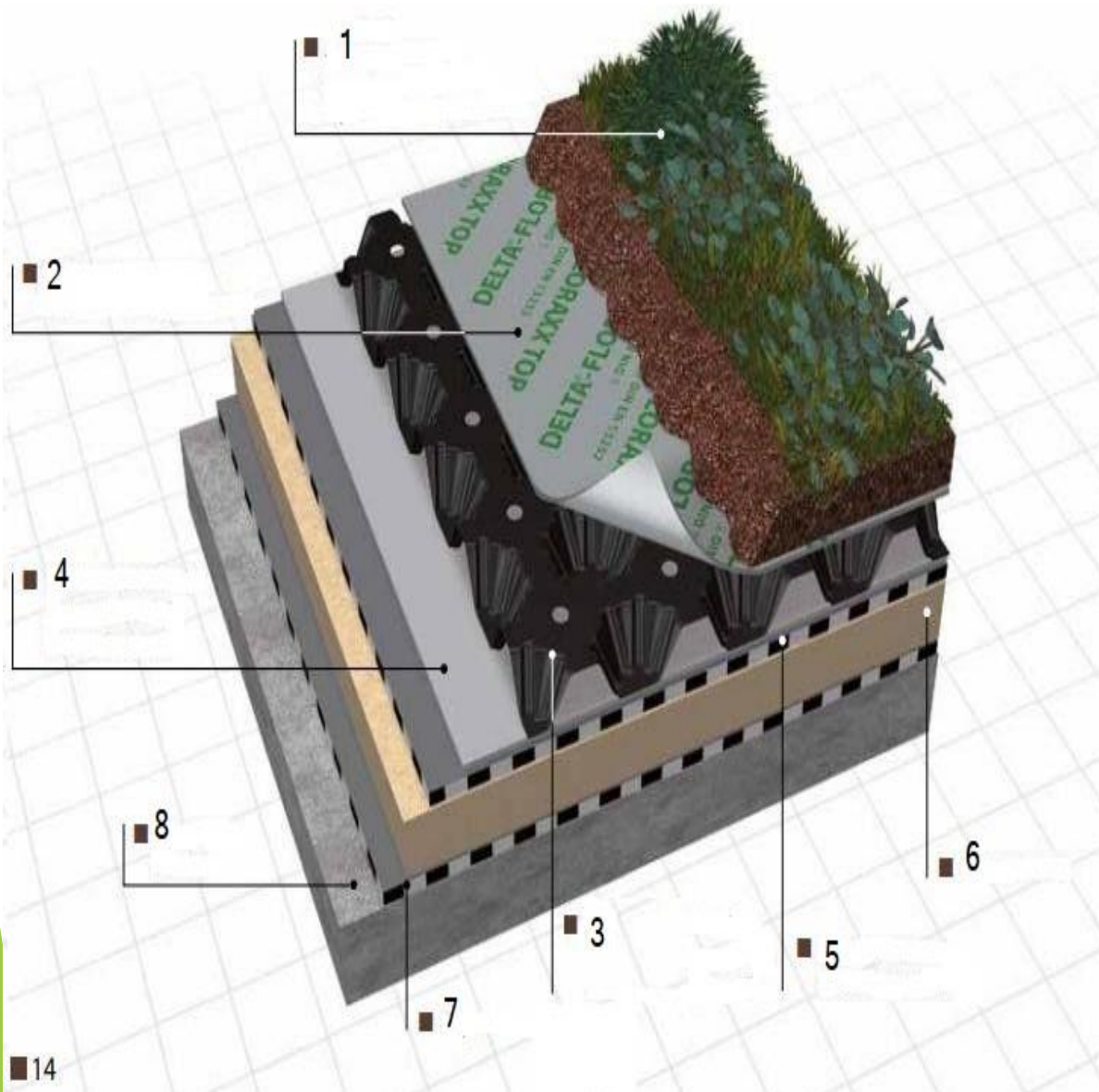
- 1 — Модуль з зеленими рослинами
- 2 – Настил з керамічної плитки або дощок
- 3 – Регульована опора
- 4 - Гідроізоляція
- 5 – Термоскріплений геотекстиль
- 6 – Ухилоутворюючий шар
- 7 – Екструдований пінополістирол
- 8 – Геотекстиль
- 9 – Цементно-піщана стяжка
- 10- Залізобетонна основа



## Технологія з гідроізоляційна EPDM мембрана Alpha Thor



# Профільована мембрана з виступами DELTA-FLORAXX TOP

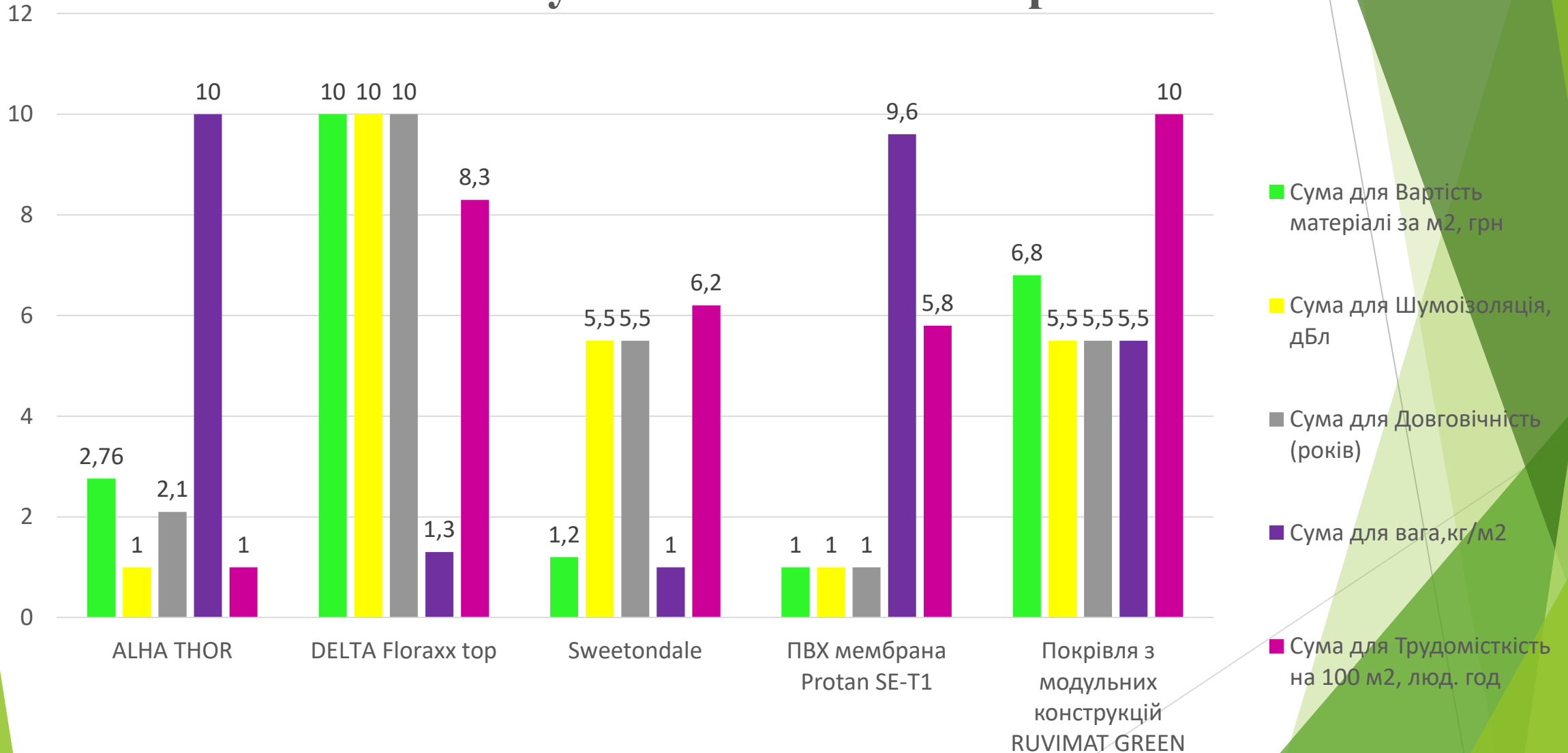


- ▶ 1 - Ґрунт із зеленими рослинами
- ▶ 2 - Термоскріплений геотекстиль мембрани
- ▶ 3 – DELTA FLORAXX TOP мембрана з виступами 20 мм
- ▶ 4 - DELTA FLORAXX TEX захисний шар з геотекстилю
- ▶ 5 – Гідроізоляція стійка до стискання
- ▶ 6 – Утеплювач
- ▶ 7 - Пароізоляція
- ▶ 8 - Залізобетонна основа

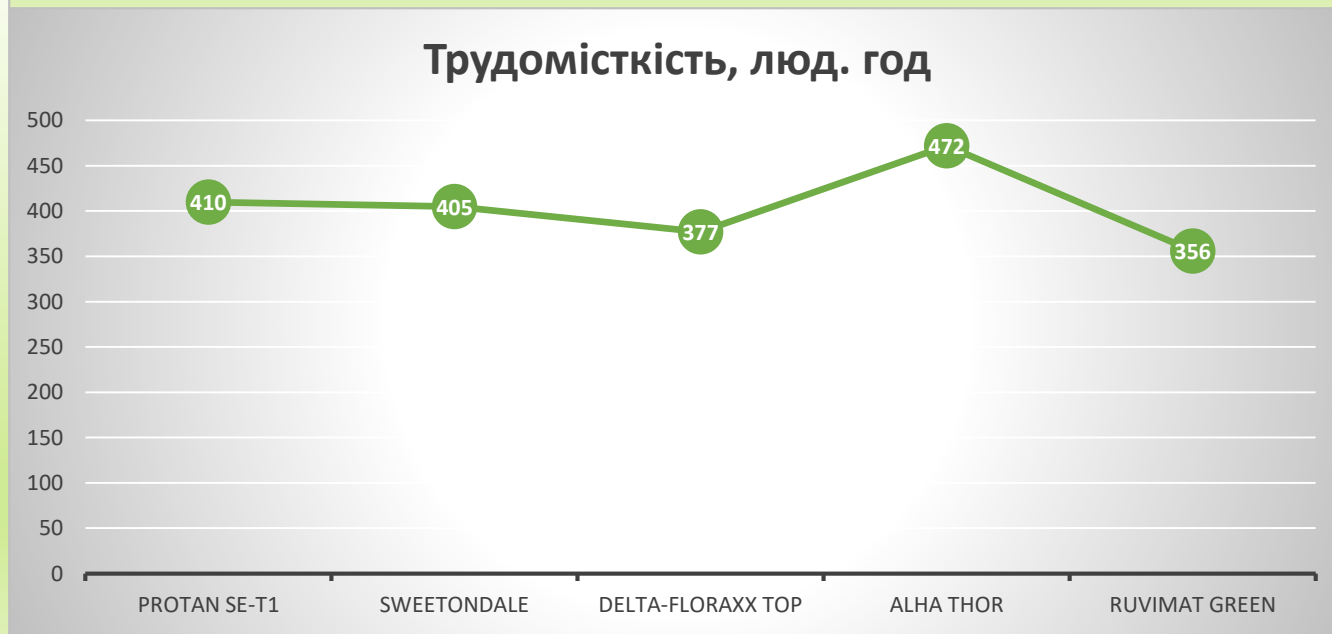
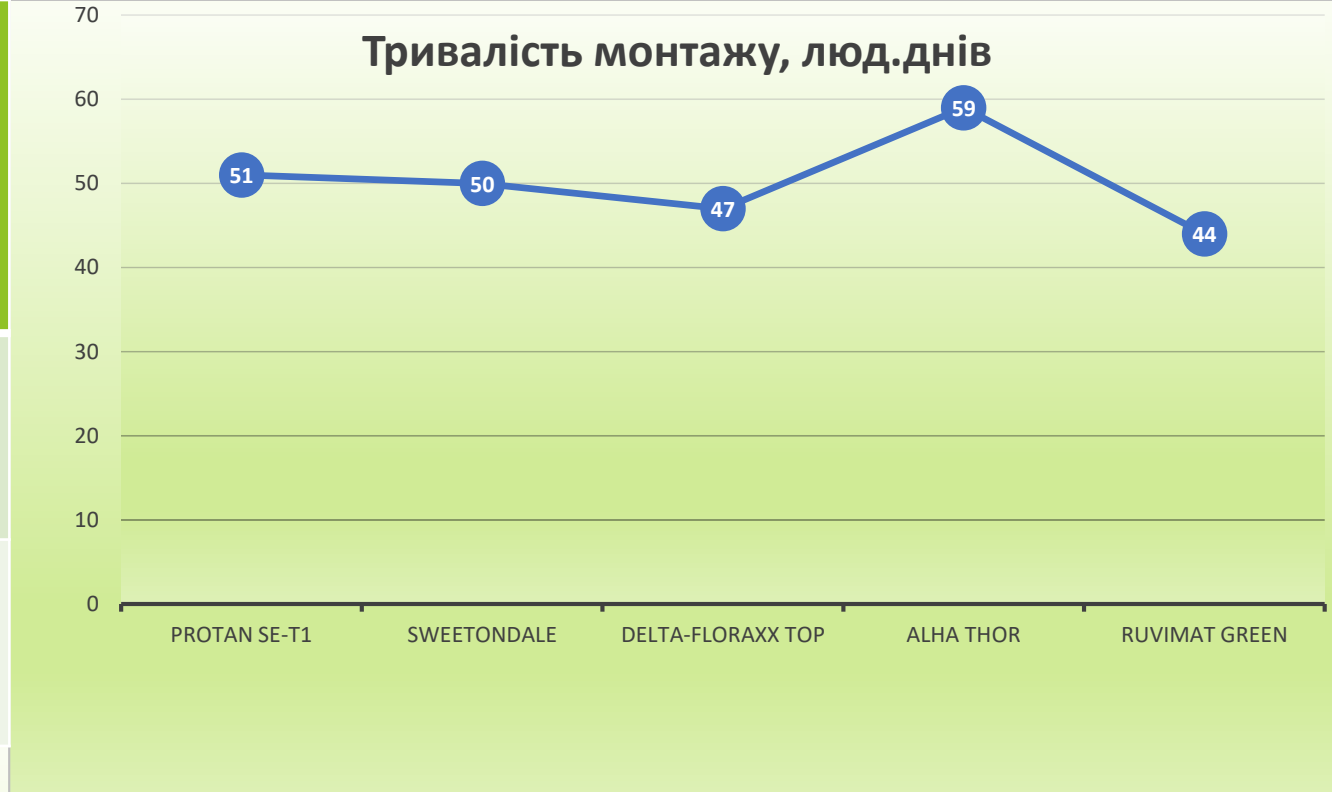
# Порівняння обраних критеріїв

Перелік варіантів	Вартість матеріалів	Шумоізоляція	Довговічність	Вага	Трудомісткість
ALHA THOR	2,76	1	2,1	10	1
DELTA Floraxx top	10	10	10	1,3	8,3
ПВХ мембрана Protan	1	1	1	9,6	5,8
Модульні конструкції з RUVIMAT GREEN	6,8	5,5	5,5	5,5	10
Sweetondale	1,2	5,5	5,5	1	6,2
Загальний підсумок	21,78	23	24,1	27,4	31,3

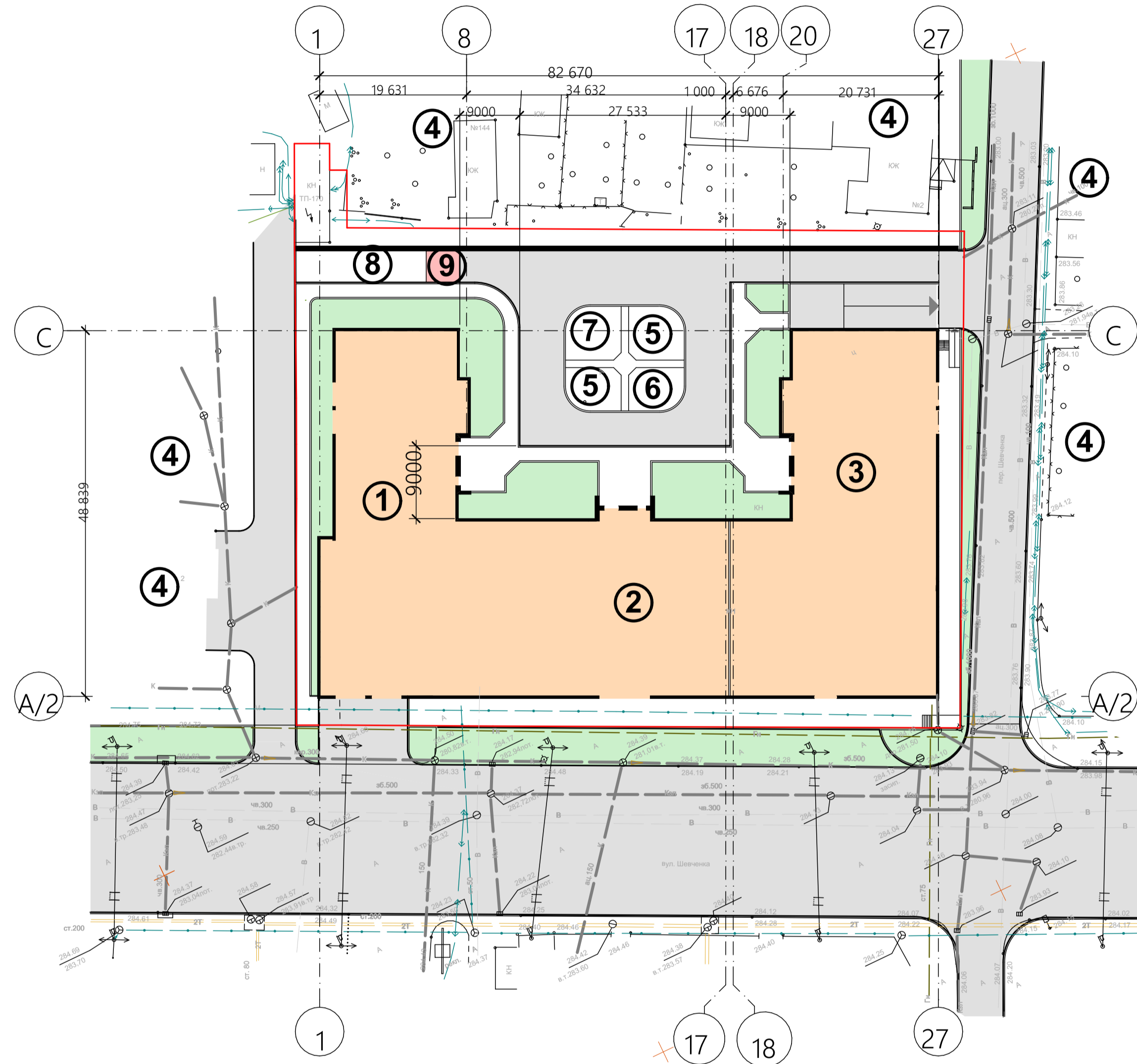
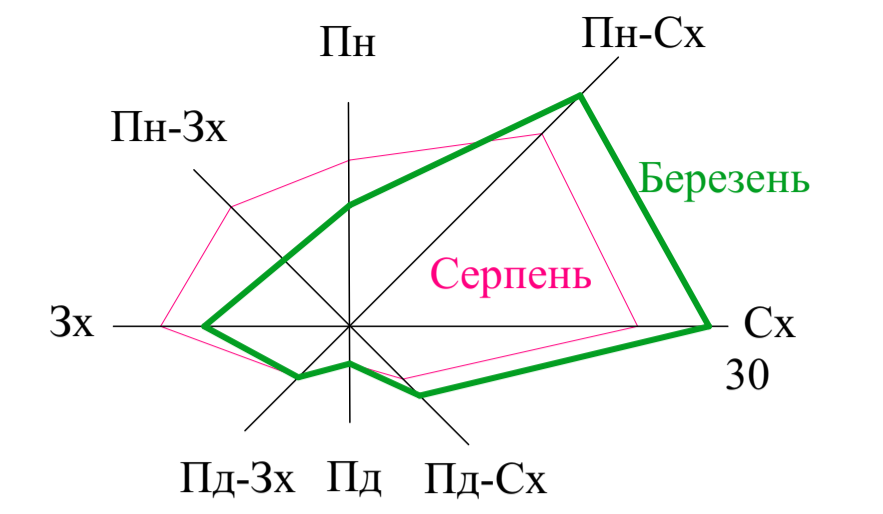
# Зведена діаграма багатокритеріального аналізу влаштування "зелених покрівель"



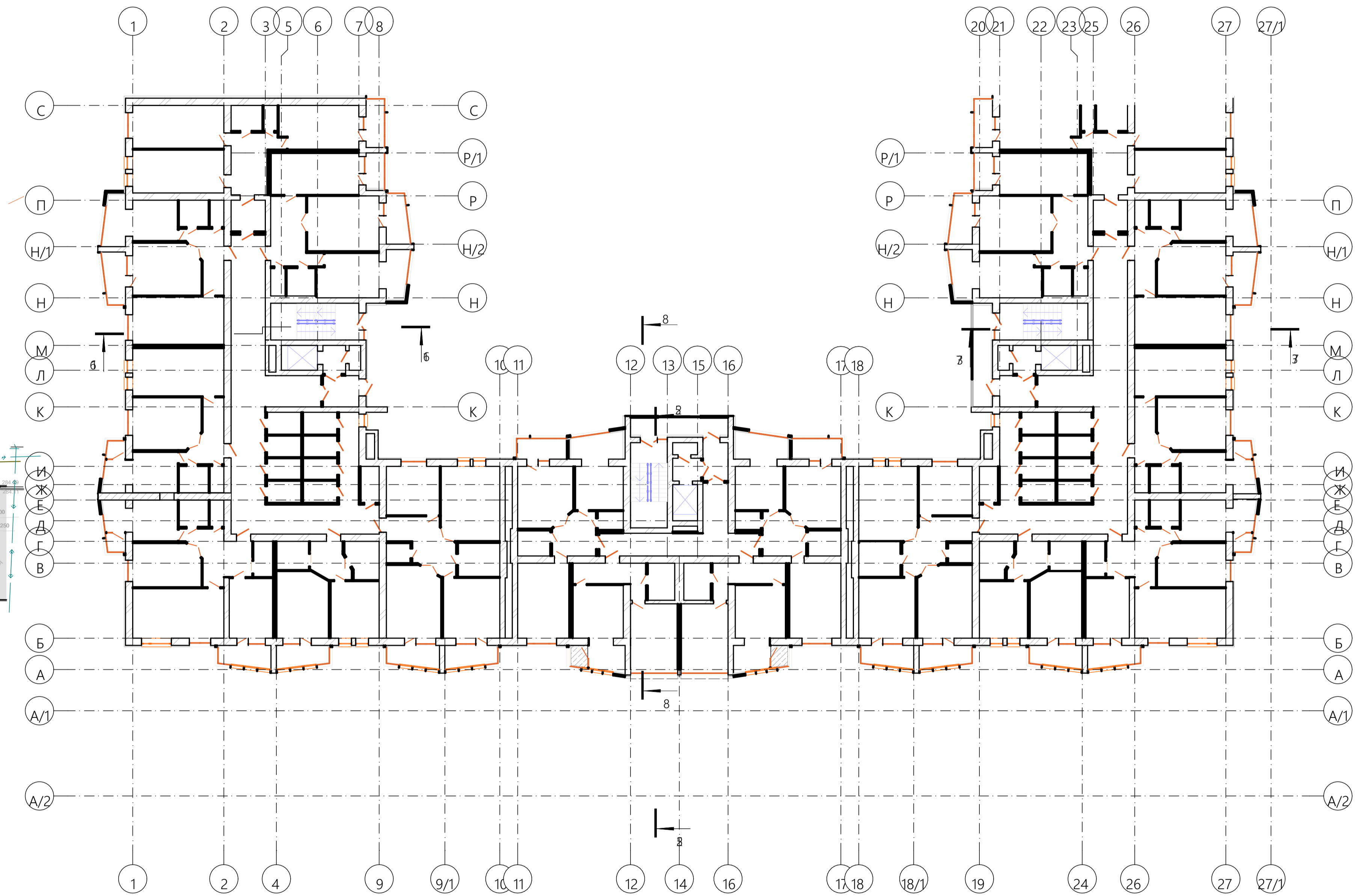
Види технологій «зелених покривель»	Protan SE-T1	Sweetondale	DELTA-FLORAXX TOP	ALHA THOR	RUVIMAT GREEN
Трудовитрат и люд.год.	410	405	377	472	356
Трудовитрат и люд. дн	51	50	47	59	44



# Генеральний план



# План поверху на відмітці + 11,100



## ВІДОМІСТЬ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПО ГЕНПЛАНУ

Номер на плані	Найменування та позначка	Площа, м <sup>2</sup>	Кількість	Площа, м <sup>2</sup>		Площа земельної ділянки Га	Примітка
				Будівель	Всього		
1	Житлова секція з інтегрованою прибудовою, приміщеннями в осях 1-10	2350	10	60	60	0,565	I пусковий комплекс
2	Житлова секція з інтегрованою прибудовою, приміщеннями в осях 11-17	1856,16	10	32		0,565	II пусковий комплекс
3	Житлова секція з інтегрованою прибудовою, приміщеннями в осях 18-27	4580,86	10	60	60	0,565	III пусковий комплекс
4	Існуючі будівлі						
5	Дитячий майданчик					266,0	
6	Майданчик для дорослих					76,0	
7	Спортивний майданчик					76,0	
8	Майданчик для господарських цілей					38,0	
9	Майданчик для стовпів електромережі					38,0	

## Умовні позначення:

Найменування	Тип	Умовне зображення	Площа покриття, м <sup>2</sup>	Тип бортового каменю	Примітка
Покриття	А.тр		1033,0	Бр. 100.20.8	Грунтова підлога/покриття з бордюром та відстоєм
Покриття	А.тр		960,0	Бр. 100.20.8	Грунтова підлога/покриття (без бордюру)
Покриття	А.п.		485,52	Бр. 100.30.15	Асфальтобетонне покриття (покриття проїзду)
Покриття	М.		407,0	Бр. 100.20.8	Міжле покриття майданчика
Газон звичайний	м <sup>2</sup>		512,0		
Майданчик забудови	м <sup>2</sup>		5650,0		
Площа забудови	м <sup>2</sup>		2905,1		

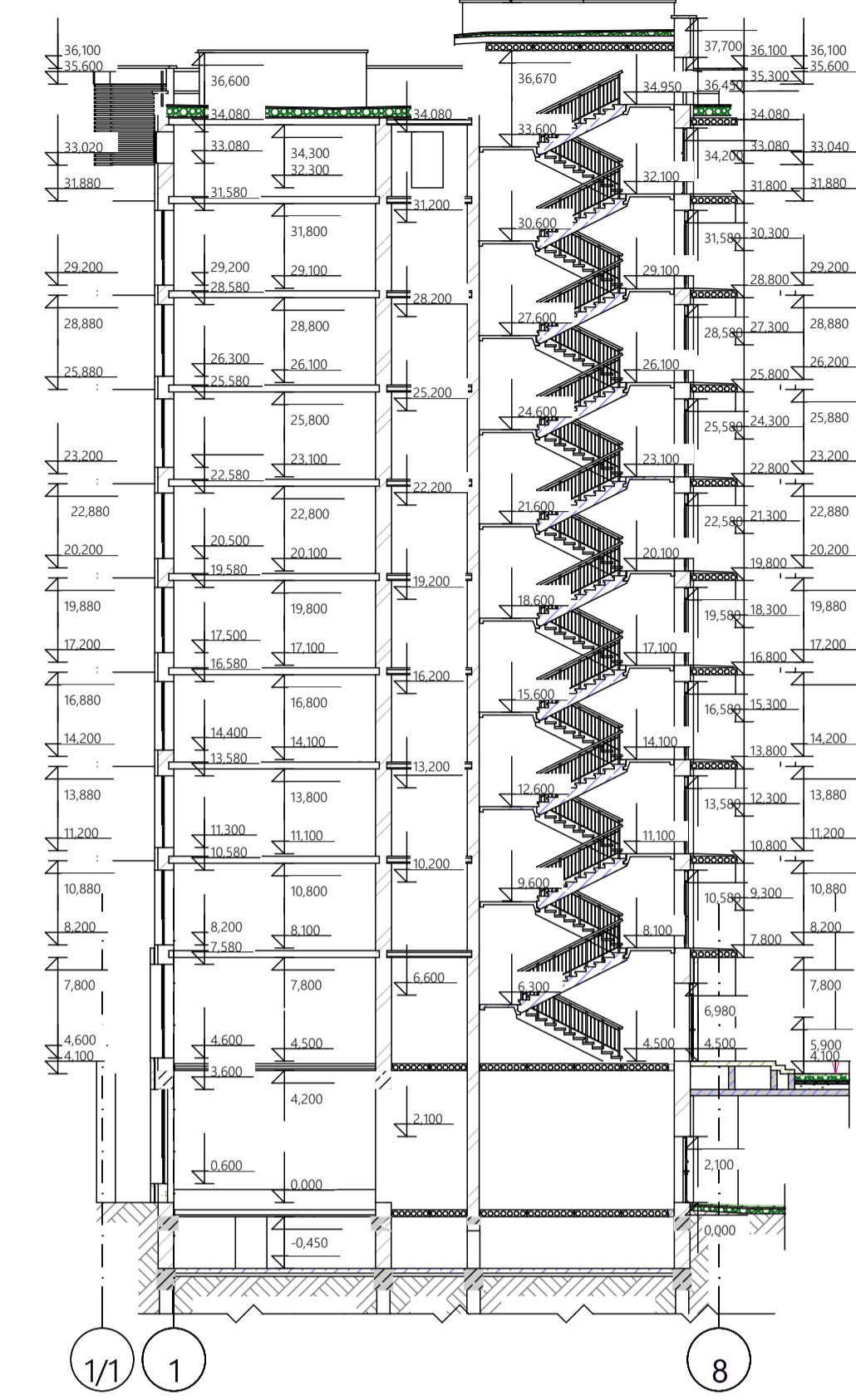
08-11. МКР.025-АБ					
Зм.	Кільк.	Архит.	Ніж.	Підп.	Дата
Нове будівництво багатоквартирного житлового будинку по вул. Шевченка, 41 в місті Хмельницькому					
Розробив	Шпак Л.В.				
Перевірив	Кучеренко Л.В.				
Керівник	Кучеренко Л.В.				
Н. контр.	Масюк І.В.				
ОпONENT	Паньків О.Д.				
Затвердив	Швець В.В.				
Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення				Сталія	Архит.
План поверху на відм.+11.100, генеральний план				П	8
				Архит.	11
				ВНТУ, гр. Б-21 мз	



Взуалзаця фасадв в осях 1-27



Розрз 1-1



Взуалзаця фасадв в осях А-С



Взуалзаця фасадв в осях 1-27 А-С



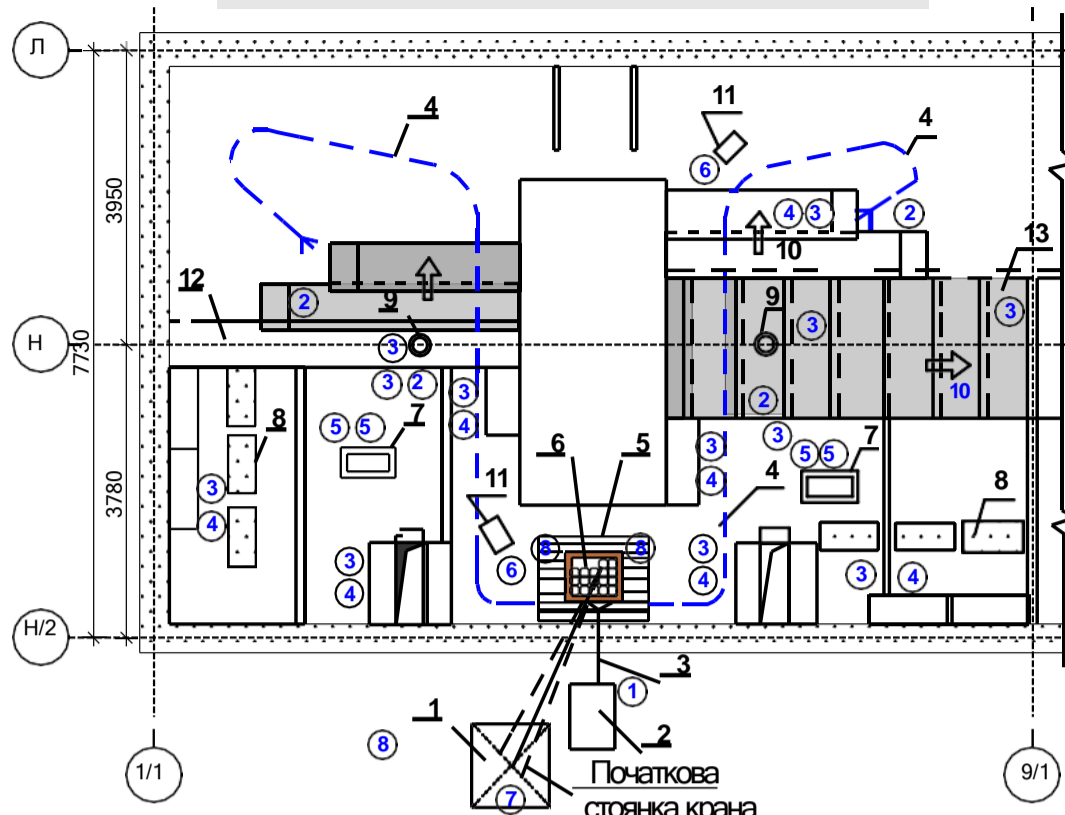
Генеральний план

						08-11. МКР.025-АБ			
						Нове будівництво багатоквартирного житлового будинку по вул. Шевченка, 41 в місті Хмельницькому			
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підп.	Дата	Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення	Сталія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Шпак Л.В.						П	9	11
Теревірів	Кучеренко Л.В.								
Керівник	Кучеренко Л.В.								
Н. контр.	Магдальса І.В.								
Опонент	Паньківч О.Д.								
Затвердив	Швець В.В.					Взуалізація фасадів, розріз 1-1			ВНТУ, гр. Б-21 мз

# Технологія влаштування покрівлі, що експлуатуються з зеленими насадженнями із застосуванням матеріалу з посиленням захистом від проростання кореневих систем рослин DELTA-FLORAXX TOP

## Технологія влаштування покрівлі поетапно

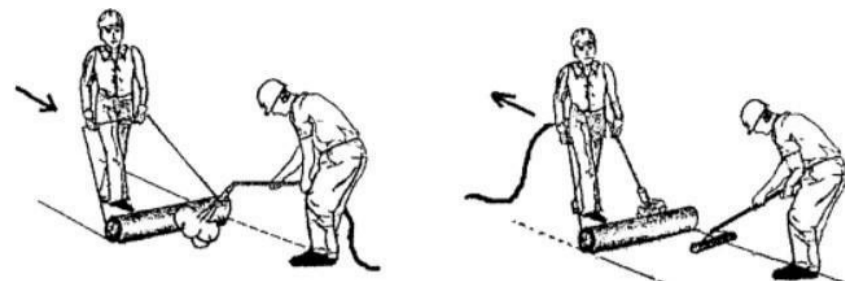
### Схема організації при влаштуванні кровельного килима та гідроізоляції на суміщенні покрівлі



- 1 - автокран;
- 2 - мініекскаватор;
- 3 - трубопровід;
- 4 - пнучий шланг;
- 5 - приймальне майданчик 3,04,0 м із дерев'яних шпіль товщиною 40 мм;
- 6 - контейнери для мембрани;
- 7 - ящик для сміття;
- 8 - блокпорож;
- 9 - водоприймальна воронка;
- 10 - напрям робіт;
- 11 - точка для подачі рулонних матеріалів;
- 12 - ендрава завширшки менш як 600 мм;
- 13 - ендрава шириною більше 600 мм;

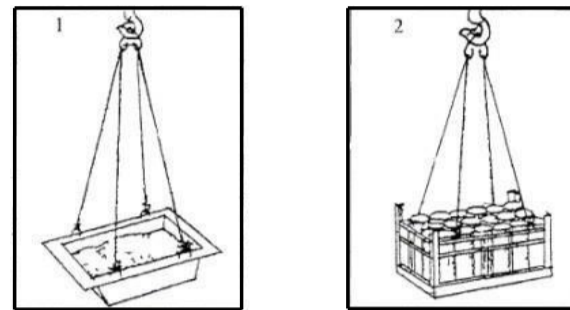
- 1 машиніст екскаватора 4 розряду - 1 чол.
- гідроізолювальник 5 розряду - 1 чол.
- гідроізолювальник 4 розряду - 2 чол.
- гідроізолювальник 3 розряду - 2 чол.
- підсобний робітник 1 розряду - 2 чол.
- кранівник 5 розряду - 1 чол.
- такелажник 2 розряду - 2 чол.

### Наклейка рулону



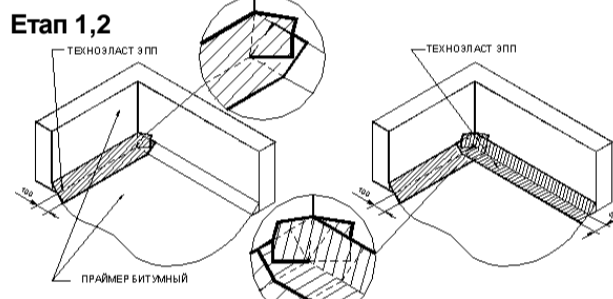
3 з використанням диференціального катка IP-830      3 з використанням захоплення-раскатчика і катка IP-735

### Для подачі матеріалів на покрівлю використовується тара, схеми строповок

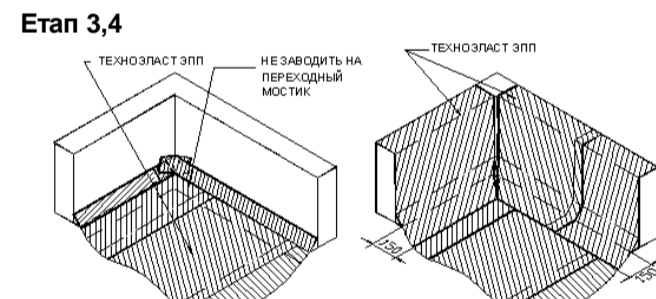


### Варіант розкрою і укладання матеріалу у внутрішньому куті «зеленої» покрівлі

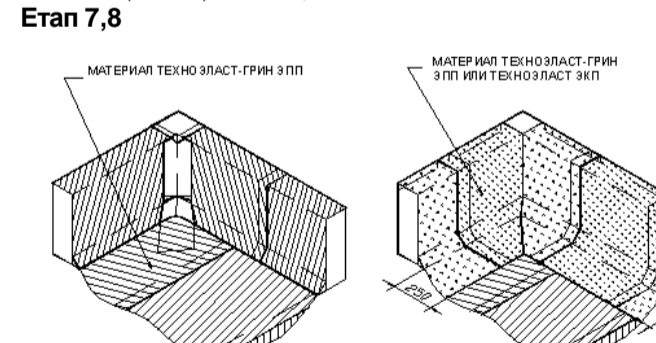
Формування вузла починають після підготовки поверхні укладання. На місце укладання повинна бути нанесена бумажна ґрунтовка, а після її висихання можливо наплавлення матеріалу. У куту покрівлі в якості підсилюючого шару на приляганні використовуються Delta floraxx tex. Матеріал повинен бути заводним на перехідний бортик, і заходити на горизонтальну площину на 100 мм. У місці перехрестя підсилюючий шар служить матеріалу надзірять і укладають на перехідний бортик.



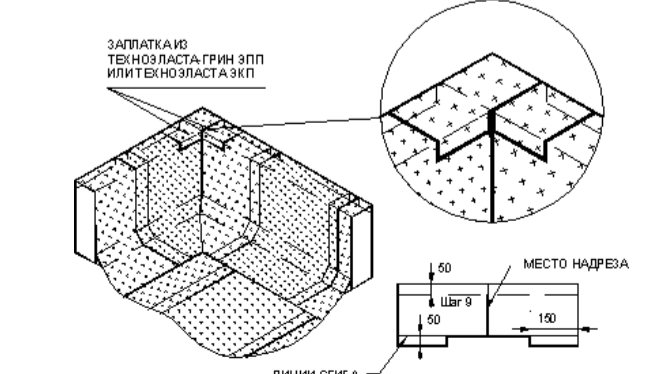
Наплавляють нижній шар покрівельного покриття (Delta floraxx tex) на горизонтальну поверхню. Килим обривають не заводиться на перехідний бортик. На парпет укладають матеріал Delta floraxx tex, заводячи його на горизонтальну поверхню на 150 мм. Точку підйому матеріалу виробляють при наклеївці матеріалу - за місцем.



На місце стиків політичних покрівельного матеріалу наплавляють смугу посилення з Delta floraxx tex, що перешкоджає проникненню води в місці стиків сусідніх політичних матеріалу першого шару. Ширина вклеюється смуги 200 мм. Зверху кут парпетної стіни також закривають шматком матеріалу матеріалу - за місцем.



### Етап 9 Зверху на кут встановлюють додаткову смугу посилення



### Нанесення ґрунтовки



### Влаштування сполучення покрівельного килима з трубами, що проходять через «зелену» покрівлю, відрізняється від традиційного

**Етап 1**  
У місцях проходження однієї чи кількох труб нагрівають додатковий шар матеріалу термостійкого геотекстилю DELTA DRAINAGEVLIIES розміром, що перевищує розміри фланця металевого короба на 150 мм.

**Етап 2**  
Встановлюють металевий короб круглого перетину з фланцем шириною 100 мм. Товщина металу короба не менше 2 мм. Короб повинен бути зварений, зварні шви перевірені на герметичність. Фланець короба встановлюють на додатковий шар матеріалу з попереднього розділу його газовим палиником і фіксують до основи саморізами. Категорично заборонено на поверхні виступати над поверхню фланця короба. Діаметр труби короба повинен бути більше діаметра пропусканої труби не більше ніж на 30 мм.

**Етап 3**  
На фланець короба наносять шар гарячої мастики «Еврижак». Далі наплавляють нижній шар покрівельного покриття з матеріалу Дельта.

**Етап 4**  
Смугу з матеріалу Дельта надірають знову, формуючи спіралю. Ширина смуги приймається з розрахунку підйому верхньої крайньої смуги на 300 мм над поверхню ґрунту.

**Етап 5**  
Наплавляють верхній шар покрівельного покриття - матеріал Дельта ТЕХ. Встановлюють хомут на короб для фіксації смуги матеріалу і герметизують мастикою Фіксер місця примикання килима до короба і верною крошку жемута.

Встановлюють стілець з оцинкованої сталі на пропусканої через покрівлю трубу з подальшою її герметизацією мастикою Фіксер дренажних шарів + 50. Обклеювати короб матеріалом.

### Варіант розкрою і укладання матеріалів в зовнішньому кутку «зеленої» покрівлі

**Етап 1,2**  
Формування вузла починають після підготовки поверхні укладання. Як підсилюючий шар на приляганні використовують Delta floraxx tex. Матеріал повинен бути заводним на перехідний бортик, і заходити на горизонтальну площину на 100 мм. При формуванні місць посилення, безпосередньо в куту покрівлі матеріал розрізають і влаштовують перехрест матеріалу.

**Етап 5,6**  
Матеріал Delta floraxx tex першого шару примикання наплавляють на парпет від низу доверху. Надіслет на горизонтальну поверхню становить 150 мм. Сусідній лист матеріалу Delta floraxx tex в місцях вигину надірають, а край матеріалу загортають в кутку і наплавляють газовим палиником. На місце стиків політичних покрівельного матеріалу укладають латку, що перешкоджає проникненню води в місці розриву основи.

**Етап 3,4**  
Матеріал першого шару покрівельного килима підводять до перехідного бортика. Близький до парпетної стіні рулон покрівельного матеріалу при необхідності розрізати уздовж полотна так, щоб край рулону вигнуту примикав до перехідного бортика.

**Етап**  
Укладають другий шар покрівельного покриття з матеріалу Delta floraxx tex, підбиваючи його вигнуту до перехідного бортика. В якості другого шару на примиканні використовують Delta floraxx tex. Місця вигину матеріалу на вертикальній поверхні приварюють пропановим палиником. Верхній край матеріалу заводять на фасадну вертикальну площину парпетної стіни на 50 мм.

**Етап 9**  
Формування зовнішнього кута покрівлі закінчують обриванням примикає до кута полотна матеріалу покрівельним ножом по месту плоскост парпетної стіни на 50 мм.

### КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ

№ п/п	Найменування роботи	Термін виконання робіт (робочі дні) (з 01.7.23 по 14.09.23)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Очищення і підготовки поверхні														
2	Улаштування пароізоляції														
3	Монтаж водозливних воронок														
4	Утеплення покриття плитами піно полістирольними														
5	Улаштування гідроізоляції														
6	Покриття мембраною Delta Floraxx top														
7	Влаштування примикань до парпетів														
8	Улаштування геотекстилю Delta														
9	Планування ділянки під озеленення														
10	Підготовка ґрунту під квітники														
11	Садіння кущів, саджанців														
12	Прибирання території, вивезення сміття														
13	Здача об'єкта замовнику														

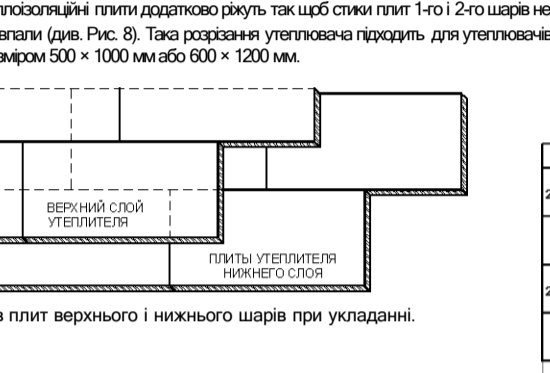
### 1 Підготовка підстави під укладання пароізоляції.

Стики несучих зазобетонних плит замочуються, поверхня нерівних плит або монолітного підстави затирається цементно-піщаним розчином марки не нижче М150. Пристрій пароізоляції. Пароізоляцію рекомендується укладати безпосередньо перед пристроєм теплоізоляційного шару. Допоміжну укладання пароізоляційного шару необхідно: - Заключити всі види будівельних робіт на покривті; - Встановити металеві компенсатори в місцях влаштування деформаційних швів. Укладання бумажних матеріалів (Лінокром, Бікрос) можна проводити при температурі зовнішнього повітря вище + 5 ° С. На всі вертикальні поверхні пароізоляційний матеріал необхідно наклеїти, суцільний приклеюючи, заводячи вище теплоізоляційного шару. На всі горизонтальні площини рулонні бумажні матеріалу склеюють в швах, забезпечивши нагусту поглинок 80-100мм в бачних швах і 150 мм торцевих.

### 2 Укладання теплоізоляції.

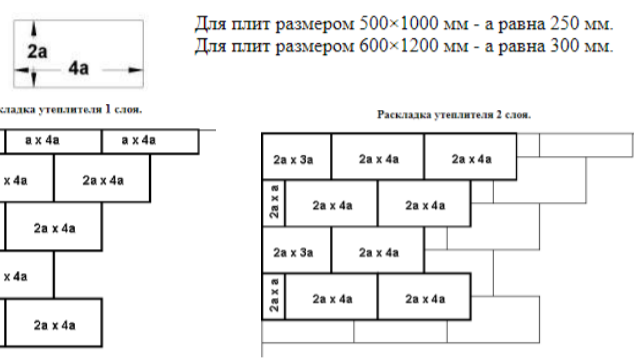
Укладання теплоізоляційних плит і влаштування стяжки рекомендується проводити в одну ту жміну. Плити слід укладати в напрямку «на себе». Це зменшить пошкодження плит в процесі їх укладання. Перед виконанням монолітного теплоізоляції на цементному вяжущому слід провести нівелювання поверхні несучих плит для установки маяків, що визначають товщину укладання теплоізоляції. При влаштуванні теплоізоляції з двох і більше шарів плитного утеплювача, шви між плитами розташовувати «вразбежку», забезпечуючи щільне прилягання плит один до одного. Шви між плитами утеплювача більше 5 мм повинні заповнюватися теплоізоляційним матеріалом.

### 3 Укладання утеплювача найпростіше починають з кута покрівлі. При укладанні теплоізоляційні плити додатково ріжуть так щоб шви плит 1-го і 2-го шарів не співпали (див. Рис. 8). Така розрізка утеплювача підходить для утеплювачів розміром 500 x 1000 мм або 600 x 1200 мм.



Зсув плит верхнього і нижнього шарів при укладанні.

### Розкладка теплоізоляційних плит при двошаровій укладанні

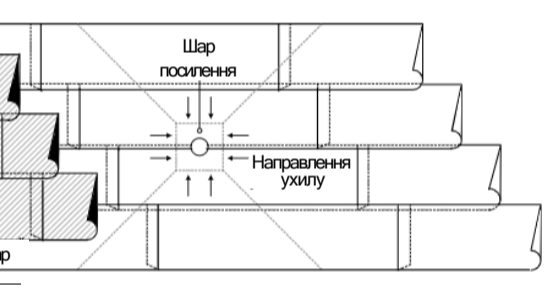


### 4 Влаштування основи під гідроізоляційний килим.

У новострою влаштовують цементно-піщаних стяжок виконують температурно-усадочні шви шириною близько 5 мм, що розділяють стяжку на ділянки не більше ніж 6 x 6 м, стяжки з асфальтобетону ділять на карти 4 x 4 м. Шви повинні збігатися з торцевими швами несучих плит і розташовуватися над швами в монолітної теплоізоляції. ґрунтовку наносять за допомогою кистей або щіток монолітної теплоізоляції.

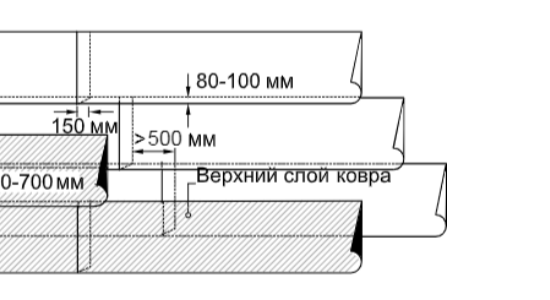
### 5 Укладання наплавлення рулонного покрівельного матеріалу

Розкладка полотниць покрівельних матеріалів в районі водоприймальної воронки



Укладання рулонного матеріалу починають з покладення таких як водоприймальні воронки і карнизні свесі. Розкатка рулонів здійснюється в одному напрямку при ухиліх більше 15% - удріж ухилу, при ухиліх менш 15% - удріж або перпендикулярно ухилу.

### 6 Укладання верхнього шару покрівельного покриття



Зсув полотниць покрівельного матеріалу в суміжних шарах

Відстань між бачними швами покрівельних полотниць суміжних шарів повинна бути не менше 300 мм. Торцеві нахлести сусідніх полотниць матеріалу повинні бути зміщені відносно один одного не менш ніж на 500 мм

### 7 Зварювання гарячим повітрям.

Найбільш надійний спосіб укладання, при якому шви м'якого покриття зварюються розігрітим повітрям. Зварювання відбувається спеціалізованим апаратом, за допомогою якого можна отримати потужний повітряний струмінь, нагрітий до температури 450-600 град. У роботі з укладання пілки потрібно дотримуватися загальних параметрів створюваного шва, який повинен бути від 2 - 10 см. Головною відмінністю такого варіанту установки від клеювого методу є здатність швів протистояти ультрафіолету та інших зовнішніх факторів



Виконання робітником зварювання

### 5 Нахлести полотниць рулонного матеріалу



### 7 Етап влаштування дренажної мембрани з виступами.



Поверх розігрітого шару розкачують дренажну мембрану. При цьому зверну повинні бути шару фільтра геотекстилю Delta floraxx top. Розмір геотекстилю напрям укладання не мають значення. Рекомендоване покриття геотекстилю - 10 см

Для виконання поздовжнього з'єднання введіть мембрану на раніше покладений рулон, піднявши геотекстиль, вирівнявши виступи сусідніх рулонів (мінімум 2 дри) Наклії (поперечного) стиків і окремих геотекстилю від профільованою основи і єднати виступи з нахлестом. Близько 20 см.

### КАЛЬКУЛЯЦІЯ ВИТРАТ ПРАЦІ

№ п/п	Найменування роботи	Одичні виміру	Об'єм робіт	Норма часу на одичний виміру, год.ч год.	Витрати на загальні об'єкти робіт, год.ч год.
1	Очищення і підготовки поверхні	100 м²	20,04 м²	0,41	8,2
2	Улаштування пароізоляції	100 м²	20,04 м²	4,6	92,18
3	Монтаж водозливних воронок	1 шт.	30	1,3	39
4	Утеплення покриття плитами піно полістирольними	100 м²	20,04 м²	0,65	13,02
5	Улаштування гідроізоляції	100 м²	20,04 м²	4,6	92,18
6	Покриття мембраною Delta Floraxx top	100 м²	20,04 м²	4,8	96,2
7	Влаштування примикань до парпетів	100 м²	20,04 м²	5,6	9,4
8	Улаштування геотекстилю Delta	100 м²	20,04 м²	0,29	5,8
9	Планування ділянки під озеленення	100 м²	20,04 м²	4,6	92,18
10	Підготовка ґрунту під квітники	100 м²	20,04 м²	0,41	8,2
11	Садіння кущів, саджанців	1 шт.	10200 шт	8,6	172,23
12	Прибирання території, вивезення сміття	100 м²	20,04 м²	0,46	9,2
13	Здача об'єкта замовнику	100 м²	20,04 м²		

### 08-11.МКР.025 - НД

Ново будівництво багатоквартирного житлового будинку по вулиці Шевченка, 41 м. Хмельницькому

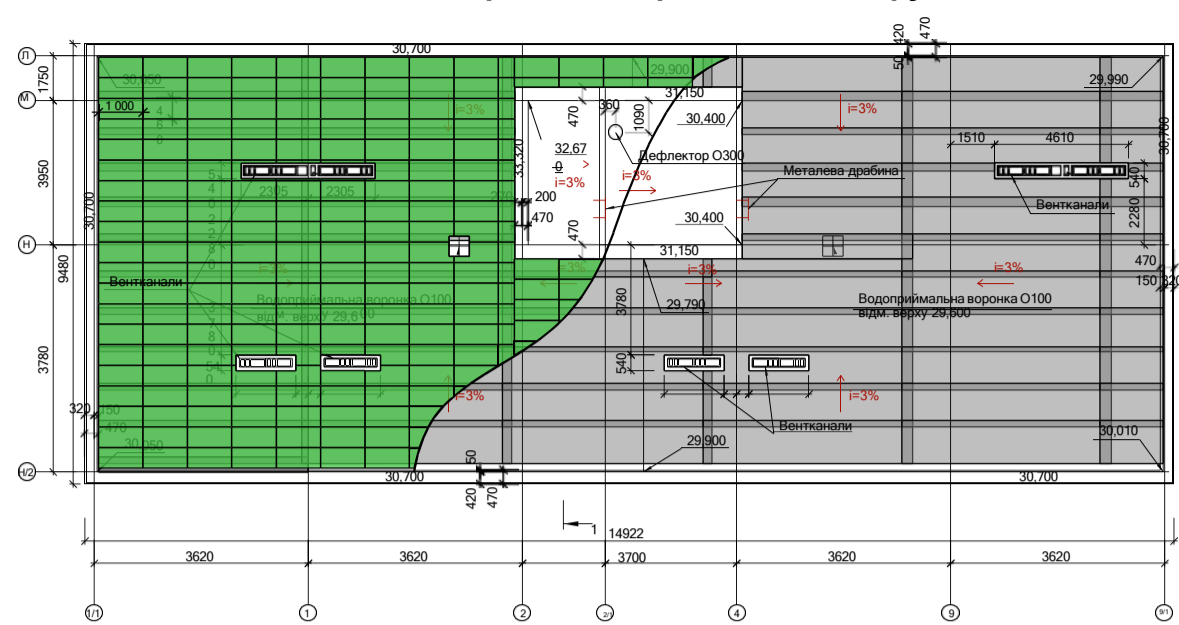
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Лист	Листів
Розробник	Шпак Л.В.					П	10	11
Перевірник	Кучеренко Л.В.							
Керівник	Кучеренко Л.В.							
Н. контроль	Магася І.В.							
ОпONENT	Панкєвич О.Д.							
Затвердив	Шпак Л.В.							

Технологічні рішення влаштування покрівлі з системами освітлення

ВНТУ, гр. Б-21мз

# Технологія монтажу "зеленого" килима на суміщенну покрівлю

## Схема розкладки рослинного шару



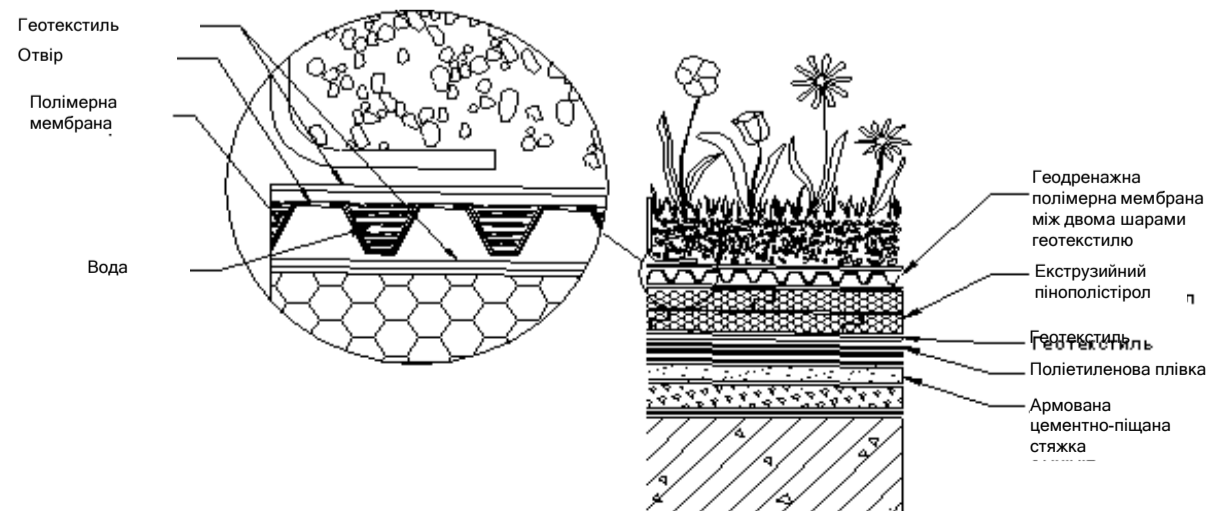
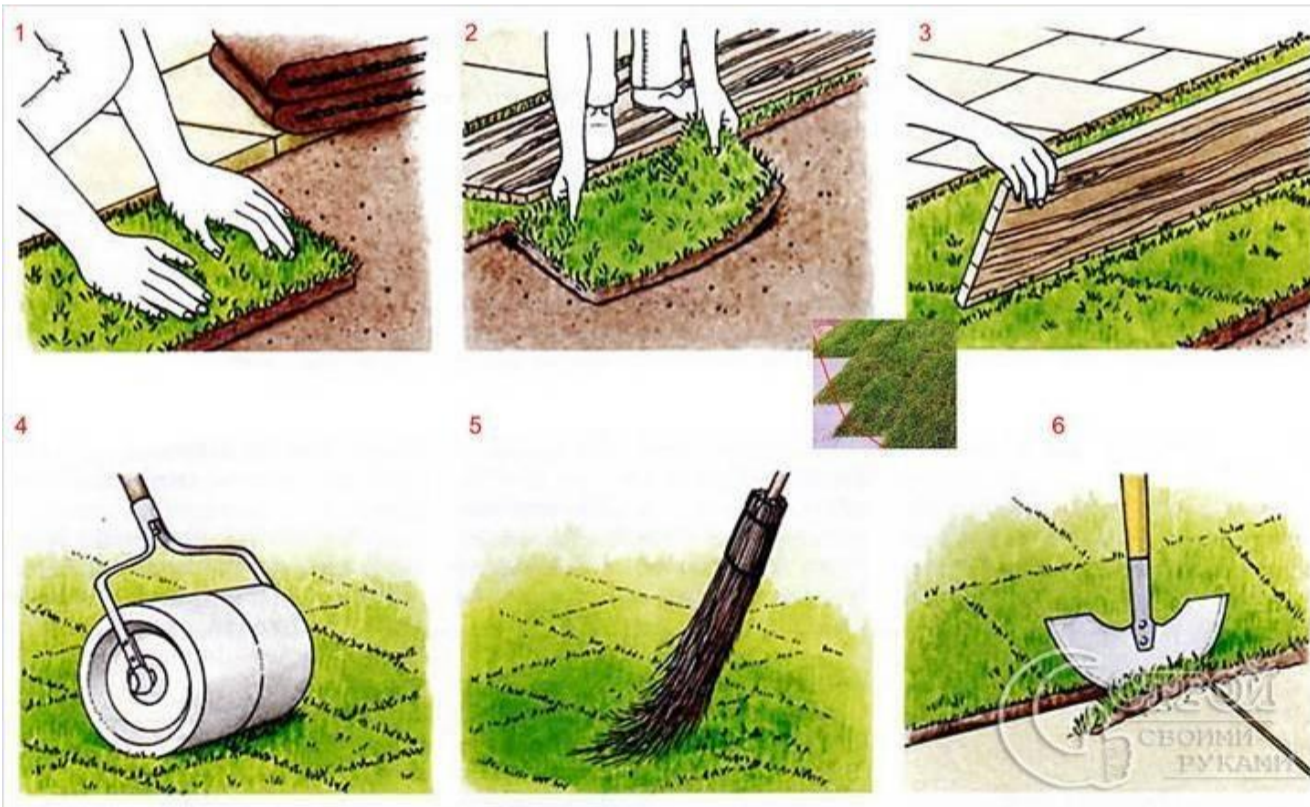
## Процес укладання різних шарів родючого ґрунту

Розвезення родючого ґрунту у мішках за допомогою міні-екскаватора



Укладка ґрунту котками

Влаштування газону окремими частинами на шар ґрунту в єдиний «килим»



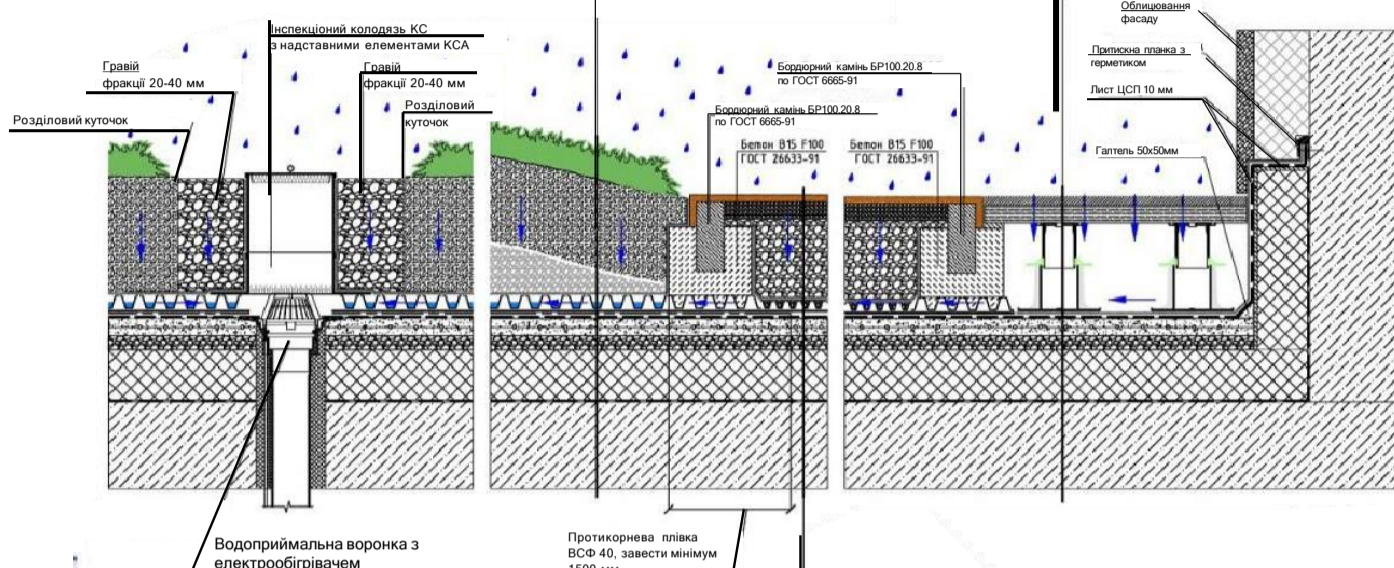
## Розріз покрівлі при влаштуванні озеленення та тротуару на експлуатовану покрівлю

### Тип I Штучний пагорб з газоном

1	Рослинний шар - газон	- від 250 мм
2	Субстрат для покрівельного озеленення Циркум	- від 30 мм
3	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
4	Керамзитовий ґравій фракція 10-20 мм	- 40 мм
5	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
6	Флордрейн ФД від згору	- 40 мм
7	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
8	Противокоренева плівка ВСФ 40, 2 шари	- 0,9 мм
9	Гідроізоляція - бітумно-полімерний матеріал 4,0 2 шари	- 8 мм
10	Ґрунтування-бітумик праймером	- 50 мм
11	Армована цементно-піщана стяжка	- 0,1 мм
12	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
13	Утеплювач - екструзійний пінополістирол	- згідно розр
14	Парозолозача	- згідно розр
15	Утеплювач - екструзійний пінополістирол	- згідно розр
16	Парозолозача	- згідно розр
17	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр

### Тип I Терасний настил

1	Терасна дошка	- 25 мм
2	Плита для зовнішньої опалубки 50х250 мм крок 400 мм	- 50 мм
3	Регульована опора "Зеліт" крок 400мм	- від 42 мм
4	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
5	Ґрунтування-бітумик праймером	- 50 мм
6	Армована цементно-піщана стяжка	- 0,1 мм
7	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
8	Покриття-бітумик праймером	- 50 мм
9	Ґрунтування-бітумик праймером	- 50 мм
10	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
11	Утеплювач - екструзійний пінополістирол	- згідно розр
12	Парозолозача	- згідно розр
13	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр



### Тип III Резинове покриття

1	Ґрунтове покриття	- від 15мм
2	Ґравійний шар фракції 5-40 мм	- від 50 мм
3	Шабля з ґравієм фракції 5-40 мм	- змінна
4	Розквітання 5/10/20/40 з проволочної СНИП III-10-75	- змінна
5	Системний фільтр ТТ	- 40 мм
6	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
7	Закладний шар мату ССМ 45	- 0,8 мм
8	Противокоренева плівка ВСФ 40, 2 шари	- 0,9 мм
9	Гідроізоляція - бітумно-полімерний матеріал 4,0 2 шари	- 8 мм
10	Армована цементно-піщана стяжка	- 50 мм
11	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
12	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
13	Утеплювач - екструзійний пінополістирол	- згідно розр
14	Парозолозача	- згідно розр
15	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр

### Тип IV Пішохідна (зона тротуару)

1	Плита тротуарна	- від 40 мм
2	Ґравійний шар фракції 2-5 мм	- 50 мм
3	Шабля з ґравієм фракції 5-40 мм	- змінна
4	Розквітання 5/10/20/40 з проволочної СНИП III-10-75	- змінна
5	Системний фільтр ТТ	- 40 мм
6	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
7	Закладний шар мату ССМ 45	- 0,8 мм
8	Противокоренева плівка ВСФ 40, 2 шари	- 0,9 мм
9	Гідроізоляція - бітумно-полімерний матеріал 4,0 2 шари	- 8 мм
10	Армована цементно-піщана стяжка	- 50 мм
11	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
12	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
13	Утеплювач - екструзійний пінополістирол	- згідно розр
14	Парозолозача	- згідно розр
15	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр

### Тип V Чагарник

1	Рослинний шар - чагарник	- від 300 мм
2	Субстрат для покрівельного озеленення Циркум	- від 30 мм
3	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
4	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
5	Флордрейн ФД від згору	- 40 мм
6	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
7	Ґрунтування-бітумик праймером	- 50 мм
8	Противокоренева плівка ВСФ 40, 2 шари	- 0,9 мм
9	Гідроізоляція - бітумно-полімерний матеріал 4,0 2 шари	- 8 мм
10	Армована цементно-піщана стяжка	- 50 мм
11	Розподільний шар - п / з пілвка 100мм	- 0,1 мм
12	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр

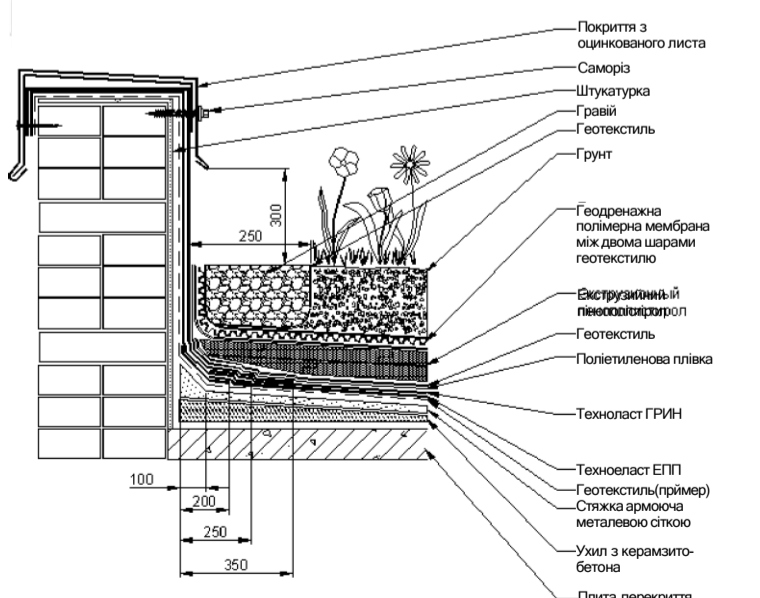
Після закінчення робіт з укладання матеріалу край покрівельного ковра повинен бути закріплений до основи. Варіанти закріплення краю покрівельного килима на вертикальній стіні дивіться в інструкціях по застосуванню.

В інверсійних покрівлях на покрівельний килим укладають иглопробивної геотекстиль з вагою вилітка не менше 350 г / м<sup>2</sup>. Геотекстиль необхідний для відводу води з поверхні покрівельного килима пройшла через стики в екструзійні пінополістиролі.

Дренажний шар в інверсійній покрівлі формують поверх утеплювача, а в суміщеній з покрівельного килиму. Перевагу слід віддавати геодренажній полімерній мембрані.

Мембрана має профіль у вигляді усунених конусів по всій поверхні з прорізами, завдяки яким відбувається дозоване затримання вологи, необхідної для росту рослин. Надлишок вологи проходить через отвори розташовані на верхній поверхні мембрани і стікає в водоприймальну воронку. Мембрана укладається між двома шарами геотекстилю з вагою вилітка 350-400 г / м<sup>2</sup>.

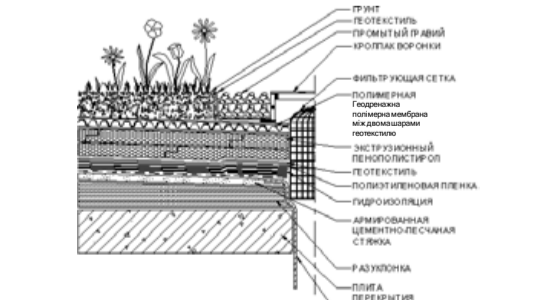
## Вузол примикання до парапету при влаштуванні «зеленої» покрівлі



## Тип VI Газон

1	Рослинний шар - газон	- від 300 мм
2	Субстрат для покрівельного озеленення Циркум	- від 30 мм
3	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
4	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
5	Флордрейн ФД від згору	- 40 мм
6	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
7	Ґрунтування-бітумик праймером	- 50 мм
8	Противокоренева плівка ВСФ 40, 2 шари	- 0,9 мм
9	Гідроізоляція - бітумно-полімерний матеріал 4,0 2 шари	- 8 мм
10	Армована цементно-піщана стяжка	- 50 мм
11	Розподільний шар - п / з пілвка 100 мм	- 0,1 мм
12	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр

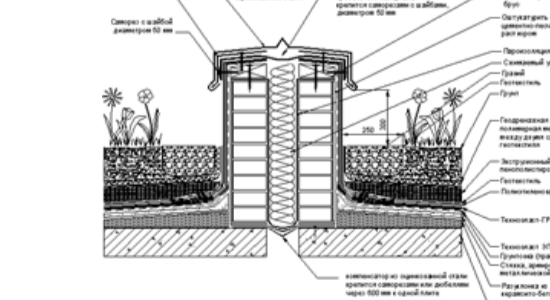
## Вузол воронки внутрішнього водозливу в інверсійній «зеленої» покрівлі



## Тип VI Дерева

1	Рослинний шар - дерево	- від 300 мм
2	Субстрат для покрівельного озеленення Циркум	- від 30 мм
3	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
4	Дренажно-накопичувальний елемент	- 40 мм
5	Флордрейн ФД від згору	- 40 мм
6	Системний фільтр ТТ	- 0,9 мм
7	Ґрунтування-бітумик праймером	- 50 мм
8	Противокоренева плівка ВСФ 40, 2 шари	- 0,9 мм
9	Гідроізоляція - бітумно-полімерний матеріал 4,0 2 шари	- 8 мм
10	Армована цементно-піщана стяжка	- 50 мм
11	Розподільний шар - п / з пілвка 100 мм	- 0,1 мм
12	Ж.Б. плита покриття	- згідно розр

## Вузол деформаційного шва на інверсійній «зеленої» покрівлі



08-11.МКР.025 - НД					
Нове будівництво багатоквартирного житлового будинку по вулиці Шевченка, 41 м.м. Хмельницького					
Зм.	Кельс	Лист №/доку.	Підпис	Дата	
Розробив	Шпак Л.В.				
Перевірив	Кучеренко Л.В.				
Керівник	Кучеренко Л.В.				
Н. контроль	Магаска І.В.				
ОпONENT	Панкєвич О.Д.				
Затвердив	Шпак Л.В.				
Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з системами озеленення			Стадія	Лист	Листів
Технологія монтажу "зеленого" килима на суміщенну покрівлю			П	11	11
ВНТУ, гр. Б-21мз					

**ВІДГУК**  
**керівника магістерської кваліфікаційної роботи**  
**студентки Шпак Лариси Василівни**  
**на тему Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з**  
**системами озеленення**

На сьогоднішній день в світі різко постало питання підвищення енергоефективності будівель. Велика кількість будівель в Україні, включаючи деякі новобудови та існуючий житловий фонд, не відповідають нормативним показникам опору теплопередачі, особливо з боку покриття. Це пояснюється тим, що в 2016 році в Україні були оновлені нормативи, які тепер наближені до європейських. Одним з варіантів вирішення проблеми підвищення енергоефективності будівель є впровадження принципів «зеленого будівництва». Зелене будівництво дозволяє не тільки збільшити енергоефективність будівель, але і вирішити екологічні та санітарно-гігієнічні проблеми сучасних міст.

В роботі було розглянуто питання технологічних особливосте влаштування на плоских покрівлях систем озеленення. Проаналізовано виконані раніше дослідження в практиці застосування «зелених покрівель». Виконано багатокритеріальний аналіз застосування різних методів озеленення покрівель. Обрано оптимальне рішення. Виявлено приховані резерви підвищення технологічності обраного варіанту. Розроблено технологічну карту на влаштування ефективного методу виконання робіт. На прикладі, реального об'єкту показано можливість технологічного застосування запропонованого технологічного процесу.

Магістрантка показала себе, як достатньо підготовлена особистість за темою дослідження. Добросовісно та вчасно виконувала усі поставлені задачі та дотримувалась графіку виконання роботи. Загалом робота виконана якісно та на високому рівні, з достатньо обґрунтованими та проробленими проектними рішеннями, усі графічні креслення виконані та оформленні згідно норм та стандартів.

**В МКР наявні наступні недоліки:**

1. Наявні незначні недоліки в оформленні роботи.
2. Мають місце неточності в розробці технологічної карти на влаштування покрівлі з системами озеленення.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А», відмінно 95 балів.

Магістр Шпак Лариса Василівна заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва за освітньою програмою «Промислове та цивільне будівництво»

**Керівник магістерської**  
**кваліфікаційної роботи**  
кандидат технічних наук,  
доцент кафедри БМГА



Лілія КУЧЕРЕНКО

**ВІДГУК ОПОНЕНТА**  
**на магістерську кваліфікаційну роботу**  
**студента Шпак Лариси Василівни**  
**на тему Оптимізація технологічних рішень влаштування покрівель з**  
**системами озеленення**

З нинішнім розвитком процесу урбанізації природне середовище в містах дуже сильно змінюється, а рослини в місті сприяють підвищенню комфортності, поліпшення якості міського середовища. Тому зараз використання рослин в озелененні, використання натуральних матеріалів, сприятливо впливають на людину. Життя городянина стає екологічним та комфортним, а озеленення створює відчуття захищеності.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена проблемі створення комфортних екологічних умов проживання мешканців міст, та створення відповідних зон відпочинку на дахах покрівель. Для цього виконано дослідження оптимальних технологічних рішень та підвищення технологічності обраного процесу.

В першому розділі роботи проаналізовано сучасну практику застосування зелених дахів та основні види озеленення. Другий розділ присвячено дослідженням технологічних параметрів влаштування покрівель з системами озеленення. Визначено критерії порівняння. У третьому розділі представлені результати виконаних досліджень, а також проведено оптимізацію параметрів технологічного процесу з метою підвищення його технологічності. В четвертому розділі викладено практичне застосування технології озеленення покрівлі на прикладі вибраного об'єкту, а також розроблено технологічну карту на влаштування пласкої покрівлі з системами озеленення. П'ятий та шостий розділ є обґрунтуванням питань охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та економіки будівництва.

Висновки в роботі є повними та обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена якісно.

Магістром було дотримано графік виконання роботи.

Усі проектні рішення достатньо обґрунтовані, креслення оформлені згідно норм та стандартів.

Робота може бути реалізована в практиці будівельного виробництва.

**В МКР наявні наступні недоліки:**

1. Наявні незначні недоліки в оформленні роботи.
2. Бажано було б приділити увагу проблемам водовідведення з покрівель із системами озеленення.

Зазначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи. Магістерська кваліфікаційна робота виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А», 95 балів.

Магістрантка Шпак Лариса Василівна заслуговує присвоєння кваліфікації магістр зі спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія будівництва за освітньою програмою «Промислове та цивільне будівництво»

**Опонент**

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри ІСБ

Ольга ПАНКЕВИЧ