

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

На тему Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів

08-08.МКР.006.00.000.ПЗ

Виконав: магістрант 2 курсу, групи Б-19мі  
спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гордійчук П.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник Андрухов В.М.

(прізвище та ініціали)

Опонент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

м. Вінниця - 2021 року

Факультет: будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра: будівництва, міського господарства та архітектури

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Галузь знань 19 - Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія (ОПП: ПЦБ)  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА \_\_\_\_\_

Швець В. В.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Петра Петровича Гордійчука

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів.»

керівник роботи Андрухов В.М., к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_\_\_.

2. Строк подання магістрантом роботи 10.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Ескізний варіант архітектурно-будівельних рішень технічного об'єкту проектування, топографічний план ділянки, звіт з інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування індивідуального одноповерхового котеджу. Стіни з CLT-панелей, сертифікат енергоефективності. Відновлювані джерела виробництва енергоресурсів. Покрівля плоска, суміщена.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Науково-дослідна частина (огляд та аналіз літературних джерел за напрямком будівництво будинків по CLT-технології). Будівництво з CLT-панелей: Історія технології; Особливості виробництва; Будівництво будинків; Переваги; Недоліки. Розробка енергетичного сертифікату будинку збудованого за CLT технологією. Оціночний аналіз параметрів енергетичного сертифікату та розробка пропозицій для підвищення енергоефективності. Оцінка ефективності запропонованих заходів. Оновлення енергетичного сертифікату після реалізації запропонованих заходів. Джерела енергозабезпечення будівлі. Традиційні варіанти, відновлювані джерела енергопостачання. Аналіз, оцінка та практичні рекомендації. Аналіз результатів; виконати техніко-економічне порівняння розглянутих варіантів джерел енергозабезпечення. 2. 2.1-Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних відміток генплану, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок). 2.2-Конструктивний розділ (деталізація конструктивних рішень вузлових з'єднань та межувань для підвищення енергоефективності). 2.3. Складання календарного графіку та будівельного генерального плану. 3. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту). 4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Науково-дослідний розділ – 6-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (візуалізація будівлі, фасад, генеральний план, плани, план покрівлі, розріз, вузли)

3. Конструктивний розділ – 1-2 арк. (архітектурно-будівельні та конструктивні рішення вузлових зєднань та межувань для підвищення енергоефективності.)

4. Організація будівельного виробництва – 1-2 арк. (календарний графік, будгенплан)

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
НР, АЧ, КР	Андрухов В. М., к.т.н., доц.		
ОУБ	Христич О. В., к.т.н., доц.		
ЦЗ та ОП	Дембіська С. В., д.пед.н., проф.		
ЕЧ	Лялюк О. Г., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	03.02-06.02.21	
2	Науково-дослідна частина	07.02-12.03.21	
3	Архітектурно-будівельні рішення	15.03-26.03.21	
4	Конструктивні рішення з позицій енергоефективності	27.03-03.04.21	
5	Організація будівельного виробництва	04.04-16.04.21	
6	Охорона праці та цивільний захист	17.04-24.04.21	
7	Економічна частина	25.04-02.05.21	
8	Оформлення МКР	03.05-08.05.21	
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	10.05-16.05.21	
10	Попередній захист	17.05-21.05.21	
11	Рецензування	24.05-30.05.21	

Магістрант \_\_\_\_\_

( підпис )

Гордійчук П. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

Андрухов В. М.

(прізвище та ініціали)

## Реферат

В магістерській кваліфікаційній роботі на тему «Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів» виконано пошук оптимального варіанту конструкції утеплення і оптимальної організації енергетичного господарства будинку в кліматичних умовах України.

Виконаний автоматичний розрахунок базового проекту з CLT плит з утепленням 60 мм програмою планування пасивних будинків РНРР 2007, запропоновано конструктивні рішення влаштування утеплюючої конструкції та окремих її вузлів у варіанті багатошарового сандвіча зі зміщенням ребер жорсткості, проведено порівняльний аналіз впливу теплопровідних включень на загальну конструкцію утеплення існуючої і запропонованої систем утеплення будівлі.

Проведено аналіз енергетичних ресурсів, наявних для енергозабезпечення будівлі, запропоновано оптимізацію системи енергопостачання. Запропоновано і розраховано метод рекуперації стічних вод для підвищення ККД рекуперації повітря.

Розроблено конструктивну схему гумусного котла (біологічного теплового реактора), котрий отримує теплову енергію внаслідок аеробної переробки компосту з опалого листя, сухої трави і твердих побутових відходів домашнього господарства. Запропоновано і розраховано його використання для підігріву припливного повітря в опалювальний сезон.

Запропонована гібридна схема гарячого водопостачання із суміщенням використанням біологічної теплової енергії і сонячної енергії, котра забезпечує безперебійну цілорічну подачу гарячої води.

Проведено розрахунок ефективності використання енергетичних ресурсів і енергоспоживання запропонованого проекту будівлі програмою РНРР 2007.

У складі технічної частини розроблений проект організації будівництва та розділ охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. У розділі

економіки визначений економічний ефект від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з 12 аркушів графічної частини формату А-1, та пояснювальної записки, яка містить \_\_ аркушів формату А-4

**Ключові слова:** пасивний будинок, біологічний тепловий генератор, гумусний котел, багатошаровий сандвіч зі зміщеними ребрами жорсткості, суміщена система енергопостачання, теплопровідність, опір теплопередачі, конструкція утеплення.

### **Abstract**

In the master's qualification work on "Buildings with close to zero consumption of energy resources" the search for the optimal design of insulation and the optimal organization of energy management of the house in the climatic conditions of Ukraine.

Automatic calculation of the basic project from CLT plates with insulation of 60 mm by the program of planning of passive houses PHPP 2007 is executed, constructive decisions of the device of a warming design and its separate knots in a variant of a multilayer sandwich with shift of stiffening ribs proposed building insulation systems.

The analysis of energy resources available for energy supply of the building is carried out, optimization of energy supply system is offered. A method of wastewater recovery to increase the efficiency of air recovery is proposed and calculated.

A constructive scheme of a humus boiler (biological thermal reactor) has been developed, which receives thermal energy as a result of aerobic processing of compost from fallen leaves, dry grass and solid household waste. Its use for heating of supply air in a heating season is offered and calculated.

A hybrid scheme of hot water supply with combined use of biological thermal energy and solar energy is proposed, which provides uninterrupted year-round hot water supply.

The calculation of energy efficiency and energy consumption of the proposed building project by the PHPP 2007 program is performed.

As a part of a technical part the project of the organization of construction and the section of labor protection and safety in emergency situations is developed. The section of economics defines the economic effect of the implementation of the results of scientific development on the example of a technical object.

The master's qualification work consists of 12 sheets of graphic part of A-1 format, and an explanatory note containing \_\_ sheets of A-4 format

**Key words:** passive house, biological heat generator, humus boiler, multilayer sandwich with offset stiffeners, combined power supply system, thermal conductivity, heat transfer resistance, insulation construction.

#### Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітка
1	Північний фасад 1:100 Південний фасад 1:100 Перспектива 1:88,33 Західний фасад 1:100 Східний фасад 1:100	Креслення
2	План першого поверху 1:100 План другого поверху 1:100 Розріз Ф-6 1:100 Розріз Ф-7 1:100 Розріз Ф-5 1:100	Креслення
3	Базовий проект перспектива і план першого поверху Опис конструкції Розрахунок втрат і надходжень теплової енергії через	Плакат

	<p>світлопрозорі конструкції</p> <p>Річний графік потреби в опаленні з врахуванням втрат в надходжень</p> <p>Розподіл затрат на обслуговування будинку</p> <p>Енергетичний баланс опалення</p> <p>Річний графік потреб в охолодженні будівлі з врахуванням втрат і надходжень</p> <p>Визначення класу енергоефективності</p>	
4	<p>Аналіз існуючих технологій утеплення CLT:</p> <p>Прийнята технологія утеплення CLT</p> <p>Епюра ефективності утеплення за прийнятою технологією</p> <p>Розрахунок опору теплопередачі утепленої конструкції</p> <p>Вузол утеплення перекриття над фундаментом</p> <p>Вузол утеплення перекриття і парапетів</p> <p>Схема можливих наборів CLT</p>	Плакат
5	<p>Одинарний сандвіч з утепленням</p> <p>Потрійний сандвіч стіновий</p> <p>Потрійний сандвіч перекриття</p> <p>Розрахунок опору теплопередачі стінового багатошарового сандвіча</p> <p>Епюра ефективності утеплення стінового сандвіча</p> <p>Епюра ефективності утеплення сандвіча перекриття</p>	Креслення
6	<p>Конструктивні схеми утеплення потрійним збірним сандвічем:</p> <p>Утеплення перекриття над фундаментом</p> <p>Утеплення парапетів і даху</p> <p>Влаштування лійок</p> <p>Герметизація відкосів</p>	Креслення

7	<p>Конструкції вікон і дверей:</p> <p>Енергозберігаючий двокамерний склопакет</p> <p>Формула склопакета</p> <p>Таблиця опору теплопередачі склопакетів</p> <p>Класифікація віконних конструкцій</p> <p>Таблиця опору склопакетів за класами</p> <p>Розріз – шестикамерний віконний профіль</p> <p>Розріз – посилений дверний профіль</p>	Плакат
8	<p>Засоби оптимізації енерговитрат системи «Бумеранг»:</p> <p>Перелік</p> <p>Схема зовнішніх мереж</p> <p>Підігрів повітрязабору в кришці септика</p> <p>Суміщена система геліопанелей і біологічного теплогенератора</p> <p>Схема конструкції гумусного котла</p>	Плакат
9	<p>Забезпечення енергоефективності суміщеними енергетичними системами:</p> <p>Розрахунок площі фотом одулів</p> <p>Залежність потужності вітрогенерації від швидкості вітру</p> <p>Електрична схема підключення СЕС</p> <p>Специфікація обладнання автономної СЕС</p> <p>Річний розподіл виробітку електроенергії (сонце/вітер)</p> <p>Річний розподіл швидкостей вітру</p> <p>Розподіл витрат енергії на гараче водопостачання за суміщеною системою</p> <p>Схема розташування енергогенеруючих пристроїв</p>	Плакат
10	<p>Аналіз енергоефективності будинку після оптимізації:</p> <p>Зміни в огорожуючи конструкціях</p>	Плакат



	<p>Оцінка освітленості приміщень</p> <p>Енергетичний баланс будівлі</p> <p>Витрати на обслуговування</p> <p>Визначення класу енергоефективності по конструкціям</p>	
11	<p>Енергетичний баланс будівлі:</p> <p>Active house radar</p> <p>Розподіл енергоспоживання</p> <p>Річний розподіл генерації і споживання енергії</p> <p>Графік споживання-генерація</p> <p>Визначення класу енергоефективності з гумусним котлом</p>	Плакат
12	<p>Організація будівельного виробництва:</p> <p>Графік виконання робіт</p> <p>Специфікація обладнання і механізмів</p> <p>Будівельний план</p> <p>Розрахунок складу санітарно-побутових приміщень</p>	Плакат

## Зміст

ВСТУП.....	10
1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА .....	28
1.1 Оцінка можливості задіяння альтернативних джерел теплової енергії в системі життєзабезпечення пасивних будинків .....	28
1.2 Оцінка відповідності конструктивних рішень будівлі вимогам енергоефективності .....	36
1.3 Планування процесів безперебійного отримання тепла .....	44
1.4 Транспортування тепла .....	46
1.5 Теплопровідні включення .....	52
2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	57
2.1 Коригування архітектури.....	59
2.2 Водовідведення і водопостачання .....	60
2.3 Опалення і вентиляція .....	60
2.4 Утеплення несучих і огорожувальних конструкцій .....	61
2.5 Герметизація стиків заповнення прорізів .....	66
2.6 Альтернативні матеріали .....	66
2.7 Розрахунок споживання та виробітку електроенергії .....	78
3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	86
3.1 Аналіз загальної ситуації в сфері енергоефективного будівництва ...	86
3.2 Переваги впровадження проекту .....	90
3.3 Розрахунок вартості будівництва .....	93
4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	94
4.1 Отримання дозволу на виконання будівельно-монтажних робіт .....	94
4.2 Розрахунок тимчасових будівель і споруд .....	97
4.3 Розрахунок тривалості робіт по об'єкту .....	100
4.4 Технічне планування .....	103
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..	106
5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи під час підсилення фундаментів .....	106
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	109

5.2.1 Мікроклімат .....	109
5.2.2 Склад повітря робочої зони .....	110
5.2.3 Виробниче освітлення .....	111
5.2.4 Виробничий шум .....	112
5.2.5 Виробнича вібрація .....	113
5.2.6 Психофізіологічні фактори.....	114
5.3 Заходи по зниженню рівня іонізованого випромінювання природних радіонуклідів.....	116
ВИСНОВКИ .....	118
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	121
ДОДАТКИ .....	124
Додаток А Технічне завдання .....	124
Додаток Б Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта .....	126
Додаток В Локальний кошторис на будівельні роботи 2-1-1 .....	128

## ВСТУП

**Актуальність проблеми.** Початок третього тисячоліття характеризується інтенсивним зростанням обсягів використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). У більшості економічно розвинених країн (США, Німеччині, Іспанії, Швеції, Данії, Японії) передбачено доведення частки поновлюваних джерел енергії в першій половині ХХІ століття, в загальному енергобалансі до 20-50%.

В даний час частка поновлюваних джерел в загальному світовому споживанні становить близько 14%, а в загальному електроспоживанні - 19%.

Згідно з вимогами Європейського Союзу, частка ВДЕ в національному виробництві енергії країн, які хочуть вступити в ЄС, повинна становити не менше 6%. А з врахуванням великої гідроенергетики - не менше 12% [1].

У науково-технічні дослідження по ВДЕ в провідних країнах світу вкладаються значні кошти. Так, Німеччина в розробку нових технологій з використанням ВДЕ вкладає щорічно в середньому 90 мільйон доларів. Японія вкладає 120 мільйон доларів США, Сполучені Штати Америки - 2301. В Україні є значний потенціал основних видів поновлюваних джерел енергії

(Сонячна, вітрова, використання енергії малих річок, воднева, біоенергетика та ін.). Але на сьогодні вони складають дуже малу частку в загальному енергобалансі країни. Загальний річний технічно досяжний енергетичний потенціал ВДЕ становить близько 98 мільйон тонн умовного палива. В умовах обмеженості енергетичних ресурсів для традиційної енергетики, виробництво електроенергії в світі на нетрадиційних (поновлюваних) джерелах стрімко зростає. Сумарна потужність сонячних електростанцій в економічно розвинених країнах з початку нинішнього століття практично подвоюється кожні три роки[1].

Щодо України, хоча сумарна річне значення інсоляції тут перевищує 1250 кВт год / м<sup>2</sup>, - що більше ніж в Німеччині, однак використання сонячної енергії в українській енергетиці далеко не успішне (У порівнянні з економічно розвиненими країнами майже на порядок нижче)[2].

в 2010 році частка енергетики з поновлюваних джерел в загальному обсязі енергоспоживання в ЄС зросла до 12,4%. У 2009 році вона становила 11,7%, у 2008 році - 10,5%. найбільша частка цієї енергетики від загального енергоспоживання в 2010 р була в Швеції (47,9%), Латвії (32,6%), Фінляндії (32,2%), Австрії (30,1%) і Португалії (24,6%). Менше використовувалося на Мальті (0,4%), Люксембурзі (2,8%), Великобританії (3,2%) і Нідерландах (3,8%)[3].

На сьогоднішній день власні сонячні електростанції стало досить дорогим задоволенням як для власників, так і для держави. Уряд з 1 січня 2021 року уряд затвердив фіксовану ціну на електроенергію для населення на рівні 1,68 грн за кВт-год. При ринковій ціні 3,3 грн за кВт-год. Але цей тариф буде діяти лише до кінця березня з подальшим зростанням. Вартість вугілля коливається в межах 4800-6800 грн/т. а дров 400-500 грн. за складометр без вартості доставки. Щодо ціни на газ в цей період, то ,наприклад, Львівенергозбут продає газ населенню по 10,8 грн. за 1 куб.м.[4] Треба відмітити, що найвища ціна на газ в Україні встановлена саме в тому місті, де невирішена проблема з утилізацією побутових відходів.

З точки зору біоенергетики, місто Львів просто захлинається паливом.

Проблема з утилізацією побутових відходів стосується кожного міста, села і будинку на рівні з потребою в тепловій енергії.

Використання альтернативних джерел теплової енергії в побуті раніше не було ефективним із-за низької потужності цих джерел. Її було недостатньо для покриття теплових втрат будівель. Але пройшов час і нові вимоги до теплових втрат дають можливість повернутися до цього питання.

В Україні на сьогоднішній день чинний ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель, котрий включає документи 2006 та 2013 років.

Положення цих норм встановлюють мінімальні вимоги до теплотехнічних показників конструкцій теплоізоляційної оболонки будівель та до енергетичних характеристик будівель або відокремлених їх частин, що визначені на підставі економічно обґрунтованого рівня енергетичної

ефективності будівлі з урахуванням очікуваного життєвого її циклу за умови задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі [5].

Зміни номативного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій у 2017 році відбулися лише для міжповерхового, горищного перекриття та вхідних дверей (таблиця 1):

Таблиця 1 - Чинні вимоги теплопровідності будівельних конструкцій

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5

Даний документ вимагає використання сучасних технологій утеплення зовнішніх стін, перекриттів, дахів, а також використання енергоефективних конструкцій вікон і дверей. Відповідно до цих змін, застарілому житловому фонду, котрий здавався до 2016 року, для приведення у відповідність з діючими нормами необхідна реконструкція (термомодернізація).

Термомодернізація передбачає утеплення зовнішніх стін (вентильованими фасадами, утепленням з мінераловатними листами, техноплексом, тощо з подальшим мокрим штукатуренням поверхонь). Утеплення горищних і підвальних перекриттів проводяться шляхом простого утеплення (укладання утеплювача на горищі та підклеювання утеплення на стелі підвалу) або ж з капітальним утепленням, котре передбачає влаштування утеплювача з накриттям його стяжкою. Утеплення дахів мансард проводять шляхом утеплення накриття зсередини, або ж

капітальною заміною накриття з монтажем нового, утепленого у відповідності до норм.

Прискоренню процесу термомодернізації застарілого житлового фонду має посприяти Наказ №172 Мінрегіонбуду від 11.07.2018 р. «Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката». Енергетична сертифікація будівель має запровадити дію нових норм не лише на нове будівництво, а й на здані будівлі.

На сьогоднішній день однією з найважливіших характеристик будівель є енергоефективність, котра класифікується за європейськими нормами (таблиця 2)[6]:

Таблиця 2 – Класифікація будинків за енергоефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] 100\%$
<b>A</b>	Мінус 50 та менше
<b>B</b>	Від мінус 49 до мінус 10
<b>C</b>	Від мінус 9 до 0
<b>D</b>	Від 1 до 25
<b>E</b>	Від 26 до 75
<b>F</b>	76 та більше

Клас енергоефективності будівлі визначається на підставі зіставлення отриманих значень енергоспоживання з нормативними значеннями максимальних теплових витрат житлових і цивільних будівель, які наведені в ДБН В. 2.6-31.2016 «Теплова ізоляція будівель»[6]. Найвища ступінь енергоефективності – пасивний будинок.

Пасивний будинок або енергозберігаючий будинок (нім. Passivhaus) - будівля, в якій тепловий комфорт (ISO 7730) досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції. Якщо говорити простіше, то пасивним

можна назвати той будинок, на опалення якого буде йти мінімальна кількість енергії [7].

У Німеччині за цей мінімум взяли  $15 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ . В Україні цей показник піднімається до  $40 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ , при тому що звичайні будинки в середньому споживають менше  $120 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ . Така різниця виникає через те, що українські зими холодніше, ніж в західній Європі, і домогтися такого невеликого енергоспоживання можна, але не рентабельно [8].

Така енергоефективність досягається за допомогою максимальної герметизації будівлі і зменшення кількості температурних містків (містків холоду). Температурним містком стане будь-яке місце в будинку (включаючи підлогу, дах, щілини в дверних і віконних прорізах), де утеплення буде більш тонким, в порівнянні з іншими огорожувальними конструкціями, шаром ізоляції. Поширена помилка - це відмова від утеплення плити балкона, що є продовженням перекриття[9].

За тією ж логікою працює і енергоефективний будинок. Крім самих обігрівачів (радіаторів), тепло виробляють побутові прилади (телевізор, пылесос, фен) і самі люди. До того ж не можна забувати про сонячну енергію, яку будинок отримує через вікна. У пасивному будинку все отримане тепло зберігається за допомогою правильної архітектурної ідеї (компактність, правильні форми, більше вікон в південній частині будівлі) та будівельних матеріалів з високою теплоізоляцією і герметичністю [10].

На сьогоднішній день в припливно-витяжних установках застосовуються пластинчасті і роторні рекуператори. Оскільки ККД обох видів теплообмінників в значній мірі відрізняється від конструкції і матеріалів - алюміній, сталь, пластик, кераміка і навіть спеціальний папір, тому відзначимо лише основні відмінності. Роторний теплообмінник менш схильний до ризику обмерзання і частково повертає вологу в припливне повітря. При цьому повітряні потоки змішуються, що повертає частину видаленої повітряної маси в припливне потік. Що може бути не дуже добре при видаленні повітря з санітарної зони (деякі виробники частково усунули



цю проблему, що знизило їх ККД). У пластинчастому рекуператорі повітряні потоки не змішуються, тому такий варіант забезпечує на 100% подачу свіжого повітря з вулиці в приплив, крім того, відсутність рухомих деталей робить їх термін служби більше, а обслуговування простіше. В остаточному підсумку вентиляційна установка вибирається виходячи з поставлених завдань.

В Європі при будівництві витрати зростають всього на 5% (в Україні розкид становить 10-35%), і проект пасивний будинок окупається вже в перші 7-10 років експлуатації[10].

У нашій країні ситуація трохи складніше, тому що утеплення проводиться за іншими стандартами, витрати виходять більшими і, як наслідок, будівля окупається лише через пару десятків років. Це можна пояснити двома причинами:

В Україні при теплоізоляції за німецьким зразком будуть великі тепловтрати. Різниця температур всередині і зовні в нашій країні більше, особливо в опалювальний сезон, тому енергії для обігріву теж потрібно більше[7].

У Німеччині за температурну норму в приміщенні в світлий час доби взяли + 19 ° С з розрахунком на те, що вночі температура буде ще знижуватися[8]. В Україні температура протягом доби повинна становити не менше + 20 ° С.

Таким чином, для того, щоб мінімізувати або повністю відмовитися від використання горючих видів палива в Україні практично обов'язковим є залучення сонячної енергії за допомогою сонячних колекторів. Хоча, з огляду на українську погоду в другій половині осені і взимку, краще відразу доповнити систему тенами. І при цьому є готові рішення - баки ГВП та опалення з вбудованими тенами[10].

Варто звернути увагу на те, що тільки вакуумні сонячні колектори придатні для цілорічної роботи, володіють високим ККД (до 95%) і здатні підігрівати навіть в похмурі дні. Природно що цей вид «сонячних батарей»

найдорожчий, більш бюджетним варіантом є термосифонні і плоскі сонячні колектори. Вони підходять тільки в якості нагріву води для системи гарячого водопостачання та басейнів в теплу пору року. Так само термосифонні колектори можуть обходитися без циркуляційного насоса в контурі, що здешевлює підсумкову вартість системи сонячного гарячого водопостачання.

Що стосується ціни сонячних колекторів - для повного укомплектування будинку на 4 людини доведеться витратити не менше 30 тисяч гривень. Зате, крім економії в майбутньому, ви отримаєте екологічно чистий спосіб вироблення енергії. До того ж, на тлі постійних подорожчань електроенергії та опалення в останні роки, разове вкладення в 30 тисяч здається все більш вдалою інвестицією[7].

Також необхідна буде примусова вентиляція пасивного будинку з рекуперацією тепла. Вона дозволить скоротити витрати на енергоресурс і забезпечить якісний повітрообмін всередині будівлі.

Крім того, пасивний будинок - це не тільки утеплений каркас з хорошою вентиляцією будинку, але і грамотне наповнення: електрообладнання класу енергозбереження A ++, а це світлодіодні лампи замість ламп розжарювання, енергоефективна побутова техніка (найвище споживання у холодильників, тому до їх вибору теж потрібно відповідально поставитися), сантехніка зі зниженою витратою води. Саме поняття пасивний будинок не передбачає встановлення кондиціонера. Однак, якщо ваш проект не є в повній мірі пасивним будинком і планується установка системи кондиціонування, вона обов'язково повинна бути інверторного типу.

За приблизними оцінками енергоефективна будівля обійдеться в середньому на 100-150 тисяч гривень дорожче, а при цьому потрібно врахувати деякі незручності, з котрими прийдеться миритися в майбутньому. Недоліками пасивних будинків є те, що вони значно обмежені в площі приміщень, не враховують специфічних приміщень, дитячих кімнат, в котрих температурний режим має бути більш жорстким, а електроприборів має бути якнайменше[7].

Також є варіант, в якому енергоефективність зменшиться приблизно до 50-70 кВт • год / м<sup>2</sup> в рік, але зате такий захід дозволить значно скоротити витрати при будівництві. В умовах сьогоденної економічної ситуації таке рішення є більш рентабельним, ніж пасивний будинок[7].

Висновок напрашується сам по собі: повна відмова від зовнішніх джерел теплової енергії це не лише дорого і незручно, але й неможливо в умовах України. Саме тому, пошук альтернативних безпечних для споживачів і зовнішнього середовища джерел теплової енергії залишається актуальною проблемою.

Окрім того, пасивний будинок не вирішує проблему утилізації харчових відходів. Залишається проблема утилізації опалого листя з дерев, котру забороняють спалювати.

За довгу історію людства, котра нараховує не один десяток тисяч років і по сьогоднішній день людство так і не змогло знайти альтернативи вогню задля стабільного обігріву свого житла. Потреба в теплі завжди була настільки значною, що заставляла людство нехтувати не лише безпекою навколишнього середовища, а й своєю власною безпекою. Для розуміння цієї проблеми достатньо лише переглянути статистику за минулий рік:

За даними Державної служби України з питань праці, в 2016 році в Україні відбулося 64 аварії, пов'язаних з побутовим газом, в яких загинули 54 людини і 117 постраждали. Наступного року відбулося на 10 аварій менше, загинули 52 людини і 114 постраждали. У 2018 році відбулося 65 аварій (79 загиблих, 135 - постраждали). У січні 2019 го сталося 14 аварій (16 загиблих, 34 - постраждали).

За даними рятувальної служби України в 2020 році найбільше пожеж сталося в житловому секторі – 24 446, а близько 6 тисяч з них виникли внаслідок несправності електроопалювального обладнання, внаслідок чого загинуло близько 1000 чоловік, а ще 1000 постраждали [11].

За рік сталося близько 1000 випадків отруєння чадним газом, з них третина призвели до загибелі людей.

На жаль, неможливо знайти статистику вибухів твердопаливних піролізних котлів, але достеменно відомо, що такі факти є і вони досить нерідкі.

Таким чином, за 2020 рік в Україні в результаті користування опалювальними пристроями різних типів загинуло близько 1500 чоловік. Для порівняння слід вказати, що в зоні бойових дій за цей же час загинуло менше 100 чоловік.

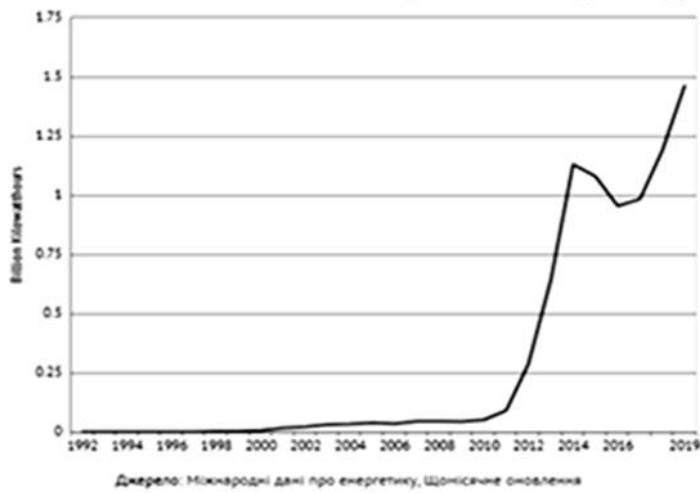
Для вирішення цієї проблеми виробники постійно вдосконалюють автоматику, котра керує опалювальними пристроями. Комплекс апаратури, котра відповідає за безпечність використання опалювального обладнання називається групою безпеки.

Група безпеки - комплект приладів, які допоможуть уникнути перевищення верхнього показника тиску в опалювальній системі і запобігти негативним наслідкам. ГБ тримає під контролем тиск в газовому котлі і в разі необхідності видаляє зайве повітря. Так, при зупинці роботи авторегулятора, може статися закипання води в трубах або в самому котлі. Зайве повітря виводиться через спеціальні відводи. Це перешкоджає розвитку аварійної ситуації. Запобіжний клапан позбавляє систему від надлишків води і підтримує оптимальний показник тиску. В разі його перевищення пристрій нормалізує кількість рідини для стабілізації роботи котла. Групи безпеки працюють в автономному режимі, тому його додатково не регулюють.

Варто відзначити, що найнадійніші пристрої рано чи пізно виходять з ладу, що, в поєднанні з людським фактором, призводить до трагедії.

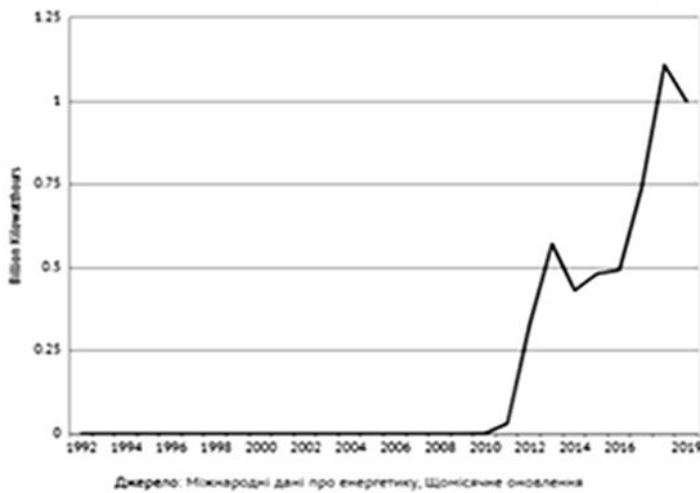
Інша справа використання альтернативних джерел енергії. Як показує міжнародний статистичний атлас [knoema.com](http://knoema.com) (рис. 1) Україна має позитивну динаміку зростання використання альтернативних джерел енергії. Графік розвитку геотермальних джерел енергії не показаний тому, що їх використання надто мале, щоб можливо було прослідкувати динаміку.

### Використання енергії вітру в Україні



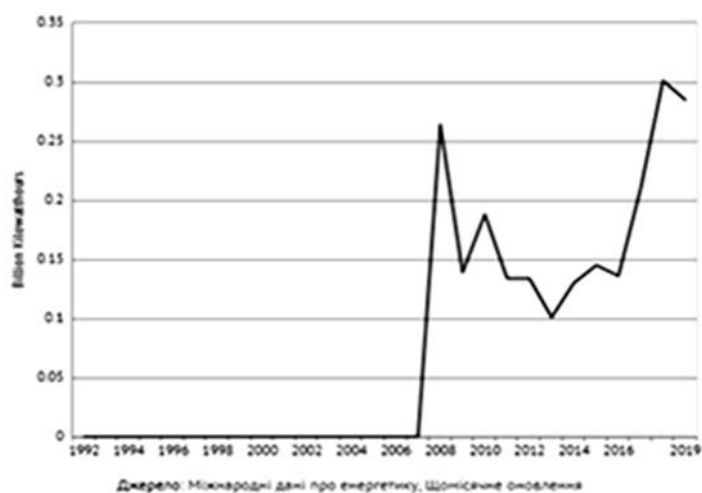
ДАТА	ЗНАЧЕННЯ	ЗМІНА, %
2019 р	1.46	23,06%
2018 рік	1.19	20,85%
2017 рік	0,98	3,04%
2016 рік	0,95	-11,67%
2015 рік	1,08	-4,42%
2014 рік	1,13	76,56%
2013 рік	0,64	122,22%
2012 рік	0,29	220,00%
2011 рік	0,09	76,47%
2010 рік	0,05	18,60%

### Виробництво сонячної енергії в Україні



ДАТА	ЗНАЧЕННЯ	ЗМІНА, %
2019 р	1.00	-9,93%
2018 рік	1.11	49,73%
2017 рік	0,74	50,71%
2016 рік	0,49	2,29%
2015 рік	0,48	11,63%
2014 рік	0,43	-24,56%
2013 рік	0,57	72,73%
2012 рік	0,33	1000,00%
2011 рік	0,03	2900,00%
2010 рік	0,00	

### Виробництво енергії з біомаси в Україні



ДАТА	ЗНАЧЕННЯ	ЗМІНА, %
2019 р	0,29	-5,32%
2018 рік	0,30	43,33%
2017 рік	0,21	54,41%
2016 рік	0,14	-6,21%
2015 рік	0,15	11,54%
2014 рік	0,13	28,71%
2013 рік	0,10	-24,63%
2012 рік	0,13	0,00%
2011 рік	0,13	-28,72%
2010 рік	0,19	35,25%

Рис.1 – Динаміка розвитку використання альтернативних джерел енергії в Україні за період 2010-2019 рр.

Але, якщо порівняти дані з такою країною, як Німеччина, в котрій виробництво енергії з біомаси складає 57,2 мільярди кВт/год. за 2019 рік, то 290 мільйонів кВт/год, котрі виробляє Україна, це менше ніж статистична похибка в підрахунках німецьких об'ємів – 0,5% (рис.2)

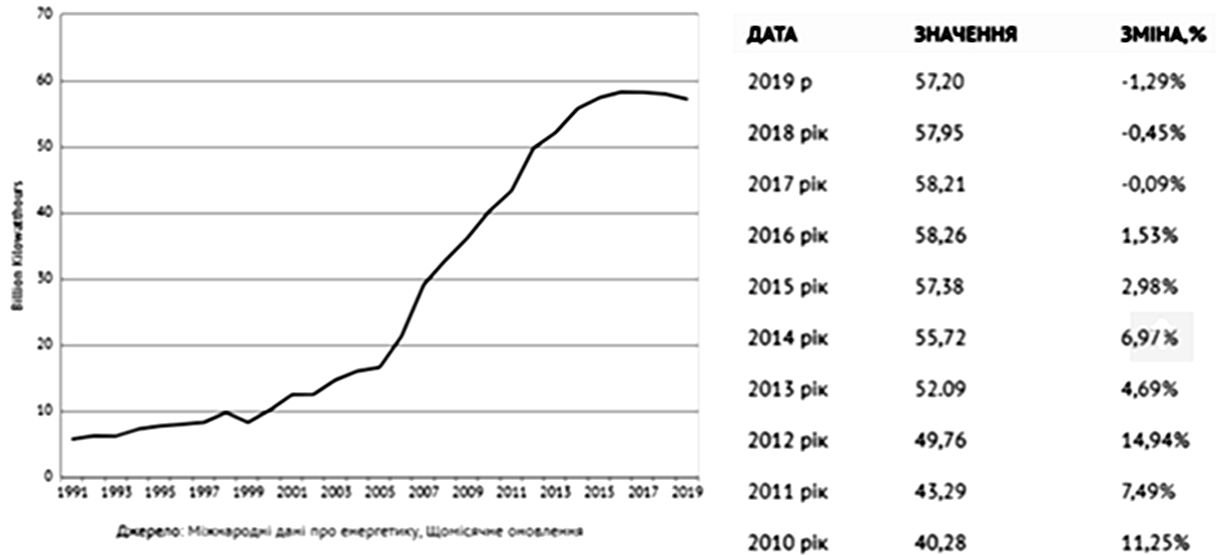


Рис.2 – Динаміка розвитку виробництва енергії з біомаси в Німеччині

Такий провал спричинений недалекоглядною урядовою політикою України в напрямку зеленої тарифікації. “Зелений” тариф у поєднанні з пільгами в оподаткуванні та пільговим режимом приєднання до електричної мережі були запроваджені в Україні як механізм стимулювання розвитку відновлювальної електроенергетики. “Зелений” тариф був запроваджений Законом України “Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення “зеленого” тарифу” № 601-VI від 25 вересня 2009 року для виробників електроенергії на вітрових, сонячних електростанціях, гідроелектростанціях та електростанціях, що використовують біомасу як паливо[12].

Здавалося б, що даний механізм мав би стимулювати розвиток всіх видів відновлюваної енергетики, але насправді вийшло не так. Насправді закон передбачає тариф лише на електроенергію, а в цьому біоенергетика має значно меншу рентабельність у порівнянні з вітровою і сонячною, котрі виробляють електроенергію напряму. Окрім витрат на сировину, біологічні установки мають ще один недолік: вони виробляють теплову енергію,

перетворення якої в електричну є затратним і значно знижує КПД. Таким чином закон фактично заблокував фінансування цих джерел енергетики, створивши над рентабельну конкуренцію у вітровій і сонячній сфері.

Водночас у 2020 році “зелені” тарифи для сонячних електростанцій у світі досягали, наприклад, наступних розмірів: у Данії – 4 євроцента/кВт-годину, у Франції 5,8 євроцентів/кВт-годину та у США – 7,8 євроцентів/кВт-годину. Для порівняння, українським виробникам електроенергії з енергії сонця на наземних сонячних електростанціях, що були введені в експлуатацію з 1 січня 2020 року, були встановлені тарифи на рівні 11,25 євроцентів/кВт-годину.

Це призвело до колапсу всієї енергетичної і економічної систем в Україні. Висока вартість електроенергії тормозить розвиток економіки, оскільки сильно впливає на конкурентоздатність майже всієї української продукції у порівнянні з іншими країнами.

Оскільки Європейський Союз не дозволяє знизити зелений тариф до адекватного рівня, найбільш ймовірний вихід із ситуації, до якого рано чи пізно прийде країна, це окреме оподаткування виробників сонячної і вітрової енергії, що вдарить як по крупних виробниках, так і по побутових користувачах.

Поява енергозберігаючих будинків відкрила нові горизонти у вирішенні цієї проблеми за рахунок того, що теплової енергії для їх забезпечення потрібно значно менше, а отже, ми можемо повернутися до джерел тепла, котрі свого часу не набули популярності із-за низької продуктивності.

За останнє десятиліття зелена енергетика отримала значний поштовх в Україні. Хоч і в незначній мірі, але ми маємо розвиток альтернативної енергетики, котрий наведено в графіках (Рис. 1.2.1).

На жаль, ці джерела енергії нестабільні і надто сильно залежать від примх природи. Окрім того вже відзначено дороговизну самих пристроїв для генерування і акумулювання енергії. Тому особливої уваги для вирішення

проблематики пасивних будинків, на мою думку, заслуговують методики виробництва теплової енергії з біологічних мас. Така енергетика також розвивається в Україні, хоч і досить кволо.

Насправді енергетика біомас досить складна, оскільки зводиться до виробництва палива (біогаз), котре потім спалюють традиційним методом для отримання тепла і електроенергії. На мою думку більш ефективним було б використання біомас для отримання тепла безпосередньо.

Основою біомаси є органічні сполуки вуглецю, які під час спалювання у процесі з'єднання з киснем виділяють тепло. Початкова енергія системи "біомаса-кисень" виникає під дією сонячного випромінювання в процесі фотосинтезу, що є природним варіантом перетворення сонячної енергії. За допомогою хімічних або біохімічних процесів біомаса може бути трансформована в інші види палива або в кінцеву енергію. Під час спалювання біомаси або її похідних продуктів органічний вуглець, що міститься в ній, та кисень з атмосфери вступають у реакцію з утворенням двоокису вуглецю та води. Процес є циклічним, тому що двоокис вуглецю, який виділився при спалюванні, може брати участь у виробництві нової біомаси. Таким чином, біомаса є відновлюваним джерелом енергії [13].

Джерелом біомаси та її похідних продуктів для енергетичного використання можуть бути відходи та побічні продукти сільського господарства (рослинництва, тваринництва), харчової та переробної промисловості, відходи домашнього і комунального господарства; деревина лісів та лісонасаджень, відходи їх переробки; продукти водних середовищ; енергетичні культури.

Виділяють три групи сільськогосподарської біомаси

1. первинну, яка є побічним продуктом рослинництва (солома, стебла соняшника та кукурудзи тощо);
2. вторинну, отриману при переробці основної сільськогосподарської продукції (жом, макуха, лушпиння, шкаралупа, костриця і т.п.);
3. гній.



Агропромисловий комплекс може виробляти широкий спектр продукції з сільськогосподарської біомаси 1-ї та 2-ї груп: харчові продукти, корм, біопалива, добрива, конструкційні матеріали, сировину для харчової, легкої, фармацевтичної, парфумерної та хімічної промисловості тощо. Так, наприклад, соломку застосовують як добриво, підстилку та грубі корми для худоби, сировину для виробництва компосту, будівельний матеріал, переробляють у тверді біопалива: тюки, рулони, паливні гранули (пелети), паливні брикети. Тюкована біомаса є зручною продукцією, яка через ущільнення сировини у 4-5 разів сприяє більш ефективній логістиці та зберіганню. Гній переважно використовують як органічне добриво [13].

Сотні років люди використовують біологічне тепло для обігріву парників, а останнім часом експерименти з біологічними джерелами тепла стали проводити дедалі частіше.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана згідно до теми:

«Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів»

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є вивчення і аналіз сучасного інженерного досвіду будівництва пасивних будівель, пошук шляхів його адаптації і вдосконалення для використання в кліматичних умовах України. Вивчення і аналіз недосліджених можливостей компенсації теплових втрат, та пошук механізмів їх реалізації в сучасному проектуванні пасивних будівель.

**Задачі дослідження:**

- оцінка можливості інтеграції альтернативних джерел теплової енергії в системі життєзабезпечення будівель з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів
- оцінка відповідності конструктивних рішень будівлі вимогам енергоефективності
- розробка пропозицій по вдосконаленню конструкцій і покращення їх тепломеханічних показників

- створення повністю автономної (без підключення до зовнішніх мереж і використання сторонніх енергоресурсів) системи життєзабезпечення будинку, розташованого на стандартній ділянці 0,1 Га

- порівняльний аналіз економічної ефективності запропонованих вдосконалень

**Об'єкт дослідження** – одноповерховий житловий будинок на одну сім'ю, котрий розташований на ділянці під забудову площею 0,1 Га в місті Вінниця, та має загальну площу 110 м<sup>2</sup>. Плоска покрівля експлуатована і призначена для розміщення геліосистем, сонячних генераторів і збору дощової води для подальшого використання. Матеріал виконання проекту – CLT панелі товщиною 200 мм.

**Предмет дослідження** – витрати енергії на опалення та охолодження, необхідні типи і товщина матеріалів утеплення будинку, порівняння різних систем енергопостачання, щомісячний баланс енергоспоживання (опалення-охолодження), вартість опалення-охолодження різними джерелами тепла-холоду, розрахунок радару Active House

**Методи дослідження** – камеральний збір і аналіз даних та чисельне моделювання процесів генерації теплової енергії, розрахунок енергоспоживання житлового будинку 110 м<sup>2</sup> за програмою планування пасивних будинків РНРР 2007, побудова епюрів ефективності утеплення, порівняльний аналіз впливу теплопровідних включень на загальну конструкцію утеплення діючої і запропонованої систем утеплення будівлі

#### **Наукова новизна:**

Першою новизною запропонованої системи є впровадження анаеробно-рекупераційного підігріву припливного повітря за рахунок теплової енергії стоків, котра поповнюється за рахунок зливу використаної гарячої води і діяльності анаеробних бактерій і каналізаційному колекторі.

Другою новизною є впровадження гумусного котла (біологічного теплового реактора), котрий догріває припливне повітря за рахунок

переробки ТПВ на гумус аеробними бактеріями, забезпечуючи найвищий вихід енергії з органічного сміття екологічним бездимним способом.

Третьою новизною є впровадження системи розрахунку ефективності конструкції утеплення шляхом побудови епюри ефективності утеплення, що дозволяє проаналізувати вплив теплопровідних включень на загальну ефективність конструкції утеплення і коригувати конструкцію для повної відповідності проектним вимогам.

Четвертою новизною є впровадження системи потрійного збірного сандвіча, конструкція якого дозволяє регулювати довжину містків холоду для досягнення максимальної ефективності конструкції утеплення.

П'ятою новизною є використання суміщеного теплообмінного накопичувача, котрий дозволяє використовувати змішану систему підігріву ГВП одночасно і посезонно гумусним котлом і геліосистемою, забезпечуючи безперебійне цілорічне гаряче водопостачання.

#### **Практична цінність роботи:**

- В результаті виконання роботи отримано інженерний досвід і розроблено методику розрахунку системи утеплення огорожувальних конструкцій з врахуванням зниження їх ефективності із-за наявності теплопровідних включень. Вираховувати коефіцієнт запасу утеплення для компенсації втрат, регулювати розташування теплопровідних включень для підвищення ефективності утеплення. Розроблено конструкцію ефективного утеплення. Розроблено конструкцію гумусного котла і систему розрахунків його необхідного об'єму для забезпечення тепловою енергією будинку. Запроваджені нові шляхи рекуперації теплової енергії стоків, котра поповнюється змивом використаної теплої води і діяльності анаеробних бактерій в каналізаційному колекторі. Розроблено проект автономного будинку з нульовим споживанням зовнішніх енергетичних ресурсів з кошторисною вартістю квадратного метра не більше діючих ринкових розцінок на житло (під ключ) в Україні.

**Особистий внесок здобувача** полягає у вивченні і аналізі сучасного інженерного досвіду будівництва пасивних будівель, виробленні шляхів його адаптації і вдосконалення для використання в кліматичних умовах України. Вивченні і аналізі недосліджених можливостей компенсації теплових втрат, та пропозиція механізмів їх реалізації в сучасному проектуванні пасивних будівель.

**Апробація результатів роботи.** Результати роботи апробовано на:

- І Науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2021);

**Публікації.**

1. В.М. Андрухов, П.П. Гордійчук / ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ТЕПЛОВОЇ РЕАКЦІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ОБІГРІВУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ / І Науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання – Вінниця, 2021.

Режим доступу:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12231>

## 1.1 Оцінка можливості задіяти альтернативні джерела теплової енергії в системі життєзабезпечення пасивних будинків

В середині минулого століття французький новатор Жан Пейн почав використовувати для забезпечення своєї ферми теплом спеціально створену для цієї мети компостну купу. Як матеріал для купи він використовував поросль з найближчого лісу, привезену трактором. Він підрахував, що витрати енергії (бензин) на заготівлю біоматеріалу в кілька разів нижче, ніж еквівалентні витрати на опалення традиційними способами [14].

Основна ідея полягає в тому, щоб побудувати достатніх розмірів компостну купу, в середину якої закладається довга труба або шланг з постійно циркулюючою водою. Тепло від життєдіяльності бактерій нагріває воду в трубі, а нагріта вода потім подається в систему опалення. У підсумку ми отримуємо компостний водонагрівач, який також називають «біомейлер» (biomeiler).

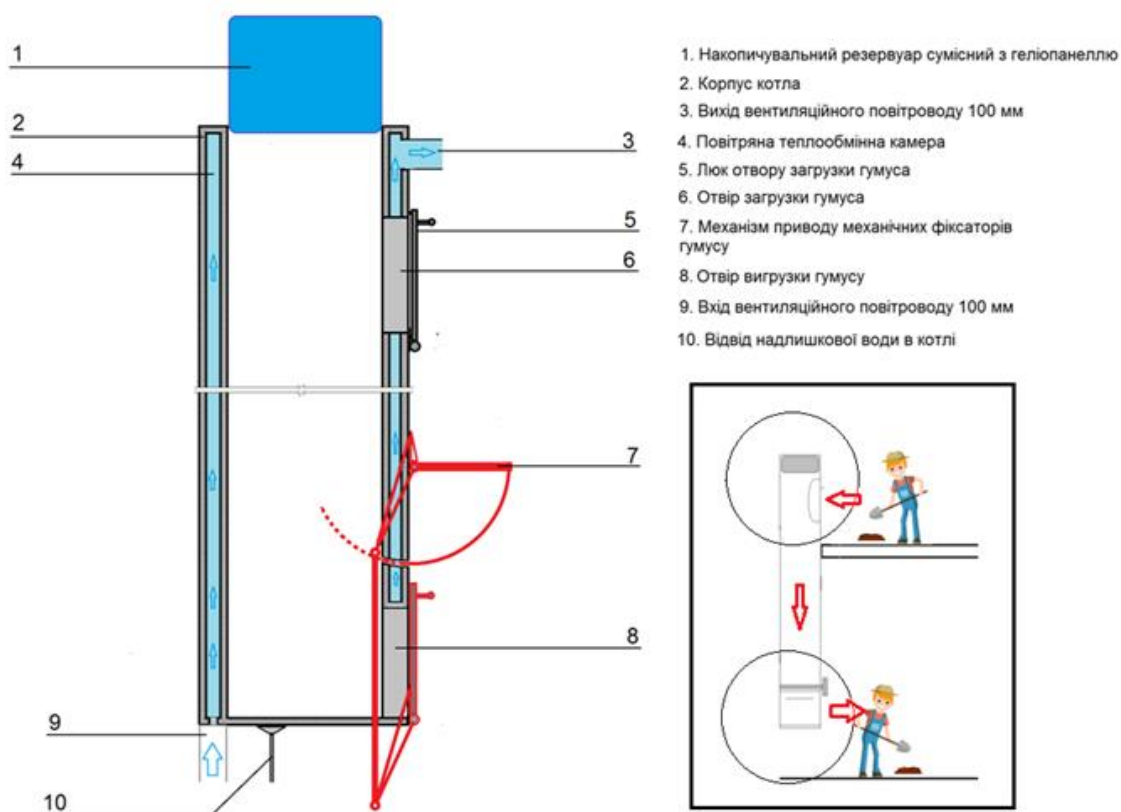


Рис. 2.1 – Гумусний котел, розроблений на основі біомейлера

В даній роботі пропонується вдосконалення біомейлера для використання його в побутових цілях, і розроблено конструкцію гумусного котла (Рис. 2.1)

Запропонована конструкція біологічного теплового генератора котрий працює за рахунок розкладання аеробними бактеріями органічних матеріалів з виділенням тепла (біологічний обігрів) являє собою вертикальний конус висотою від 2 до 6 м. Конус може мати як круглий, так і прямокутний переріз, але, що важливо, розміри основи мають бути на 4-5% більшими ніж розміри вершини конуса для того, щоб біологічна маса просідала під силою земного тяжіння. В основі реактора, котра може бути розташована у підвальному приміщенні, вмонтовано висувний гребінець, для затримки гумусу, котрий ще не закінчив реакцію, та дверцята для вивантаження готового гумусу.

Крім того конструкція оснащується двома газоведами (нижній для постачання кисню і верхній для відведення вуглекислого газу) і трубкою для відведення надлишків води.

Функція гребінця полягає у тому, щоб підтримувати гумус, котрий ще не відреагував у той час, коли гумус у проміжку між гребінцем і днищем реактора можна вивантажити. Висунувши гребінець з отворів ми дозволимо всій масі опуститися на дно а вставивши гребінець назад, знову зафіксуємо гумус, що дозволить вигрузити нижній шар.

Вершина конуса, котра може бути розташована й на другому поверсі, обладнана дверцятами для загрузки палива і теплообмінної ємності для відбору тепла з реактора. Вершина може знаходитись поверхом вище основи. Окрім теплообмінної ємності на вершині конуса котра підігріває воду, можуть бути труби в бокових стінках реактора для відбору тепла для системи вентиляції.

Відповідно основа і вершина реактора знаходяться на різних поверхах для забезпечення просування субстрату від місця загрузки до місця вигрузки за допомогою власної ваги.

Запропонована схема дає можливість використовувати теплову біологічну енергію як з нового будівництва, так і під час реконструкції. Встановлення реактора можливе і в будинку і у виносній прибудові.

Головна відмінність даного пристрою від схем, котрі відомі до сьогодні полягає в тому, що реактор може працювати безперебійно. До цього спроби використання такої енергії полягало в тому, що влаштовувались бурти, котрі з деякою періодичністю необхідно було закладати заново. Реакція була нерегульована. В даному пристрої ми маємо змогу довантажувати субстрат, утримуючи пристрій в режимі максимальних температур.

Середня температура в пристрої тримається діапазоні 30-50 ° С. Хоча температура може піднятися до 70-80° С, такого допускати неможна, тому що це може призвести до загибелі бактерій і зупинки реакції.

Для пуску котла необхідно заздалегідь загрузити в нього субстрат: солома, сіно, опале листя дерев, щепи в перемішку з пташиним послідом, котрий має необхідні для реакції бактерії. При цьому реакція не почнеться до тих пір, покине подасться вода. Коли з початком опалювального сезону в реактор подається вода, реакція розпочинається за 4-6 днів. Після цього немає необхідності добавляти пташиний послід, оскільки живі бактерії в реакторі вже є. В ході експлуатації в реактор можна добавляти лушпиння картоплі, рештки їжі, органічне сміття. Все це переробиться на гумус.

Важливо відмітити що, окрім цілковитої безпеки в експлуатації такого джерела тепла, важливою перевагою його є дешевизна палива. Що значно прискорює окупність будівництва. Побічним продуктом такого обігріву є гумус, котрий не лише цілком безпечний для навколишнього

середовища, а й досить дорогий у порівнянні з субстратом. Вартість перегною в Україні в середньому 500грн. за 1 т. У порівнянні: солома – 800 грн/т., щепи -250 грн/т, опале листя дерев безкоштовне. Якщо продавати його, то окупність будівництва буде ще швидшою.

Застосування біопалива, не дивлячись на ряд істотних недоліків (витрати великої кількості ручної праці, складність регулювання температури, наявності в деяких випадках небезпечних концентрацій важких металів), має свої переваги: вуглекислота, що виділяється при розкладанні органічних речовин біопалива, сприяє росту і розвитку рослин; в процесі розкладання органічної речовини утворюється перегній, який може служити хорошим органічним добривом. При виборі видів біопалива повинні бути враховані наступні властивості і показники [1]: швидке розігрівання (5-7 днів) до максимальної температури; тривалий період «горіння» в культивуваційній споруді (60-100 днів в залежності від культури і кліматичних умов); задовільні величини максимальної (60-70 °С) і середньої (25-32 °С) температури горіння; відсутність токсичних для рослин речовин і шкідливих для людей газів, небезпечних включень; можливість подальшого використання перегною як добрив або для інших виробничих потреб. Види біопалива можна розділити на три групи (див. Табл 1.1): гній різних тварин, органічні відходи міста і промисловості, інші види біопалива [1]:

Таблиця 1.1 – Характеристики аеробного горіння біопалива

Вид біопалива	Максимальна температура реакції., °С	Середня температура реакції в теплиці, °С	Тривалість .горіння., днів
<b>Компост з побутового сміття</b>	50.60	30.35	120.180



<b>Гнойова маса:</b>			
- кінська	55.60	30.40	75.100
- коров'яча	60.65	33.38	90.120
- овеча	40.52	15.20	70.90
<b>Тирса</b>	30.35	12.20	40.60

Найбільшою мірою перерахованим вище вимогам відповідає компост з ТПВ, перероблених механізованим способом на сміттєпереробних заводах. Крім хороших температурних показників (див. Табл.1.1), Він відрізняється майже повною відсутністю неорганічних включень, однорідністю, відсутністю шкідливих і неприємних запахів, збудників хвороб, небезпечних для рослин і людини. При цьому вирішується одна з важливих екологічних проблем великих міст - утилізація ТПВ [1].

Для стерилізації побутового сміття, котре додається в компост в домашніх умовах можливе використання озонового контейнера, хоч і, здебільшого власники будинку можуть обійтись і без додаткової стерилізації, враховуючи те, що використовуватимуть лише відходи від власного домогосподарства.

Розробники технологій підігріву парників біопаливом відмічають такі недоліки цього методу[1]:

- 1) низьку швидкість розігріву біопалива рівномірне по всьому об'єму реактора горіння компосту спостерігається через 14 днів після набивання
- 2) необхідність розпушення біопалива для активізації реакції.
- 3) неможливість управління броцессом.

Запропонована нами схема усуває зазначені недоліки:

- 1) На відміну від теплиць, в котрих компост закладається в ґрунт в лютому місяці, наш реактор завантажується до початку опалювального сезону і знаходиться в стаціонарній споруді.

Тому перший недолік не стосується нашої конструкції.

- 2) Завдяки системі завантаження у верхній частині а вивантаження в нижній, вирішується проблема розпушування. Субстрат не утрамбується, оскільки нижні шари субстрату відшаровуються, опускаючись до низу. Для більш якісного розпушування внутрішня стінка реактора виконується з рифлених листів металу.
- 3) На відміну від тепличної загрузки наша конструкція має водовідвід для зливання надлишків води. Ця вода не зливається а потрапляє в накопичувальний резервуар, з якого подається для поливу у верхню частину реактора. Вологість має прямий вплив на швидкість реакції, тому, регулюючи подачу води в реактор ми маємо можливість регулювання швидкості реакції аж до повного відключення в разі необхідності.

Отже запропонована конструкція вирішує всі основні проблеми, з котрими зіштовхувались вчені при опаленні теплиць. Розрахунок маси субстрату, а від цього і об'єму реактора має коригуватись відповідно до зміни умов досліджень. Під час досліджень температурних режимів в теплицях враховувався підігрів шару ґрунту в 15 см. шаром субстрату в 40 см., тобто співвідношення маси субстрату до маси теплоносія 40 до 15. Таке співвідношення дає можливість підтримувати температуру в межах 20-30 °С у відкритому ґрунті в зимовий період при постійних теплових втратах у верхніх шарах. Маючи Таблицю 1.1, складену на дослідженнях в умовах теплиць в котрій вже визначено температурний режим субстратів ми маємо врахувати змінність повітря в приміщеннях, котре забезпечується системою вентиляції. Більш детальний розрахунок наведено в розділі 1.4.

Найбільшою мірою перерахованим вище вимогам відповідає компост з ТПВ, перероблених механізованим способом на сміттєпереробних заводах. Крім хороших температурних показників (див. Табл.), Він відрізняється

майже повною відсутністю неорганічних включень, однорідністю, відсутністю шкідливих і неприємних запахів, збудників хвороб, небезпечних для рослин і людини, компост на заводі стерилізується. При цьому вирішується одна з важливих екологічних проблем великих міст - утилізація ТПВ [13].

Для стерилізації побутового сміття, котре додається в компост в домашніх умовах можливе використання озонowego контейнера, хоч і, здебільшого власники будинку можуть обійтись і без додаткової стерилізації, враховуючи те, що використовуватимуть лише відходи від власного домогосподарства.

Визначаємо кількість теплоти, що виділяється при згоранні 1 кг компосту. Для визначення кількості тепла скористаємося емпіричною формулою Менделєєва [18]. Згідно з цією формулою у разі спалювання 1 кг речовини виділяється  $q$  кДж тепла. Емпірична формула Менделєєва виражена наступним чином:

$$q'_{\text{гн}} = 339,3C + 1256H - 109(O - S) \quad (1.1)$$

В цій формулі  $C$ ,  $H$ ,  $O$ ,  $S$  – відсотковий вміст елемента в брутто-формулі. При цьому:

$$C + H + O + S + N = 100 \quad (1.2)$$

“Зайві” атоми в брутто-формулі не враховують. Метод визначення кількості теплоти полягає в наступному:

а) у визначенні теплоти згорання 1 кг речовини за формулою Менделєєва усіх речовин, що входять в ідеальний матеріальний баланс, одержаний розв’язанням інтегрального стехіометричного рівняння, і що здатні згорати;

б) у визначенні сумарних температур згорання вихідних та кінцевих продуктів реакції згідно з їх кількістю в ідеальному балансі і знаходженню різниці температур;

в) у віднесенні одержаної різниці температур до маси синтезованої АСБ.

Отже визначаємо, за наведеним вище методом, тепло, що виділяється при згоранні 1 кг компосту, що має брутто-формулу  $C_{4,08}H_{8,5}O_{2,5}$ :

$$Q'_{\text{комп}} = 339,3C + 1256H - 109(O - S) = 339,3 \frac{4,08 \cdot 12 \cdot 100}{97,46} + 1256 \frac{8,5 \cdot 1 \cdot 100}{97,46} - 109 \left( \frac{2,5 \cdot 16 \cdot 100}{97,46} - 0 \right) = 23,526 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (1.3)$$

12, 1, 16 – атомарні маси вуглецю, водню та кисню, відповідно. Множення на 100 – вказує на відсотковий склад елементів у брутто-формулі. 97,46 – молярна маса компосту, г/моль.

Переведемо одиниці в кВт/год, враховуючи, що 1 Дж = 0.277777777777778 Вт:

$$23,526 \times 0.277777777777778 = \text{кДж/кг} = 6,535000000000523 \text{ кВт/кг}$$

Вага  $1\text{ м}^3$  скошеної трави, опалого листя в середньому – 250 кг. Отже вага ТПВ садово-городнього походження, котрі щорічно отримуються на площі в 0,1 Га –  $6 \times 250 = 1500$  кг. Потенційний вихід теплової енергії з цього об'єму –  $1500 \times 6,535 = 9802,5$  кВт/год

Подальше завдання закладається в тому, щоб створити будинок, для опалення якого буде достатньо такої кількості теплової енергії.

## 1.2 Оцінка відповідності конструктивних рішень будівлі вимогам енергоефективності

Тепер перейдемо до проектування безпосередньо житлового будинку, котрий необхідно вивести на нульове споживання енергії. Запроектовано одноповерховий житловий будинок на одну сім'ю, котрий розташований на ділянці під забудову площею 0,1 Га, та має загальну площу  $110 \text{ м}^2$ . Площа покрівля експлуатована і призначена для розміщення геліо-панелей, сонячних генераторів і збору дощової води для подальшого використання. Матеріал виконання проекту – CLT панелі товщиною 200 мм.

Перехресно клеєна деревина досить новий матеріал і в Україні представлений недостатньо. Але цей матеріал має досить великі переваги

перед альтернативними матеріалами тому, що він натуральний і мінімально забруднює навколишнє середовище, а найголовніше те, що конструкції з перехресно клеєної деревини відрізняються високою герметичністю і здатні утримувати надлишковий тиск в приміщенні. Цей показник є одним із основних факторів, котрий виділяє даний матеріал як найбільш відповідний нашому завданню створення будинку з нульовим споживанням енергоресурсів.

На перший погляд, конструкція будинку підходить для вирішення основного питання дослідження.

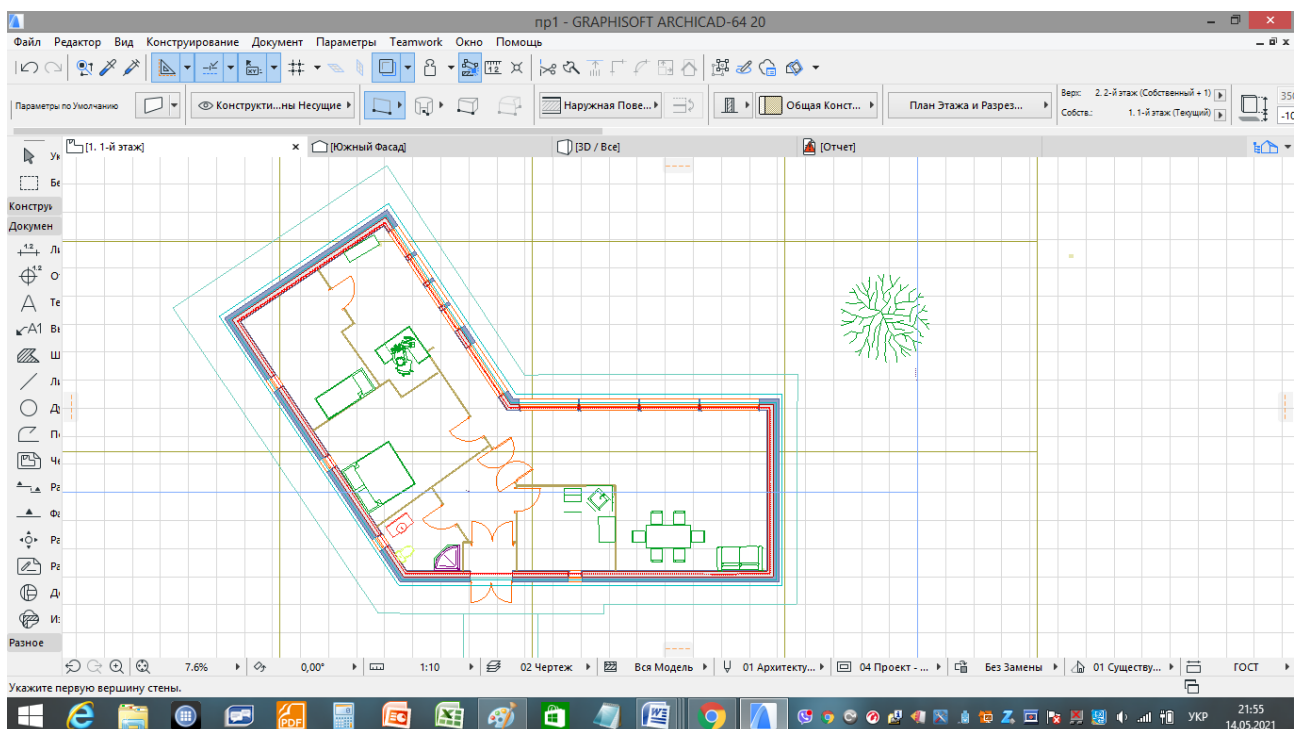


Рис.1.1 - План першого поверху базового проекту

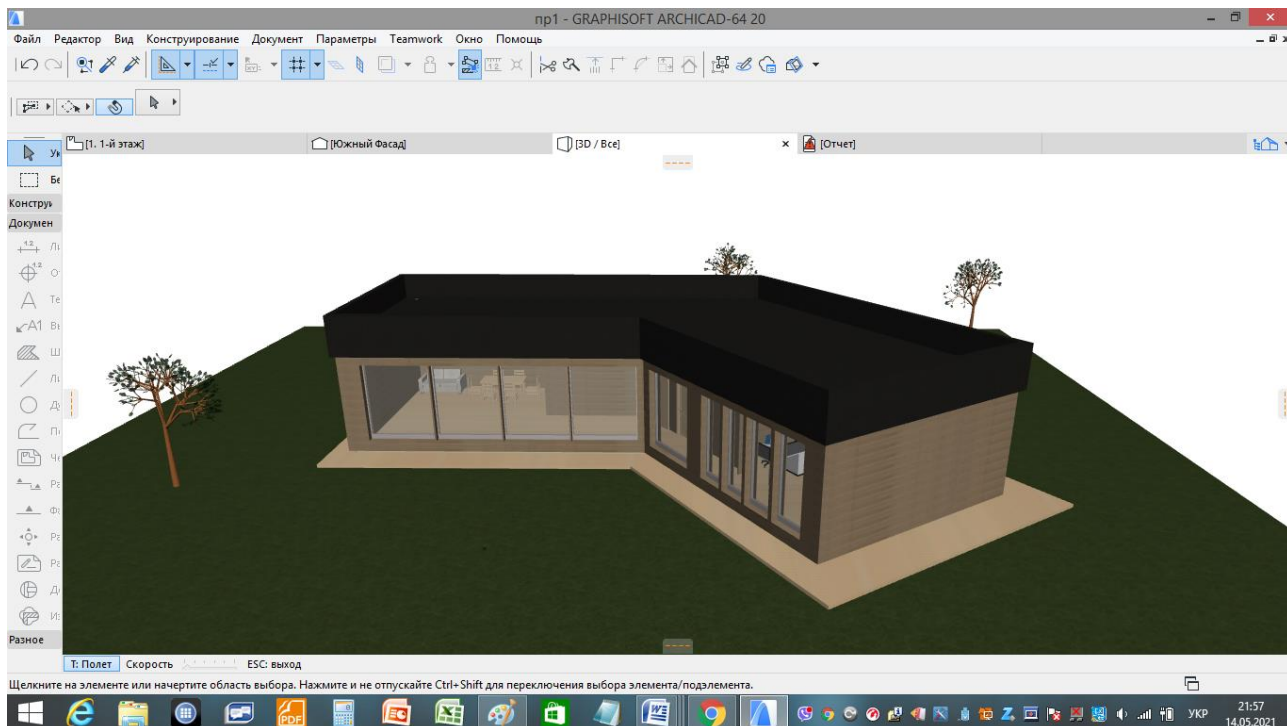


Рис.1.2 - Тримірна візуалізація

### Розташування і умови будівництва:

- із заходу – землі житлової та громадської забудови;
- з півночі – землі житлової та громадської забудови;
- зі сходу – землі житлової та громадської забудови
- з півдня – вул. П. Запорожця та паркова зона.

Рельєф ділянки пологий та без значних перепадів висот.

Кліматичні дані	(Вінницька область)	
Фізико-географічне районування	(III- лісостепова зона)	
Кліматологічний район	( I – північно-західний )	
Середня за рік відносна вологість	(77 %)	
Кількість опадів за рік	(617 мм)	
Характеристичне снігове навантаження	кПа	1,36
Нормативний вітровий тиск	кПа	0,47
Розрахункова зимова температура	Мінус	21 <sup>0</sup> С
Тривалість опалювального періоду	дн.	189
Глибина проморожування ґрунту	м	0,9

Згідно карти загального сейсмічного районування ЗСР-2004-А території України, ДБН В 1.1-12.2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» для м. Вінниця на середніх ґрунтах 5 балів згідно шкали MSK-64.

Розрахунок енергоспоживання житлового будинку 110 м<sup>2</sup> за програмою планування пасивних будинків РНРР 2007:

Для початку необхідні розрахунок та оптимізація енергоспоживання будинку, котрі проводиться за програмою планування пасивних будинків РНРР v.7, за допомогою якої ми можемо здійснити перевірку енергоспоживання на опалення та ГВП, визначення типу опалювальних приладів і необхідної товщини утеплення.

Програма РНРР 2007 дозволяє зробити миттєві розрахунки. Для цього користувачеві досить ввести всі дані, після чого він може відразу оцінити результат. При внесенні правок в вихідну інформацію також легко відзначити їх вплив на енергетичний баланс об'єкта. Таким чином можна швидко і своєчасно порівнювати різні технології, матеріали і компоненти, вибираючи з них найбільш актуальні для конкретного проекту. Це істотно спрощує як нове будівництво, так і ремонт будівлі з точки зору його оптимізації.

Облік типових регіональних кліматичних умов дозволяє обчислити щомісячну потребу в опаленні і кондиціонуванні, в залежності від пори року. За рахунок призначеного для користувача введення даних, РНРР 2007 може використовуватися в різних регіонах по всьому світу.

При здійсненні розрахунків використовуються основні фізичні положення і сучасні міжнародні стандарти. Використання програми виключно персоналізоване незалежно від того, в якій країні і в будь-яку пору року вона використовується.

Ще одна перевага РНРР 2007 - формування документальної і розрахункової бази для сертифікації будівлі в якості пасивного будинку або модернізації EnerPHit. Всі результати збираються в один документ.

Спеціальні інструменти максимально спрощують підготовку сертифіката енергоефективності.

Мета розрахунку:

- 1) Визначення витрати енергії на опалення та охолодження
- 2) Підбір необхідних товщини і матеріалів утеплення будинку.
- 3) Підбір і порівняння різних систем енергопостачання.
- 4) Визначення щомісячного балансу енергоспоживання (опалення-охолодження)
- 5) Порівняння вартості опалення-охолодження різними джерелами тепла-холоду.
- 6) Розрахунок радару Active House

Вихідні дані для базового розрахунку:

Будинок одноповерховий з площею забудови 154 м<sup>2</sup> і загальною площею 110,7 м<sup>2</sup>

Кількість постійних жителів - 4 чол

Розміщення входу в будинку - схід, застелений фасад захід-північ.

Стіни - CLT 200 мм з утепленням 60 мм Steico Universal

Фундаменти - монолітні, Підлога - паркет з утепленням 50 PIR, 100 мм Steico Universal

Вікна дерев'яні Bosko IV88 мм - склопакет (46 мм) СП 6E-14TGI(ar)-6-14TGI(ar)-6E

Перекрыття поверху - CLT 240 мм з утепленням 100 мм PIR.

Система вентиляції – природня

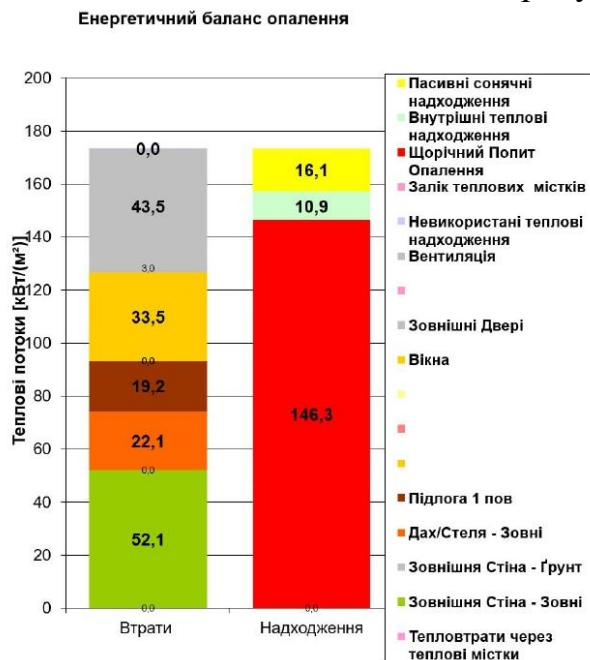
Задамо дані в програму і отримаємо перші результати...



Будівля		Будинок		Цьорічний попит опалення		150		кВт год/(м² рік)		Градусо-години опалення:		105,1	
Клімат:		UA - Вінницьке										105,1	
Орієнтація площі вікна	Глобальна радіація (кардинальні точки)	Затінення	Бруд	Неперпендикулярна падаюча радіація	Частка скління	g-Значення	Коефіцієнт ослаблення для сонячної радіації	Площа вікна	U-Значення Вікна	Площа скління	Середня глобальна радіація	Втрати Передачі	Теплонадходження сонячної радіації
	кВт год/(м² рік)											кВт год/рік	кВт год/рік
мінімум:		0,75	0,95	0,85	0,755	0,36	0,51	15,57	0,77	11,8	130	1263	373
Північ		0,84	0,95	0,85	0,817	0,36	0,47	6,65	0,91	4,1	275	634	308
Схід		0,94	0,95	0,85	0,801	0,36	0,41	3,60	1,07	1,9	414	405	218
Південь		0,96	0,95	0,85	0,801	0,36	0,49	18,21	0,73	14,6	275	1402	881
Захід		0,76	0,95	0,85	0,801	0,36	0,49	18,21	0,73	14,6	275	1402	881
Горизонтальна		1,00	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	395	0	0
Повне або Середнє Значення для Всіх Вікон						0,36	0,49	44,03	0,80	32,3		3705	1780

№ Конст р.	Тип	Опис конструкції	Загальна товщина	U-Значення
1	Зовнішня стіна		0,260	0,332
2	Обв'язка		0,200	0,585
3	Підлога		0,470	0,205
4	Покрівля		0,240	0,174

Рис. 1.3 Розрахунок витрат на опалення будинку з CLT



Розрахункова потужність:

- для системи опалення - 7,5 кВт
- для системи охолодження - 2 кВт

Рис. 1.4 Енергетичний баланс будинку з CLT

Опалення	-16 558	кВт*г
Охолодження.	-175	кВт*г
ГВП	-3118	кВт*г
Побутова	-5591	кВт*г
<b>Разом:</b>	<b>-25 442</b>	<b>кВт*г</b>

Розподілення затрат на обслуговування будинку

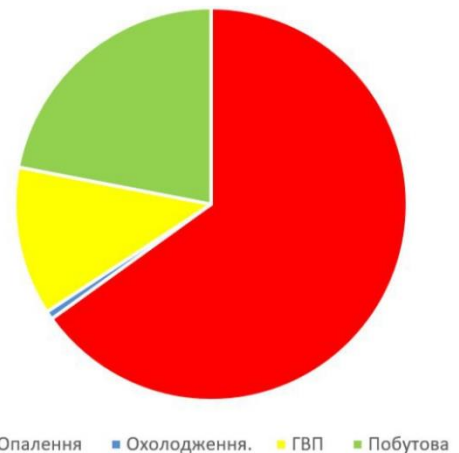
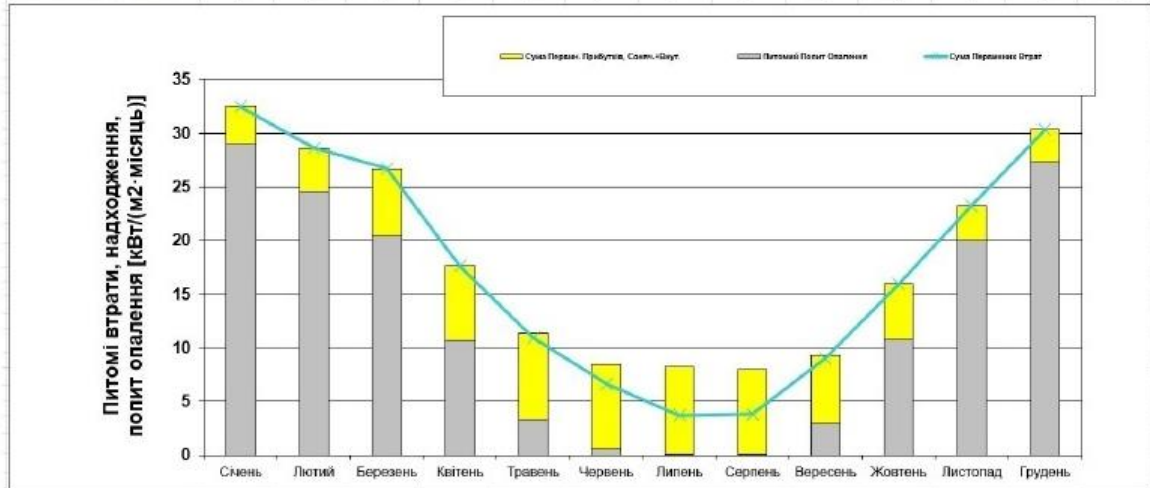


Рис. 1.5 Склад витрат на обслуговування будинку з CLT

Клімат:	UA - Львівський												Внутрішня Температура:	21	°C
Будівля:	Будинок												Тип Будівлі/Призначення:	Житловий	Будинок
													Обчислена Площа Будівлі A <sub>об</sub> :	111	м²
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Рік		
Градусо-Години Опалення - С	19,9	17,3	15,8	10,0	5,9	3,7	2,2	2,6	6,0	10,4	14,8	19,0	128	кКгод	
Градусо-Години Опалення - F	13,3	13,6	14,8	12,3	9,3	4,9	1,9	0,2	0,9	3,0	6,2	10,2	91	кКгод	
Втрати - Зовнішні	3236	2802	2557	1618	960	605	360	418	975	1684	2408	3085	20709	кВт·год	
Втрати - Зовнішні	361	367	400	332	252	131	51	5	25	82	168	275	2449	кВт·год	
Сума Первинних Втрат	32,5	28,6	26,7	17,6	10,9	6,6	3,7	3,8	9,0	15,9	23,3	30,4	209,2	кВт·год/м²	
Сонячні Надходження - Північ	31	46	77	101	128	137	137	114	77	53	32	26	959	кВт·год	
Сонячні Надходження - Схід	26	37	68	78	94	91	96	94	71	52	23	20	749	кВт·год	
Сонячні Надходження - Південь	23	28	47	44	46	42	45	50	45	40	18	16	445	кВт·год	
Сонячні Надходження - Захід	74	105	195	222	269	261	273	269	202	149	66	56	2142	кВт·год	
Сонячні Надходження - Горизонт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	кВт·год	
Сонячні Надходження - Непрямо	59	81	141	154	181	176	184	182	143	111	52	45	1509	кВт·год	
Внутрішні Теплові Надходження	173	156	173	167	173	167	173	173	167	173	167	173	2037	кВт·год	
Сума Первин. Прибутков. Соняч.	3,5	4,1	6,3	6,9	8,0	7,9	8,2	8,0	6,4	5,2	3,2	3,0	70,8	кВт·год/м²	
Коефіцієнт Використання	100%	100%	100%	100%	95%	77%	45%	48%	96%	100%	100%	100%	84%		
Щорічний Попит Опалення	3211	2716	2257	1186	366	62	2	3	324	1188	2217	3025	16558	кВт·год	
Питомий Попит Опалення	29,0	24,5	20,4	10,7	3,3	0,6	0,0	0,0	2,9	10,7	20,0	27,3	149,5	кВт·год/м²	



Щорічний Попит Опалення: Порівняння				
EN 12790 Місячний Метод	16558	кВт·год/рік	149,5	кВт·год/(м²·рік) Посилання на житлову площу
PHPP, Метод Періода Опалення	16197	кВт·год/рік	146,3	кВт·год/(м²·рік) Посилання на житлову площу

Рис. 1.6 Розподіл потреб на опалення будинку з CLT

Клімат: UA - Східний													Внутрішня Температура: 25 °C	
Будівля: Будинок													Тип Будівлі/Признач.: Житловий будинок	
													Обчислена Площа Будівлі A <sub>обл</sub> : 111 м²	
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Рік	
Градусо-Години Опалення -	22,8	19,9	18,6	12,8	8,8	6,5	5,1	5,5	8,8	13,2	17,6	21,9	161	кКгод
Градусо-Години Опалення - Г	16,3	16,2	17,7	15,2	12,3	7,7	4,8	3,2	3,8	6,0	9,1	13,2	126	кКгод
Втрати - Зовнішні	4458	3882	3639	2492	1718	1274	997	1065	1718	2589	3443	4278	31553	кВт год
Втрати - Грунт	441	439	480	410	332	209	131	86	103	163	246	356	3397	кВт год
Втрати Літня Вентиляція	0	0	0	0	0	195	267	338	0	0	0	0	801	кВт год
Сума Первинних Тепловтрат	44,2	39,0	37,2	26,2	18,5	15,2	12,6	13,4	16,4	24,9	33,3	41,9	323,8	кВт год/м²
Сонячне Навантаження Північ	35	52	87	114	145	154	155	129	87	60	36	29	1082	кВт год
Сонячне Навантаження Схід	28	40	75	85	103	100	105	103	78	57	25	21	823	кВт год
Сонячне Навантаження Південь	24	30	49	46	48	44	48	53	47	42	19	17	468	кВт год
Сонячне Навантаження Захід	78	111	206	235	284	276	289	285	214	158	70	59	2265	кВт год
Сонячне Навантаження Гориз	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	кВт год
Сонячне Навантаження Непр	59	81	141	154	181	176	184	182	143	111	52	45	1509	кВт год
Внутрішні Теплові Надходжен	173	156	173	167	173	167	173	173	167	173	167	173	2037	кВт год
Сума Первин. Прибутків, Сон	3,6	4,2	6,6	7,2	8,4	8,3	8,6	8,4	6,7	5,4	3,3	3,1	73,9	кВт год/м²
Коефіцієнт Використання Тепло	8%	11%	18%	28%	45%	54%	61%	60%	40%	22%	10%	7%	23%	
Корисне Енергоспожив. Охолд	0	0	0	1	9	20	108	33	4	0	0	0	175	кВт год
Питоме Спожив. Охолодження	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	кВт год/м²

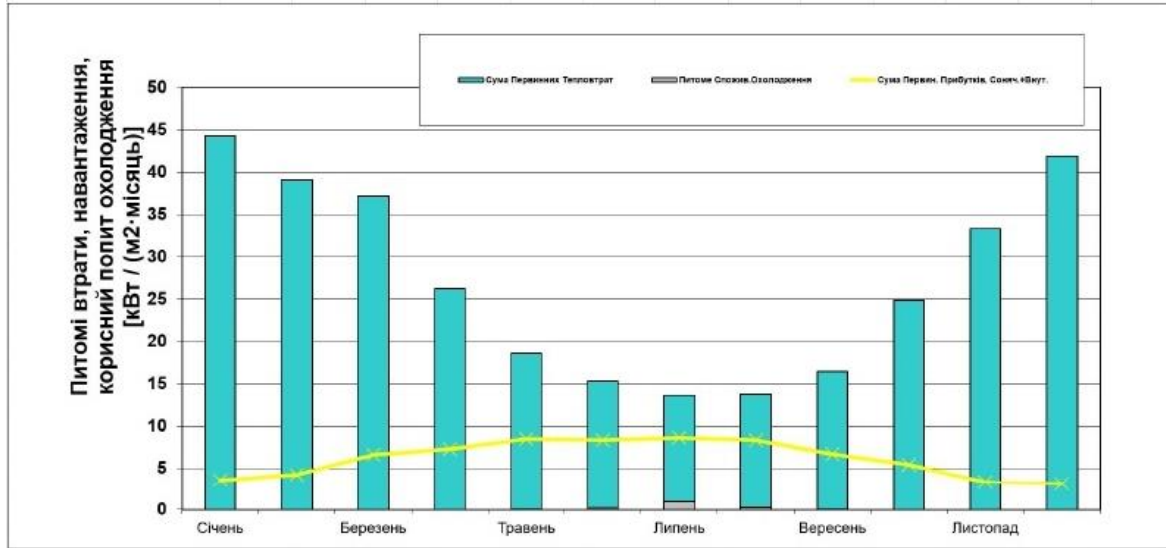


Рис. 1.7 Розподіл витрат на охолодження будинку з CLT

Клас енергоефективності згідно базового проекту - **F**

Ч.ч.	Призначення будівлі	Значення $EP_{max}$ , кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ], для температурної зони України	
		I	II
1	2	3	4
1	<b>Житлові будинки поверховістю:</b>		
	від 1 до 3	120	110
	від 4 до 9	83	81
	від 10 до 16	77	75
	17 і більше	70	68

Класи енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребою	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомої енергопотребі $EP$ від максимально допустимого значення $EP_{max}$ , $[(EP - EP_{max})/EP_{max}] \cdot 100 \%$
A	Мінус 50 та менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 50
F	Від 51 до 75
G	76 та більше

	кВт*год/м2
<b>EP<sub>max</sub> 1 зона</b>	120
<b>EP проект</b>	185
<b>Клас енергоефективності:</b>	54 <b>F</b>

Рис. 1.8 Результат розрахунку класу енергоефективності будинку з CLT  
Досить цікавий результат для будинку з дерев'яними стінами з утепленням. Навіть така будівля не підходить для наших цілей.

Покращення енергоефективності

- 1) Покращення герметичності будівлі  $V_{n50} - 0,6$  1/час
- 2) Використання централізованої системи вентиляції з рекуперацією тепла
- 3) Використання зовнішнього сонцезахисту південних вікон
- 4) Збільшення товщини утеплення зовнішніх стін для досягнення теплопровідності нижче  $0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
- 5) Віднайти можливості для збільшення ККД рекуператора
- 6) Задіяти додаткові джерела теплової енергії

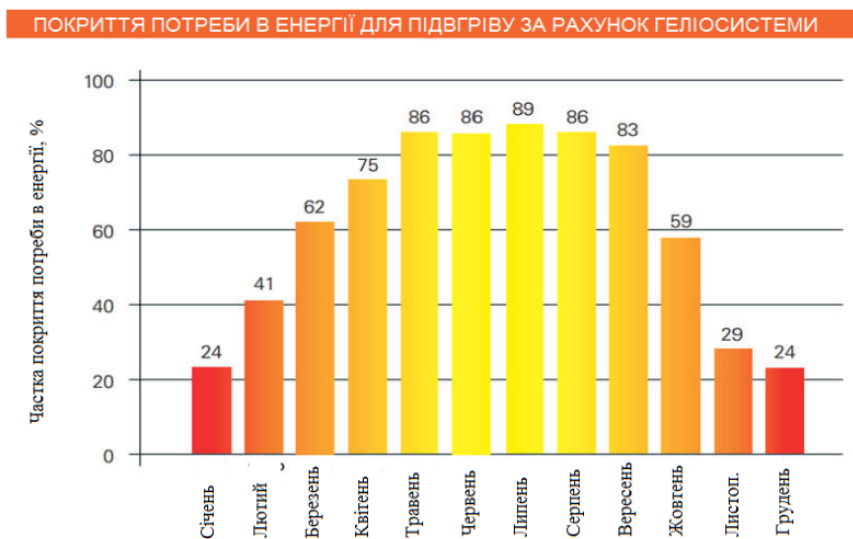
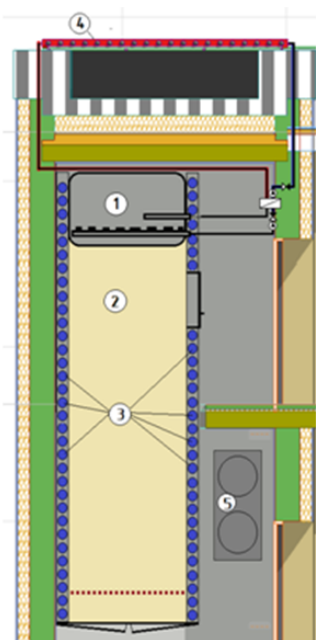
Тобто для виведення будівлі до класу А+ мало утеплення, а важливим фактором є вибір джерела теплопостачання. Якщо ми вдало проведемо комплекс реорганізації будівлі, то отримаємо будинок, котрий підходить для використання нашого джерела теплової енергії.

### 1.3 Планування процесів безперерійного отримання тепла

Як видно з розрахунків, використання біологічного генератора тепла є найбільш енергоефективним і це при тому, що розрахунок не включає можливості використання генератора для гарячого водопостачання.

Справа в тому, що біологічний тепловий генератор розраховується для використання лише під час опалювального сезону. Саме тому, для підключення його до системи гарячого водопостачання необхідне сумісне використання накопичувального резервуара, котрий працює одночасно від біогенератора і геліосистеми.

#### СУМІЩЕНА СИСТЕМА ГЕОПАНЕЛЕЙ І БІОЛОГІЧНОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА



1 - Теплообмінний резервуар  
2 - Біогенератор тепла

3 - Тепловідбірні канали вентиляції  
4 - Геліопанелі

5 - Рекуператор

Рис. 1.9 Сумісне використання теплового біогенератора і геліосистеми

Для використання сумісної біо-сонячної системи потрібна господарська прибудова, котра розміщує в собі біологічний генератор теплової енергії із накопичувальним резервуаром «1» у верхній його частині. Даний резервуар накопичує теплову енергію шляхом теплообміну між нижньою частиною оболонки резервуара і конвекційним теплом всередині генератора «2».

Таким чином теплова енергія в накопичувальному резервуарі має два різних джерела походження: сонячний колектор «4» на даху і тепловий біологічний генератор «2» в прибудові. Тепловий носій в накопичувальному резервуарі підігрівається цілорічно і використовується для теплового водопостачання.

Для відбору тепла з подальшим розподілом його по всій будівлі, використовуються трубні канали «3» в стінках теплогенератора, через які проходить рекупероване повітря вентиляційної системи з примусовою циркуляцією «5».

#### 1.4 Транспортування тепла

В загальній системі життєзабезпечення будинку, система вентиляції є найбільш вразливою з точки зору енергозбереження. Відповідно до СніП 2.09.04- 87 «Адміністративні та побутові будівлі», системи вентиляції з метою енергозбереження мають бути обладнані рекуператором [2]. Температура рекуперованого повітря розраховується за формулою:

$$t (\text{рекуперов.}) = (t (\text{внутр.}) - t (\text{зовн.})) \times \text{ККД} + t (\text{зовн.}) \quad (1.1)$$

В середньому, рекуператор має ККД – 67%. Тобто при зовнішній температурі  $-5^{\circ}\text{C}$

$$T_{\text{рек}} = ((20^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C})) \times 67\% + (-5^{\circ}\text{C})) = 25^{\circ}\text{C} \times 67\% + (-5^{\circ}\text{C}) = 16,75 - 5^{\circ}\text{C} = 11,75^{\circ}\text{C}$$

Цього вже недостатньо для підтримання комфортної температури в будинку, тому необхідно додатково підігрівати повітря. Електропідігрів, котрий використовується сучасними системами вентиляції, економічно неефективний, оскільки значно збільшує період окупності будівництва (а при використанні зеленої енергетики обходиться в 5,6 грн/кВт) . Для

підігріву рекуперованого повітря необхідний малопотужне, але стабільне джерело теплової енергії. І в якості такого джерела підходить компостний теплогенератор. Спорудження такого генератора в будинку і поєднання його з сучасною системою вентиляції і рекуперації повітря, значно підвищує енергоефективність будівлі.

Повітря після рекуператора, проходячи крізь камеру підігріву компостного теплогенератора підігріється до комфортної температури без додаткових витрат електроенергії.

На сьогоднішній день потреби у якості мікроклімату в будівлі вимагають використання сучасних приточно-витяжних систем вентиляції повітря, котрі можуть працювати лише з електроприводом. Але вони потребують підігріву повітря, що тягне за собою витрати на електроенергію. Тому монтаж альтернативного джерела теплової енергії саме у поєднанні з системою приточно-витяжної вентиляції є найбільш ефективним.

По-перше: відпадає необхідність в додаткових витратах на систему розподілу тепла. Не потрібно витрачати додаткову енергію на циркуляцію теплового носія, а в приміщеннях звільняється простір від трубопроводів і радіаторів системи опалення.

По-друге: м'якість роботи біологічного теплогенератора з середньою температурою 30°C дозволяє йому працювати системі вентиляції безпечно, не викликаючи перегріву повітропроводів, їх псування і шкідливих випаровувань, навіть у разі вимкнення електроенергії чи припинення циркуляції повітря з інших причин.

По-третє: це дає змогу споруджувати такий генератор у будь якому, зручному місці будинку.

Врахувавши щільність повітря ( за розрахунок візьмемо зимову 1,288 щільність), вирахуємо вагу теплоносія, котрий необхідно нагріти до

температури 20-30<sup>0</sup>С. Для комфортного будинку на 110 м<sup>2</sup> з постійним перебуванням 4-5 чол., змінність повітря в середньому 200 л/год.

Враховуючи те, що для розігріву 1 кг повітря на 15° С нам необхідно 1 кг компосту з температурою 40 ° С, введемо коефіцієнт запасу – 2. Коефіцієнт необхідно ввести для того, щоб в найхолоднішу пору року система вентиляції не могла охолодити компост до повної зупинки реакції. Таким чином ми враховуємо не лише необхідну масу теплого компосту, а й необхідну масу для того, щоб забезпечити якісну реакцію і відновити втрачену теплову енергію в генераторі.

$$200 \times 1,288 \times 2 = 515,2 \text{ кг при цьому вага вологого компосту } 515 / 15 \\ \times 40 = 1373,87 \text{ кг.}$$

Тобто, для обігріву такого будинку буде достатньо 1400 кг вологого компосту в активному стані. А це, враховуючи потрібну вологість, не більше 2 м<sup>3</sup> ТПВ.

Таким чином, нам потрібен об'єм гумусного котла з врахуванням робочого запасу 2,6 м<sup>3</sup>.

Для того, щоб біологічний тепловий реактор окрім підігріву вентилязованого повітря розігрівав воду до 50°С, нам необхідний об'єм робочої частини реактора в 3 м<sup>3</sup>.

Одже, для обігріву будинку, обладнаного сучасною системою вентиляції з рекуперацією повітря при використанні біологічного теплового генератора достатньо 2 м<sup>3</sup> ТПВ. Враховуючи зміну (закладання і виїмку) упродовж опалювального сезону, цілком достатньо 4 м<sup>3</sup> ТПВ на рік. Для всіх об'єктів невиробничої сфери та приватних житлових будинків обсяги утворення садових відходів (СВ) (опале листя і трава) не входять у норму утворення ТПВ, а додаються до неї виходячи з річної норми 6 л на 1 м<sup>2</sup> площі зелених насаджень (на території закріпленій за даним об'єктом чи присадибній ділянці)[3]. Це означає, що річна норма садових відходів для середньої ділянки в 10 соток (1000 м<sup>2</sup>) – 6 м<sup>3</sup>, що достатньо для 100%



обігріву будинку і підігріву води в період опалювального сезону. В решту часу накопичувальний резервуар має працювати від контуру сонячної системи підігріву води. Таким чином гаряче водопостачання безупинно працюватиме уздовж року. А сама система зменшить енергоспоживання будинку на 52%.

Але це ще не весь ресурс економії енергії. Труби геотермального контуру вентиляції можуть розташовуватися в стінках і в перекритті каналізаційного колектора, а перекриття і стінки утеплюються таким чином, щоб геотермальне тепло підходило лише з днища колектора. На перший погляд, цього замало, але необхідно врахувати те, що геотермальне тепло нам необхідно у досить невеликій кількості, а температура колектора набагато вища, ніж температура ґрунту.

Першою причиною вищої температури в колекторі є те, що зливи в колектор підігріті. Нагріта вода для миття, купання, все гаряче водопостачання зливається в колектор. За умови утеплення колектора, він акумулює не лише каналізаційні зливи, а й температуру цих зливів.

За умови відмови від використання фосфатовмістких миючих засобів, в каналізаційному колекторі можуть використовуватись анаеробні бактерії. На відміну від аеробних бактерій, котрі використовуються в основному тепловому генераторі, анаеробні бактерії переробляють органічні речовини в зливних водах без доступу повітря, що супроводжується виділенням тепла і незначної кількості біогазу. Для ефективного використання колектора в якості генератора біогазу, органічних речовин недостатньо, а бактерії, котрі виробляють біогаз, вимогливі до температурного режиму, тому й немає потреби в переобладнанні колектора для збору газу. Але тепла, котре виділяється цими бактеріями, в сукупності з акумульованим і геотермальним теплом, достатньо для організації попереднього підігріву приточного повітря. В середньому, 1 чол зливає відходів фекалій і змивів решток їжі 200г (800 з 4-х осіб) на добу. Робота анаеробних бактерій перетворює відходи в септику на

додаткову теплову енергію- 5,57 кВт/год на добу. А це - 980,32 кВт/год за опалювальний сезон.

Витрати гарячої води на чоловіка розраховуються виходячи з мінімальної витрати – 125 літрів на чоловіка за добу (450 л на 4-х чоловік). Якщо враховувати середню температуру гарячої води 30°C, то при охолодженні до 10 °C, 450 літрів віддають теплової енергії – 8 кВт/год за добу.

Загальний потенціал утепленого септика при ККД-70%:

$$(5,57+8)\times 176_{\text{днів}}/100\times 70\%= 1672 \text{ кВт/год}$$

за опалювальний сезон

Наш розрахунок температури рекуперованого повітря базувався на гіпотетичній температурі зовнішнього повітря – (-5°C). Але використання геотермального контуру припливного повітропроводу дасть нам можливість підняти цю температуру до 0°C, а при проведенні його через конструкцію каналізаційного колектора з утепленням останнього і повітропроводів між колектором і будинком, ми отримаємо температуру вхідного повітря (+4 - +7) в досить холодну погоду. Отже температура рекуперованого повітря буде:

$$T_{\text{рек}} = ((20^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C}) \times 67\% + (4^{\circ}\text{C})) = 25^{\circ}\text{C} \times 67\% + (4^{\circ}\text{C}) = 16,75 + 5^{\circ}\text{C} = 20,75^{\circ}\text{C}$$

Цілком зрозуміло, що на догрів повітря з 20°C до 25°C буде затрачено набагато менше теплової енергії ніж з 11°C до 25°C. Окрім того, у літній період, коли дана геотермальна система повітрязабору буде використовуватись для охолодження повітря, то контраст температур між припливним і витяжним повітрям буде нижчим (орієнтовно +16), що позитивно вплине на якість кондиціонування і безпеку для здоров'я мешканців.

Також необхідно відмітити те, що використання тепла, відібраного від септика позитивно вплине на мікроклімат в будинку в осінньо-весінній період, коли температура повітря може різко впасти (на ніч) ще до початку або після закінчення опалювального сезону.

Тобто, при впровадженні використання біологічних теплових генераторів ми отримуємо найвищу енергоефективність будинків. При цьому використання деяких дорогих і малоефективних енергозберігаючих технологій і матеріалів може бути недоцільним, оскільки необхідність в утилізації ТПВ для багатьох заміських будинків більша, ніж потреба в тепловій енергії будинків з високим енергозбереженням.

Таким чином, ми вдосконалюємо найбільш вразливу з точки зору енерговитрат систему вентиляції. Повітря, перш ніж потрапити до помешкання проходить такі стадії:

1. Проходження через геотермальний контур повітроводів на глибині нижче промерзання ґрунту (підігрів до  $0^{\circ}\text{C}$ - $2^{\circ}\text{C}$ )
2. Проходження через контур в каналізаційному колекторі (підігрів до  $+6^{\circ}\text{C}$ )
3. Проходження через рекуператор (підігрів до  $20^{\circ}\text{C}$ )
4. Проходження через біологічний теплогенератор (підігрів до  $25^{\circ}\text{C}$ )

В літній період відпадає необхідність в охолодженні повітря.

Суть задіяної системи, котра носить робочу назву «Бумеранг», у максимальному обороті ресурсів:

1. Тверді побутові відходи переробляються аеробними бактеріями, повертаючи теплову енергію в будинок, а добрива, котрі є результатом переробки повертаються в ґрунт.
2. Витрачена гаряча вода для миття посуду, людей тощо, попадає в утеплений каналізаційний колектор, у якому використовується для підігріву припливного повітря вентиляції, повертаючи тепло в будинок.
3. Стічні води переробляються анаеробними бактеріями. В результаті, тепло від життєдіяльності бактерій підігріває припливне повітря і

також повертається в будинок, а вода, оброблена бактеріями стає екологічно безпечною і може бути поверненою в ґрунт.

4. Тепло, з витяжної вентиляції підігріває припливне повітря, повертаючи тепло в будинок.

Всі ці складові підкреслюють те, що принцип «Бумеранга» це не лише архітектурне рішення, а й сама філософія підходу до енергозабезпечення будинку.

### 1.5 Теплопровідні включення

Для досягнення мети нульового споживання енергії найважливішим фактором є утеплення. Згідно розрахунку, CLT-плита підлягає додатковому утепленню шаром мінеральної вати у 150 мм. Для того, щоб більш наглядно розуміти картину утеплення, переведемо нашу огорожуючу конструкцію в однорідний матеріал відповідно до таблиці теплопровідності за таблицею):

Таблиця 1.2 – Коефіцієнти теплопровідності основних будівельних матеріалів

Назва матеріалу	Коефіцієнт теплопровідності , Вт/м*К
Червона цегла	0,56-0,95
Бетон	0,7-1,75
Газобетон	0,18-0,28
Пінобетон	0,14-0,38
Залізобетон	2,04
Дерево	0,08-0,2
Звичайна силікатна цегла	0,85-1,10
Техноплекс	0,032
Пінопласт псб-25	0,04
Мінеральна вата	0,035
Пінополіуретан	0,028
Сосна (впродовж волокон)	0,18-0,29
Сосна (поперек волокон)	0,09-0,14

Додатковий шар мінеральної вати у 150 мм у переведенні на деревину сосну  $0,14/0,035 \times 150 = 600$  мм. Тобто для досягнення цілі нам необхідна огорожуюча конструкція з деревини товщиною у 800 мм. Назвемо цю величину – **ефективністю утеплення**.

## ПРИЙНЯТА ТЕХНОЛОГІЯ УТЕПЛЕННЯ CLT

(Тепловтрати через теплопровідні включення)

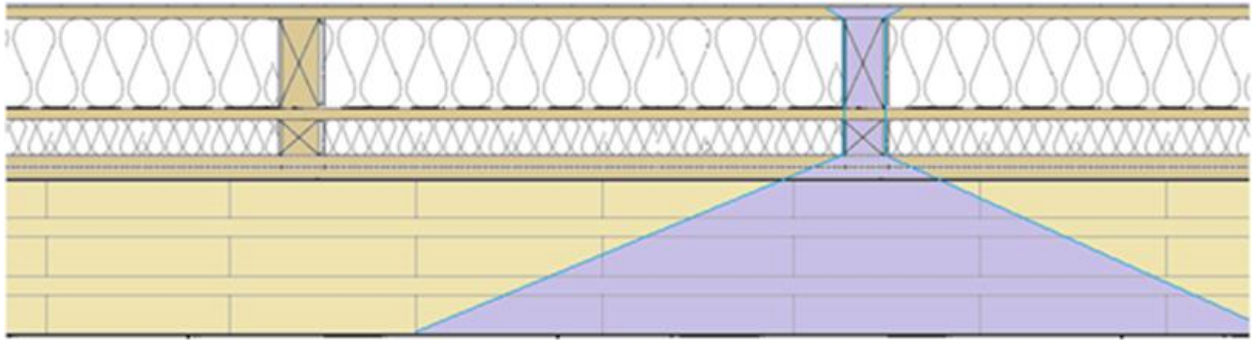


Рис. 1.10 – Технологія утеплення CLT

Крім того, нам для розрахунків потрібно врахувати те, що теплопровідність сосни вздовж і поперек волокон різна. А це означає, що охолодження деревини в точці контакту з холодом конусне. Ширина конуса охолодження в 1,5 рази більша за висоту. Тому наявність любих включень з нижчою ефективністю утеплення, ніж 800мм сосни, знижують ефективність утеплення не лише в точці цих включень, а й на відстані від них, котра впівтора рази перевищує товщину CLT стіни. Утворюється **теплова вирва**.

## ЕПЮРА ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ ЗА ПРИЙНЯТОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

(Виразена в міліметрах товщини деревини)

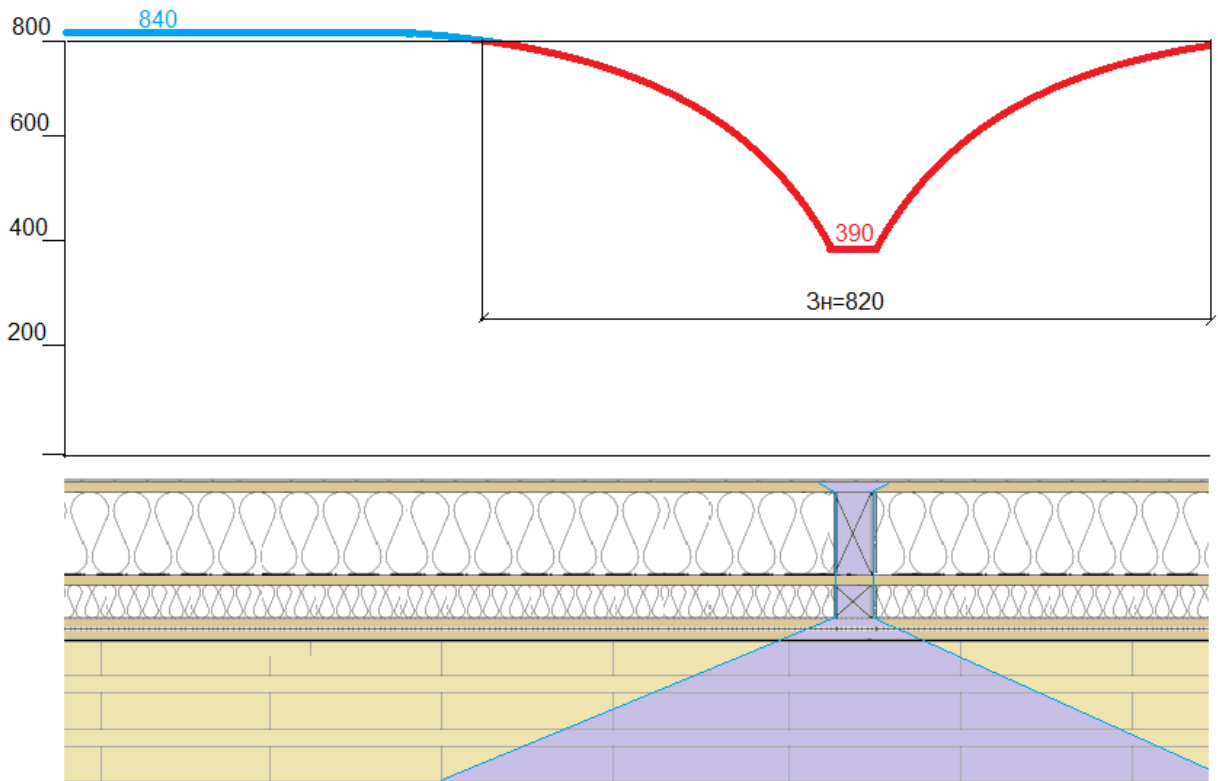


Рис. 1.11 – Епюра ефективності утеплення за існуючою технологією

Тому зробимо епюру ефективності для стандартного утеплення CLT панелі, котре прийняте в існуючих технологіях утеплення цих конструкцій.

В нашому випадку, наявність теплової вирви впливає лише на інтенсивність теплопередачі в утепленому огороженні. Але, якщо коефіцієнт теплопередачі теплового включення вищий ніж огороження, то теплові втрати в утепленій стіні будуть настільки великими, настільки дозволяє теплопровідність включення. Тобто коефіцієнт опору стіни в проекції ТВ – необхідно вважати рівним коефіцієнту опору матеріалу ТВ.

Простими словами, якщо б ми забили в цьому місці цвях, то тепловтрати в CLT в цьому місці, були б настільки великими, стільки може провести стержень цвяха.

Тобто, при розміщенні ребер кріплення на відстані меншій, ніж 820 мм одне від одного, ми взагалі не будемо мати необхідної ефективності по всьому периметру огороження.

Дана епюра досить наглядно показує саму проблему теплопровідних включень і надає можливість віднайти шляхи її вирішення. Як ми бачимо, запас ефективності у 40 мм дав змогу частково звузити зону нижчої ефективності, але досить незначно і, чим більше ми будемо добавляти запасу, тим менше користі це буде нам приносити. Але досить цікавим виглядає той факт, що на ефективність утеплення впливає товщина огороження, котре утеплюється, при чому, чим менша товщина стіни, котру утеплюють, тим вища ефективність її утеплення. Зменшуючи товщину стіни з найбільш теплопровідного матеріалу, ми зменшуємо площу основи конуса тепловтрат і підвищуємо ефективність утеплення.

Таким чином, необхідно врахувати коефіцієнт запасу. Коли ми розраховуємо шар утеплення, ми маємо запроєктувати його конструкцію таким чином, щоб вся конструкція утеплення давала необхідний опір, але в теплопровідних включеннях такий опір відсутній. Тому необхідно розрахувати запас ефективності утеплення таким чином, щоб теплові втрати загальної конструкції не перевищували проектні. Це можливо зробити досить просто: врахувавши відсоток тепловтрат в містках холоду, зменшити на цей відсоток тепловтрати основної конструкції за рахунок запасу ефективності утеплення.

Відсоток втрат через теплопровідні включення залежить від співвідношення площі неефективного утеплення з площею стіни, що утеплюється, і співвідношення різниці між проектною ефективністю утеплення і фактичною в містках холоду при відстані між ними в 0,6м.:

$$K_z = K_p \times (E_{pr} - E_f) / E_{pr} \quad (1.2)$$

$$0,0833 \times (800 - 390) / 800 = 0,0427$$

Де  $E_{pr}$  – проектне значення ефективності утеплення,  $E_f$  – фактичне значення ефективності утеплення в теплопровідних включеннях,  $K_p$  – коефіцієнт площі вирви до загального утеплення.

Фактична товщина утеплення по конструкції на 4,27% менша, ніж проектна

Фактична товщина утеплення в еквіваленті дерева:

$$840\text{мм} / 100 \times (100 - 4,27) = 804,31$$

$$R = 0,80431 / 0,15 = 5,362$$

Для пасивного будинку цього недостатньо. Необхідний опір 6,7 – це додаткове утеплення і додаткова кількість і потужність теплових включень.

Висновок : потрібно шукати альтернативну конструкцію з фактичною товщиною утеплення в еквіваленті дерева – більше 1000мм

До CLT плити 200 мм необхідно додати 212,5мм мінеральної вати. Це значний шар, для закріплення якого технологічно необхідна конструкція з великою кількістю теплових включень, а також необхідно вибрати дорогий матеріал з високою жорсткістю.

Це не надто ефективно, оскільки нам доведеться ускладнити конструкцію додатково двома шарами сендвіча. Таким чином, необхідність у подальшому використанні CLT плити і малоповерховому будівництві стає недоцільною.

Ціллю використання запропонованої методики є розрахунок і оптимізація технології утеплення з врахуванням неминучих втрат через теплопровідні включення. Приведення загальної ефективності утеплення огорожуючих конструкцій до проектного рівня не окремими ділянками, а по всій площі огорожень з врахуванням технологічних потреб проведення таких робіт.



## РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

### 2.1 Коригування архітектури

Як виявилось, навіть передові будівельні технології не проходять перевірку на ефективність, коли питання стоїть про нульове споживання. Необхідно провести комплексну термомодернізацію будівлі з утепленням огорожуючих конструкцій і перекриттів. Але для врахування всіх рекомендацій в будинку не вистачає місця. Тому необхідно запроектувати додаткову господарську прибудову для розміщення централізованої вентиляції з рекуперацією вентиляваного повітря, розміщення біологічного теплового генератора і накопичувального резервуара для сумісної роботи сонячних колекторів і біогенератора в напрямку цілорічного гарячого водопостачання.

Наша будівля одноповерхова, а для повноцінної роботи генератора необхідно два поверхи. Тому ми використаємо дах з експлуатованим покриттям в якості другого поверху, а до будинку добавимо приставні сходи.

Прибудову розташуємо з південної сторони, так як там менша кількість вікон і це дозволяє провести реконструкцію без перенесення існуючих конструкцій. Окрім цього, прибудова знаходиться в безпосередній близькості до кухні та санітарних вузлів (основних споживачів гарячого водопостачання), що дає змогу заощадити на водогонях і максимально зменшити втрати тепла під час транспортування води до розподільчої арматури.

Дах прибудови стилізований під дах основної будівлі «Бумеранг», що створює додатковий козирок над входом у верхню частину приміщення.

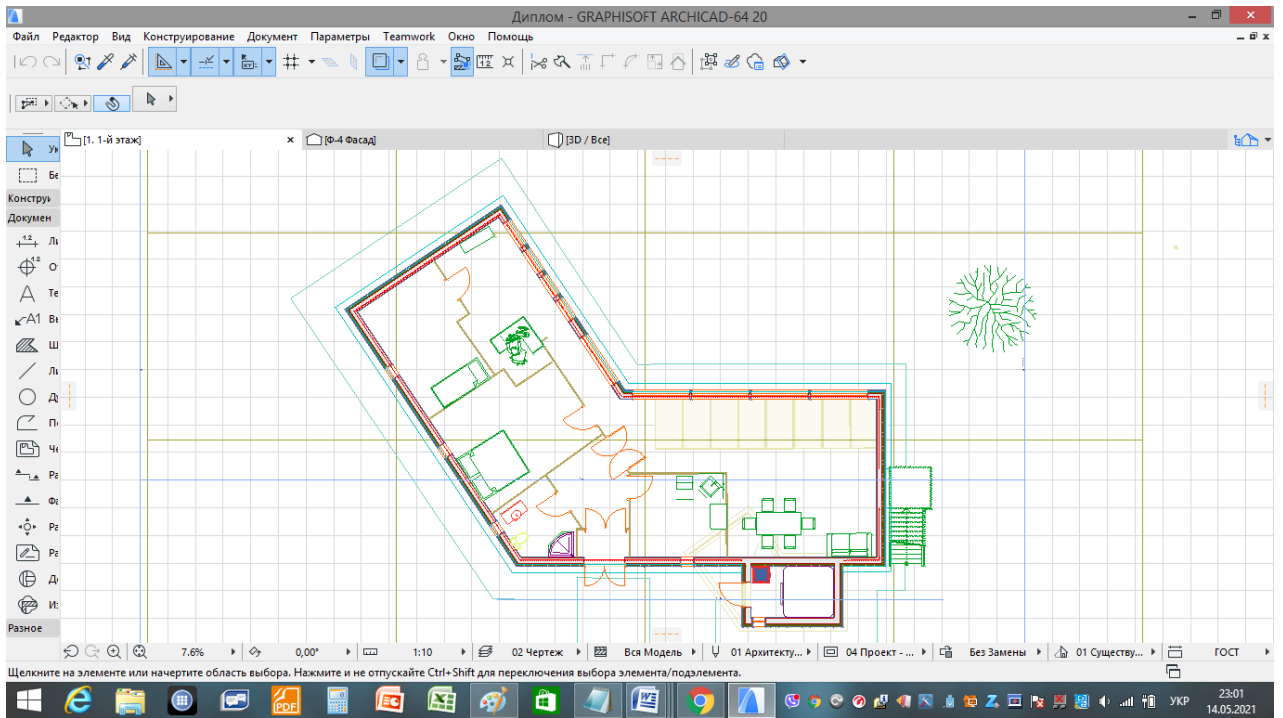


Рис. 2.1 План першого поверху



Рис. 2.2 Візуалізація прибудови

На даху прибудови (Рис. 2.2) розміщується система сонячних колекторів, а на експлуатованому даху розміщується система сонячних електричних панелей.

Прибудова обладнується невеликими вікнами на кожному з поверхів для того, щоб організувати природне освітлення робочих зон, де розміщується обладнання.

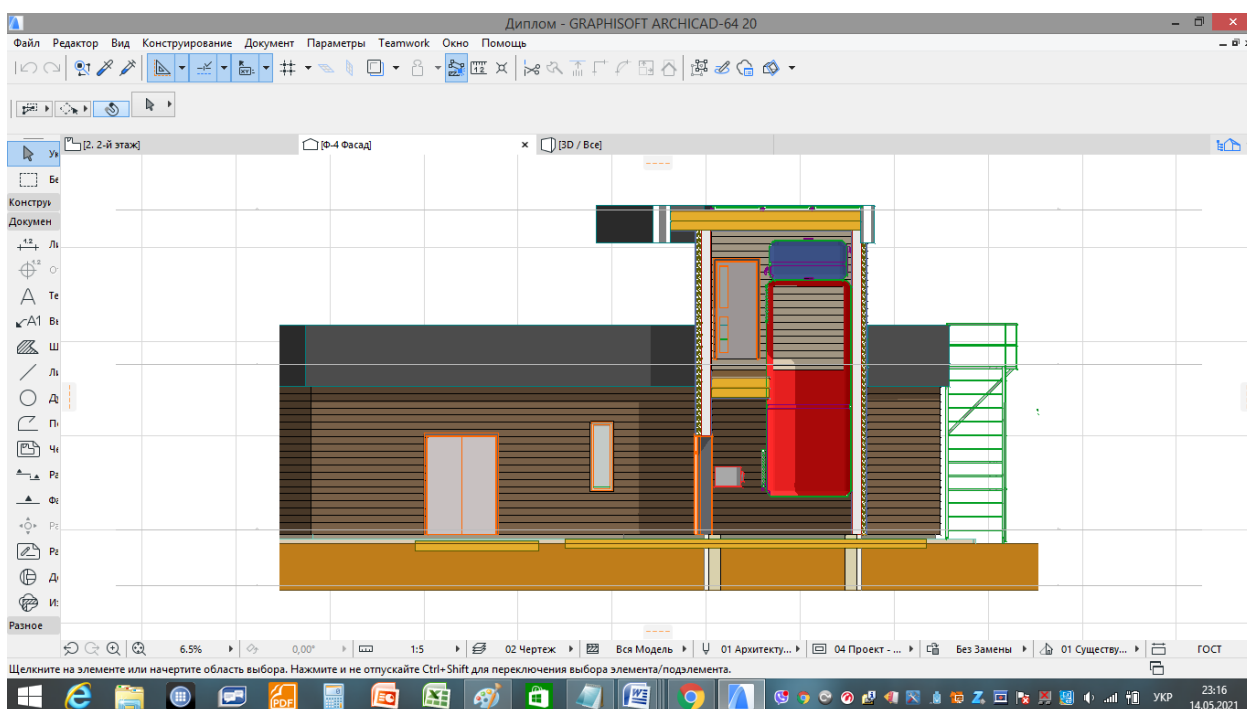


Рис. 2.3 Прибудова у розрізі

## 2.2 Водовідведення і водопостачання

Незважаючи на те, що в районі проходять магістралі водопостачання та водовідведення, доцільною буде організація власного водопостачання. Глибина залягання ґрунтових вод в районі забудови незначна (3-6 м від поверхні землі). Економічно доцільно використання звичайної криничної води в якості основного джерела водопостачання. Цілком достатнім буде колодязь на 14 кілець, котрий коштуватиме досить недорого і буде значно дешевшим, ніж підключення до діючого водопроводу.

Стосовно водовідведення, то каналізаційний колектор, котрий проектується для будинку, матиме важливе значення в загальній системі енергозбереження. Колектор має бути утеплений, а в його верхній частині під

шаром утеплення має проходити система повітроводів для попереднього підігріву (рис.2.4).

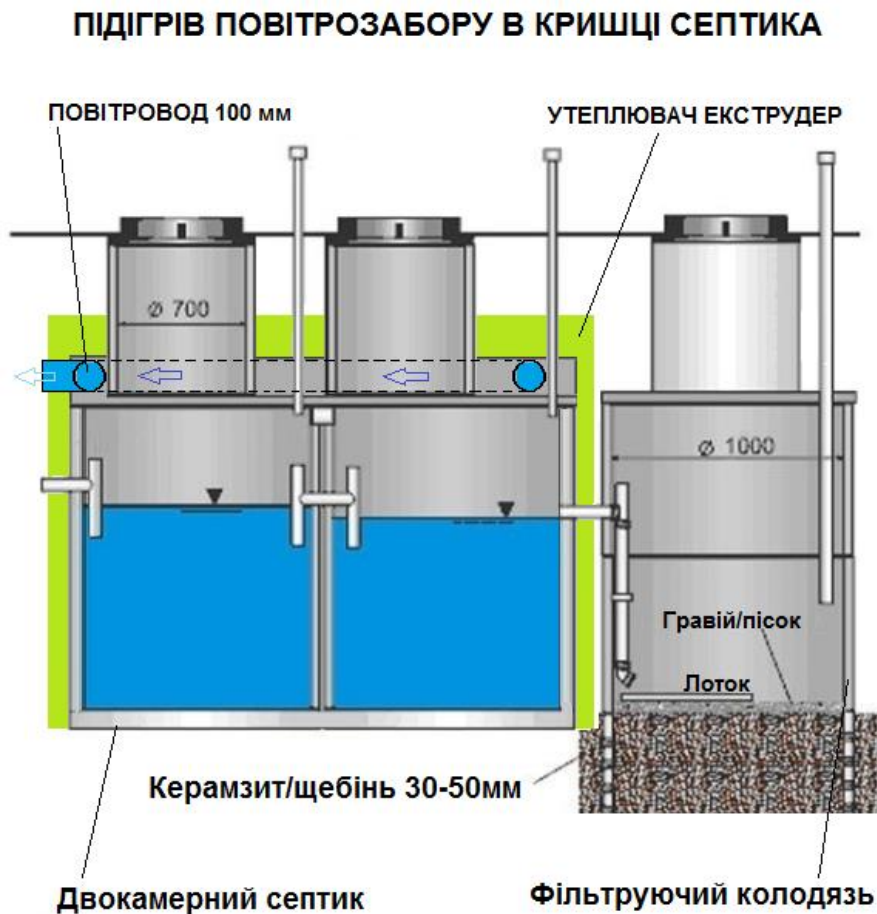


Рис. 2.4 Схема проходження повітроводу в перекритті каналізаційного колектора з очисткою стічних вод анаеробними бактеріями

### 2.3 Опалення і вентиляція

Основне опалення будинку суміщене з вентиляційною системою, котра відповідає за транспортування тепла від його джерела (біологічного теплового генератора), до всіх приміщень. Основним джерелом тепла в опалювальний період є біологічний тепловий генератор, котрий працює на підігрів повітря після рекуперації в розподільчій вентиляційній системі припливно-витяжного типу. Потужність вентиляторів 0,04 кВт/год при об'ємі вентиляваного повітря 210 м<sup>3</sup> за годину.

Необхідно відмітити, що окрім підігріву повітря біогенератором ми маємо використовувати рекуперацію і геотермальний теплообмін.

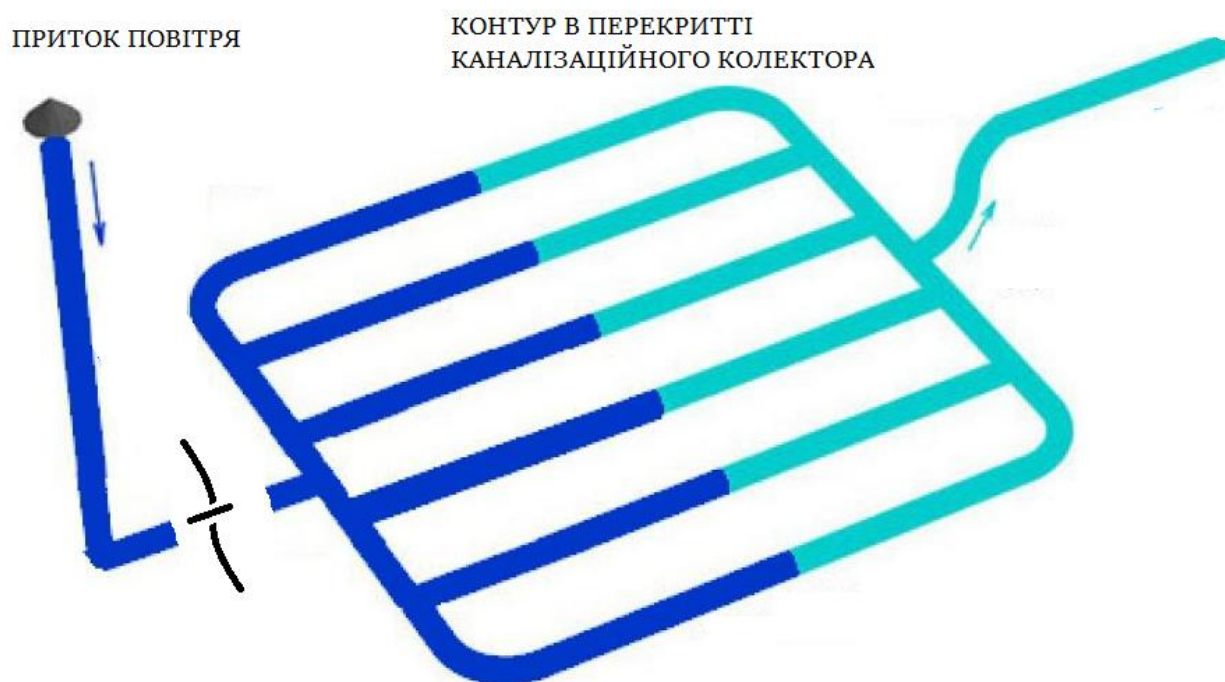


Рис. 2.5 Забір повітря з проходженням в перекритті септика

В цій частині досить важливим є те, що система повітрязабору, окрім проходження в ґрунті нижче глибини промерзання, де взимку підігрівається до  $0^{\circ}\text{C}$ , проходить через утеплене перекриття каналізаційного колектора, де догрівається до температури  $4-7^{\circ}\text{C}$ . Ця, здавалося б, невелика різниця в температурі дає збільшення температури повітря на виході з рекуператора в середньому на  $10^{\circ}\text{C}$ , що вдвічі знижує енерговитрати на догрів рекуперованого повітря.

#### 2.4 Утеплення несучих і огорожувальних конструкцій.

Утеплення зовнішніх стін будівлі нижче рівня ґрунту (стін цоколю та фундаменту) виконується за наявності в будівлі опалювального підвалу або за відсутності підвалу та технічного підпілля з заглибленим першим поверхом, що контактує з ґрунтом. В такому випадку зменшення тепловтрат крізь стіни, що контактують з ґрунтом, буде технічно обґрунтованим, а

розрахунок терміну окупності заходу з улаштування теплоізоляції покаже економічну доцільність його впровадження. Ці роботи пов'язані з виконанням земляних робіт та демонтажем і відновленням відмостки будівлі.

Товщину теплоізоляційного матеріалу визначають за умови забезпечення вимоги утеплення для огорожувальних конструкцій (зовнішніх стін) опалюваних приміщень, але не менше ніж 50 мм.

Згідно п. 4.10 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 зовнішні заглиблені стінові конструкції, що контактують з ґрунтом, у будівлях без підвалу необхідно утеплювати теплоізоляційними матеріалами на глибину 0,5 м нижче поверхні ґрунту.

За таблицею 1 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 для утеплення заглиблених стінових конструкцій використовуються теплоізоляційні матеріали з закритопористою структурою комірок та водопоглинанням не більше 2% за об'ємом (наприклад, екструдований пінополістирол, PIR).

Обов'язковою умовою при виконанні теплоізоляції заглиблених стінових конструкцій є гідроізоляція фундаментних та цокольних стін для захисту конструкцій від ґрунтової вологи.

Гідроізоляція має захищати не тільки заглиблену частину будівлі, а виходити на 0,5 м на цокольну частину вище рівня ґрунту для захисту від атмосферної вологи та дощових бризок на стіни.

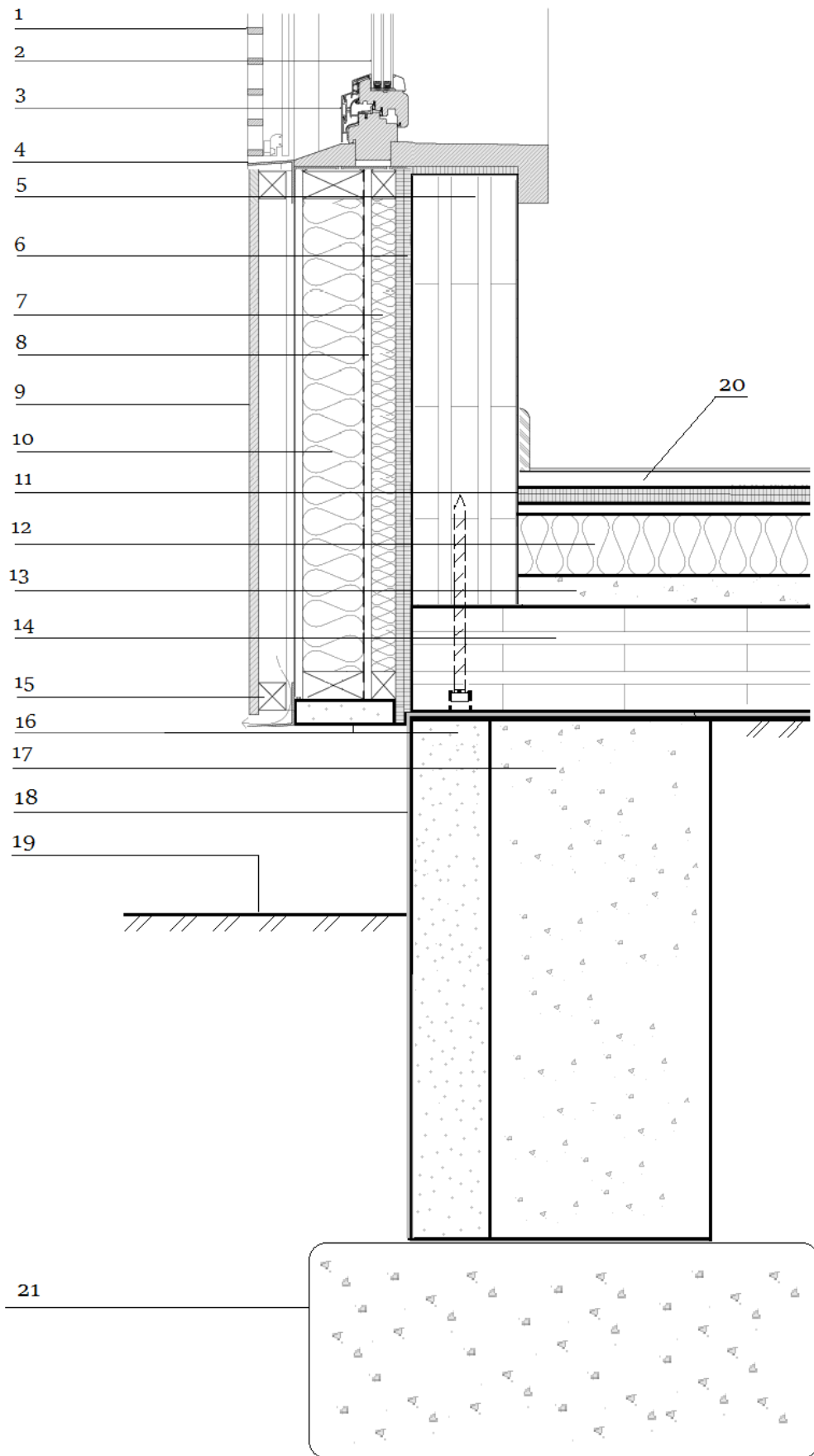


Рис 2.6 Схема облаштування теплоізоляції стін нижче рівня ґрунту за прийнятою технологією

1- Захистні ролети, 2- двокамерний енергозберігаючий пакет з аргонним наповнювачем, 3- шестикамерний віконно-профільна система з трьома контурами ущільнення, 4- профіль водовідведення, 5- CLT панель 200 мм, 6- звукоізоляційна фольгова на мембрана 20мм, 7 – мінеральна теплоізоляція 50мм, 8- гіпсокартон 12мм, 9- фанера, 10- жорстка мінераловатна плита 100 мм, 11- теплозвукоізоляція, 12- жорстка теплоізоляційна плита 100мм, 13- стяжка з полегшеного бетону, 14 – CLT плита перекриття 240 мм, 15- дерев'яна рейка, екструдований утеплювач, 17- монолітний фундамент, 18- гідроізоляція, 19- ґрунт, 20- паркетне покриття.

За **таблицею 1 ДСТУ Б В.2.6-189:2013** строк ефективної експлуатації теплоізоляційних виробів, що використовують для теплоізоляції заглиблених конструкцій будівлі, цокольних конструкцій повинен становити не менше ніж 50 років.

Примикання конструкцій фасадної теплоізоляції до прорізів, парапету та навісного обладнання повинні виключати можливість потрапляння дощу і снігу у повітряний прошарок і гарантовано захищати теплоізоляційний шар від замочування.

Експлуатована плоска покрівля виконується на перекритті з CLT плити перекриття товщиною 240 мм, на якій укладається техноплекс 50x585x1185 мм. Наступним шаром вкладається пароізоляція, а за нею послідовно ще один шар техноплекса 50x585x1185 мм і шар 100x585x1185. Поверх техноплекса влаштовується шар геотекстилю, на який вкладається ПВХ мембрана. Кріплення мембрани до верхнього шару техноплекса проводиться пластиковими тарілчастими дюбелями 28x50 WKDS Wkret-Met без наскрізного пробивання шару утеплювача. Закріплення ПВХ мембрани проводиться за допомогою баласту (гравій і тротуарна полімернопісчана плитка). Краї мембрани загинаються на парапет і притискаються жерстяним накриттям. Таке кріплення забезпечує відсутність містків холоду в загальній системі утеплення покрівлі.



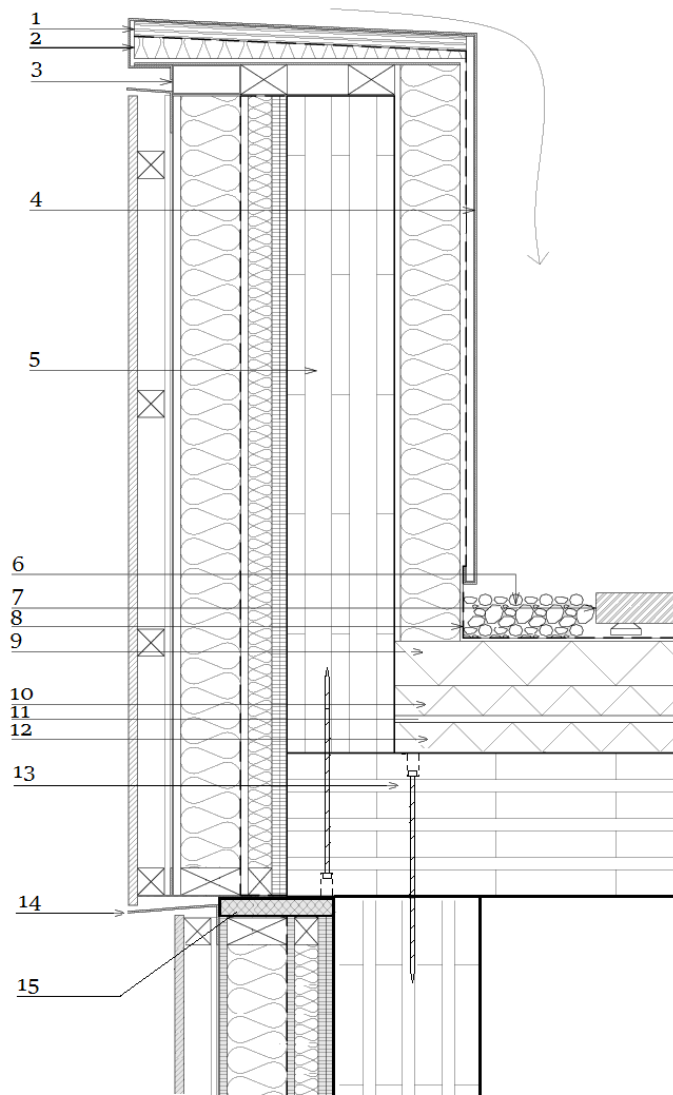


Рис 2.7 Схема облаштування теплоізоляції парпетів за прийнятою технологією

1-Фанерне накриття парпету, 2-Мінераловатний утеплювач, 3- Жорсткий металевий каркас + паробар'єр, 4- Облицювальна жесь, 5- плита з перехресно клеєної деревини 180 мм., 6- гравій, 7- технічна підлога для даху з тротуарної плитки, 8- гідроізоляційна мембрана на геотекстилі, 9- екструдована теплоізоляційна плита 100 мм., 10 - екструдована теплоізоляційна плита 50 мм., 11 – паробар'єр, 12- екструдована теплоізоляційна плита 50 мм , 13 - CLT панель перекриття 240 мм., 14 – відлив, 15- прокладка з техноплекса 30 мм.

## 2.5 Герметизація стиків заповнення прорізів

Герметизація стиків заповнення прорізів забезпечується використанням додаткових цільних рам (Зовнішньої і внутрішньої). Цільна рама вставляється і повністю накриває зону відкосів, забезпечуючи щільну герметизацію кріпленн вікон і дверей по всій товщі стіни з утеплювачем.

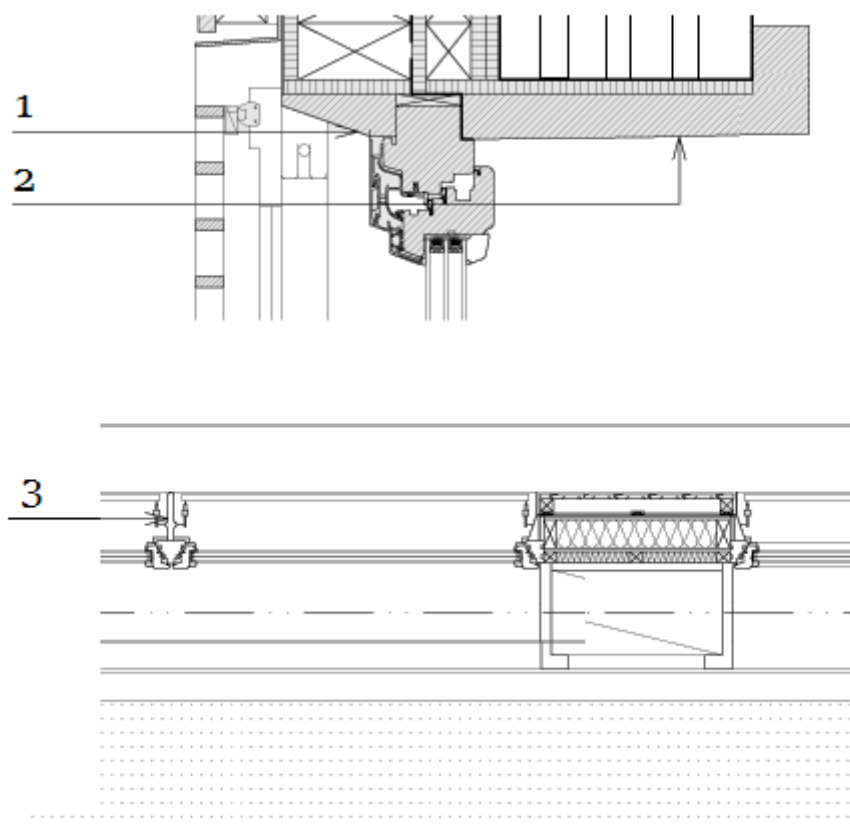


Рис 2.8 Схема влаштування віконних і дверних прорізів

1-Зовнішня рама, 2- Внутрішня рама, 3- додаткове ребро, котре кріпиться до вертикальної стійки між вікнами і утримує ролети.

## 2.6 Альтернативні матеріали

Враховуючи відсутність виробництва CLT панелей в Україні і необхідність забезпечення доступності матеріалів для будівництва будинків з нульовим енергоспоживанням, необхідно передбачити можливість

використання альтернативних матеріалів і конструкцій. На сьогоднішній день CLT плита в Україні коштує до 15000 грн./м<sup>3</sup> (3000 грн/м<sup>2</sup>), що значно збільшує період окупності проекту.

В якості альтернативи CLT плитам в малоповерховому будівництві можуть використовуватись збірні сандвіч панелі з фанери або OSB плит на дерев'яному каркасі, котрі, хоч і поступаються CLT за характеристиками міцності, але не поступаються за теплотехнічними характеристиками.

При теплопровідності деревини в 150 мВт/м\*К Теплопровідність CLT вища ніж в сандвіча на дерев'яному каркасі, оскільки сандвіч має таку теплопровідність лише в містках холоду (місця розташування дерев'яних ребер каркасу) а проміжок між каркасом утеплений утеплювачем з нижчим показником теплопровідності. Для малоповерхового будівництва сандвіч з кроком між ребрами у 400мм повністю задовольняє вимоги міцності, а за конструктивними можливостями не поступається CLT у створенні герметичних просторів.

В практичному будівництві цілком допустима часткова або повна заміна CLT плит на збірний сандвіч з відповідною товщиною 180мм, 200 мм, 240мм та кроком між ребрами 400мм.

У загальному розрахунку на спорудження будинку необхідно 92м<sup>3</sup> CLT панелей, а це 1380 тис.грн. за існуючою ціною. В разі запровадження в Україні виробництва CLT плит, за умови достатньої конкуренції на ринку, їх вартість має коливатися в межах 6000-8000 грн./м<sup>3</sup>. Як показав економічний розрахунок, вартість загально будівельних робіт (без інженерних мереж) складає 2 342 тис.грн і це при врахуванні мінімальної очікуваної вартості CLT плит – 6000 грн/ грн./м<sup>3</sup>.

Необхідно відмітити суттєві недоліки даного матеріалу для малоповерхового будівництва:

1. Висока вартість
2. Необхідність у використанні значної кількості підйомної техніки при монтажі

3. Неочікувано-висока теплопровідність матеріалу (необхідність в додатковому утепленні)
4. Необхідність у проведенні протипожежних заходів (додаткові шари з гіпсокартону).

Коефіцієнт теплопровідності CLT плити складає 0,15 Вт / (м•К), що не на багато краще газобетону.

Необхідна товщина дерев'яної стіни розраховується за формулою:

$$S_m = R Kt; \quad (2.1)$$

де  $S_m$  – товщина стіни,  $R$  – опір теплопередачі стіни (показник беруть відповідно до регіону проживання),  $Kt$  – коефіцієнт теплопровідності.

Для помірного кліматичного поясу опір теплопередачі стіни становить 3,0 - 3,2. Коефіцієнт теплопровідності беремо значення для деревини сосни поперек волокон.

Таким чином, отримуємо для будинку, побудованого з CLT панелей соснових порід:

$$S_m = 3,0 * 0,09 = 0,27 \text{ м}$$

Значить для відповідності ДБН В.2.6-33:2018 для нашого регіону потрібна стіна з CLT панелей товщиною 270 мм. А для пасивного будинку і така товщина не підходить (за розрахунками автоматизованої системи потрібна товщина у 800мм).

Отже розрахуємо товщину сандвіч панелі на дерев'яному каркасі, котра замінить CLT плиту 200мм:

За використання мінеральної вати з теплопровідністю 0,035 Вт / (м•К), з більш як в 4 рази меншою теплопровідністю, ми можемо замінити CLT 200мм шаром мінеральної вати у 50 мм. Але, враховуючи те, що нам необхідна несуча здатність, ми маємо використовувати брус-рейку, шириною не менше 150мм, в якій сама дерев'яна рейка, маючи вищу теплопровідність ніж мінеральна вата, має рахуватися теплопровідним включенням.

В цій конструктивній заміні є ще одна цікава деталь. Теплопровідні включення в вигляді рейок присутні і в шарі утеплення. Саме тому необхідно

ввести додаткове конструктивне рішення, котре позбудеться цих теплопровідних включень.

Таким рішенням може стати потрійний збірний сандвіч на дерев'яному каркасі.

На відміну від одинарного сандвіча, ми можемо зменшити теплові втрати на ребрах жорсткості без втрат несучої спроможності (Рис.2.9).

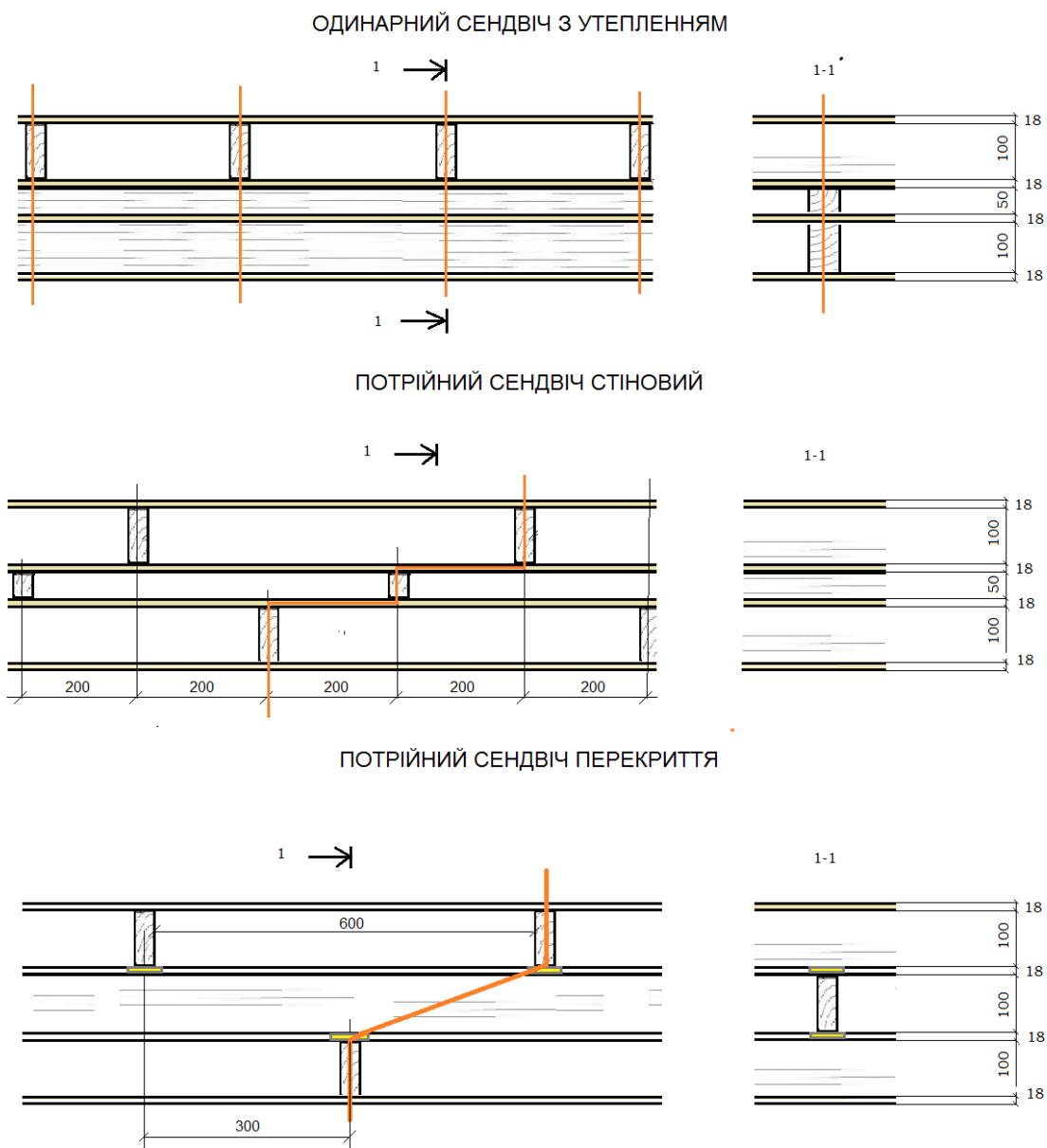


Рис 2.9 Містки холоду в конструкціях одинарного і потрійного сандвіча

**ВАЖЛИВО!** Конструкція потрійного сандвіча за теплопровідністю відповідає товщині дерев'яної стіни в 1,155 м, тому наявність теплопровідних

включень в 0,25 м деревини є суттєвими і істотно погіршують тепломеханічні властивості огороджуючої конструкції.

У порівнянні з конструкцією з CLT плит, потрійний сандвіч має цілий ряд переваг:

1. Менша теплопровідність – 100мм мінеральної вати мають вдвічі меншу теплопровідність, ніж 200 мм деревини.
2. Менша вага – конструкція з потрійним сандвічем у 8 разів легша за конструкцію з CLT, що суттєво впливає на транспортну складову і зручність монтажу без залучення підйомного крану.
3. Висока жорсткість конструкції – сандвіч плита перекриття, маючи меншу вагу, здатна працювати як конструкція ферми.
4. Більша герметичність – потрійний сандвіч має 4 контури герметизації, котрі зручно герметизуються під час монтажу
5. Пожежостійкість – дерев'яні конструкції всередині сандвіча легко обробляються захистними засобами.
6. Зручність прокладання інженерних мереж – під час будівництва внутрішній шар може бути закладений в останню чергу, після розкладання інженерних мереж в камері сандвіча.
7. Нижча собівартість матеріалу, транспорту і монтажу.

## ЕПЮРА ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ СТІНОВОГО СЕНДВІЧА

(Виразена в міліметрах товщини деревини)

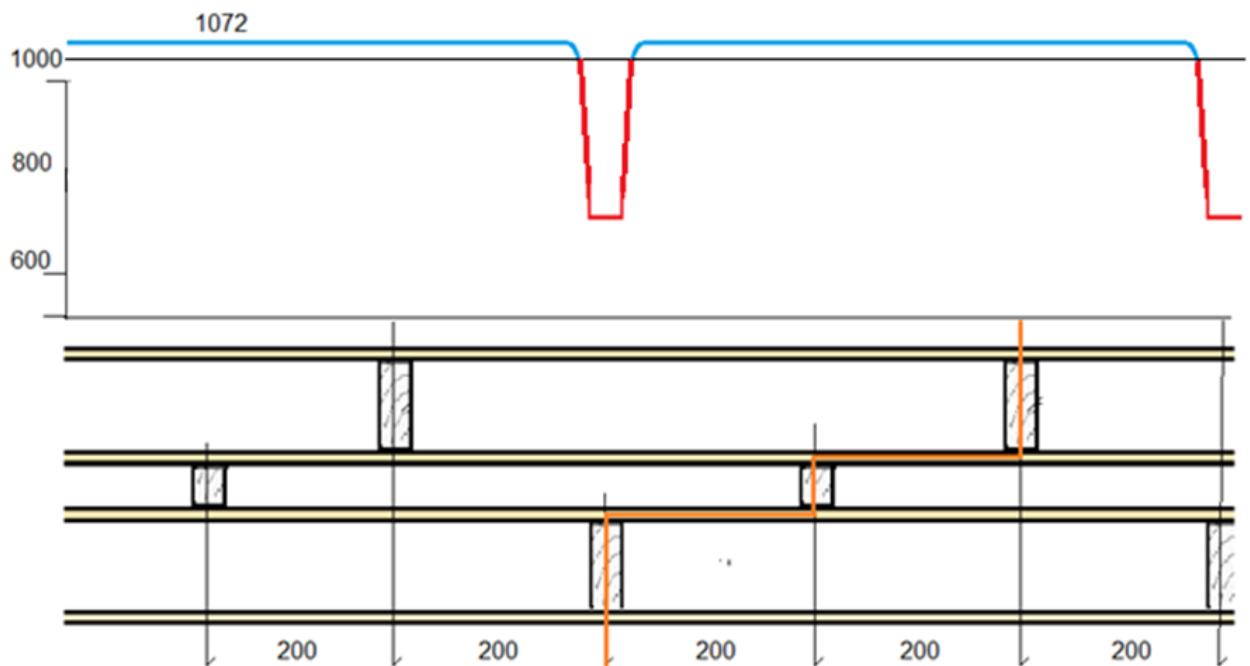


Рис 2.10 Ефективність утеплення потрійного стінового сендвіча

Перевіримо, чи відповідає ця конструкція нашим умовам:

$$K_3 = K_p \times (E_{pr} - E_f) / E_{pr} = 0,143 \times (1050 - 722) / 1050 = 0,045 \quad (2.2)$$

Де  $E_{pr}$  – проектне значення ефективності утеплення,  $E_f$  – фактичне значення ефективності утеплення в теплопровідних включеннях,  $K_p$  – коефіцієнт площі неефективного утеплення до загального утеплення площі ( $86/600 = 0,143$ ).

$$1072 \times (1 - 0,045) = 1023,76 \quad R = 1,02376 / 0,15 = 6,825 \quad R_{min} = 1 / 0,15 = 6,67$$

Така конструкція відповідає вимогам утеплення пасивних будинків

Складніше із плитою перекриття. Конструкція стінового сендвіча немає жорсткості на стискання, котру нам необхідно мати в перекритті. Тому внутрішній напрям брусів внутрішнього шару доведеться укладати

перпендикулярно верхньому і нижньому. Це додасть безліч теплопровідних включень.

1 Необхідно збільшити висоту ребер внутрішнього шару до 100 мм, що зумовлено вимогами жорсткості.

2. Необхідно відмовитись від двох внутрішніх притискаючих шарів, котрі створюють горизонтальні містки холоду. Це ми можемо зробити в горизонтальній конструкції. При цьому необхідно збільшити щільність утеплювача, щоб запобігти його просіданню.

3. Необхідно додати ущільнення в місцях контакту балок перекриття між собою.

Проведемо розрахунок балки для визначення необхідності в додаткових ущільнювачах:



## ЕПЮРА ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ СЕНДВІЧА ПЕРЕКРИТТЯ

(Виражена в міліметрах товщини деревини)

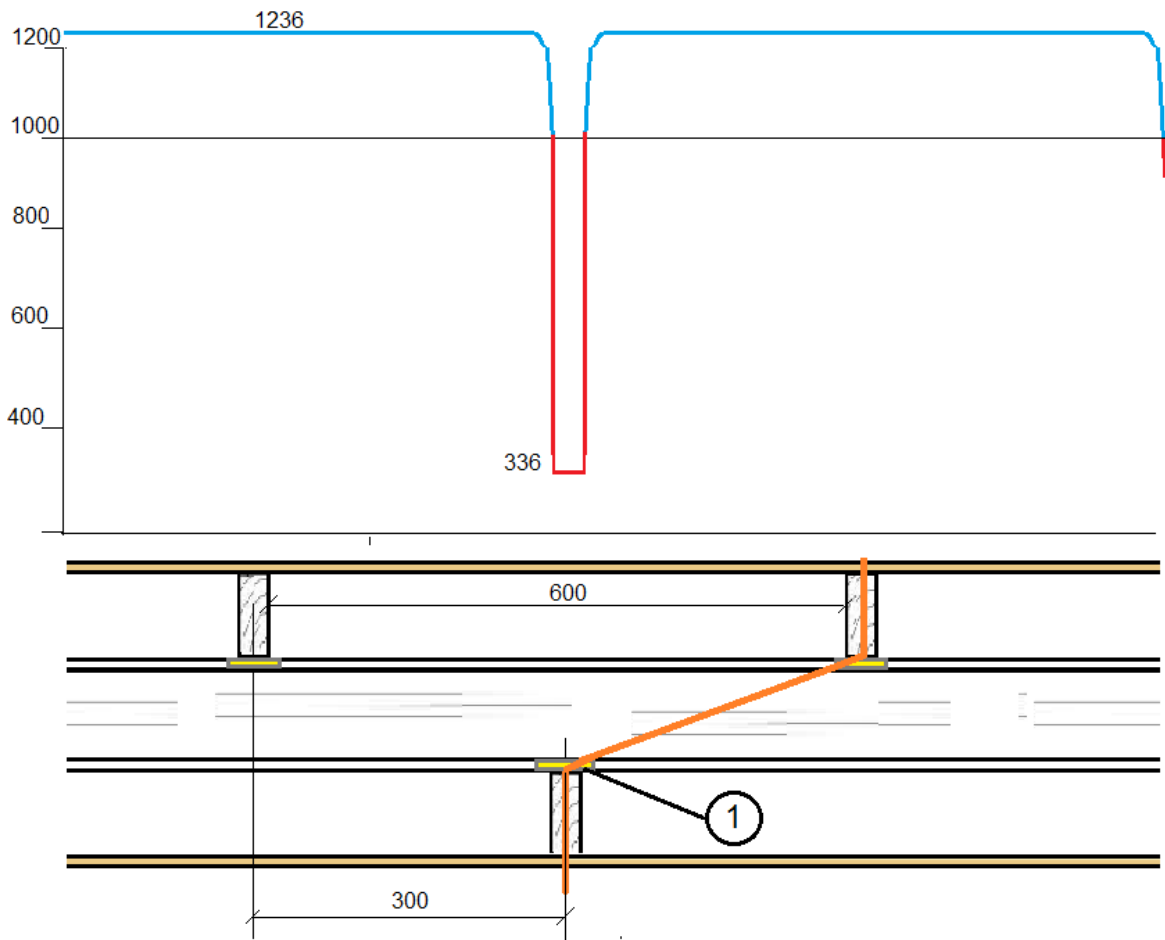


Рис 2.11 Ефективність утеплення потрійного сендвіча перекриття

В розрахунку епюри товщина ущільнювача прийнята за 0.

Перевіримо, чи відповідає ця конструкція нашим умовам:

Для початку вирахуємо площу тепловтрат включення. Площа контакту в вузлі 1 рівна  $0,05 \times 0,05 = 0,0025 \text{ м}^2$ . До контакту з нижньою підшивкою маємо зону контакту  $0,05 \times 0,4$  де 0,4-це довжина основи трикутника теплових втрат з врахуванням поздовжньої теплопровідності деревини. На поверхні внутрішньої стіни прямокутник тепловтрат рівний  $0,126 \times 0,476 = 0,059976 \text{ м}^2$

Таке включення одне на квадрат  $0,6 \times 0,6 \text{ м} = 0,36 \text{ м}^2$

$$K_3 = K_p \times (E_{pr} - E_f) / E_{pr} = 0,166 \times (1000 - 336) / 1000 = 0,110224$$

Де  $E_{pr}$  – проектне значення ефективності утеплення,  $E_f$  – фактичне значення ефективності утеплення в теплопровідних включеннях,  $K_p$  – коефіцієнт площі неефективного утеплення до загального утеплення площі ( $0,059976/0,36 = 0,1666$ ).

Тобто запас, необхідний для забезпечення проектного опору має бути  $1000 \times 0,110224 = 110,224$

$$1000 + 110,224 = 1110,224$$

Це менше ніж 1236, тому конструкція забезпечить проектне значення без додавання ущільнювачів в місцях перехресного контакту балок.

При використанні даної конструкції змінюються і основні вузли будівлі. Важливо звернути увагу на те, що торцеві частини плит перекриття, де найбільші містки холоду, тепер захищені під утепленням мінеральною ватою у 100 мм. Рейки кріплення не знаходяться в один ряд і найбільш теплопровідні включення від внутрішнього плінтуса проходять в найдалший кут. А довжина лінії теплопередачі по дереву з 250мм збільшилась до 550мм.

На відміну від першого варіанта з CLT панелей, в котрому рейки кріплення каркасу контактували з верхнім притискаючим шаром фанери і забезпечували пряму передачу до панелі, тут такий контакт відсутній.

Всі стики OSB панелей не просто прикручуються з одного боку, а затискаються в обійми рейок, кожна з якої надійно прикручується до основи. Це забезпечує герметизацію конструкції на чотирьох контурах плит (Рис.3.7.4)

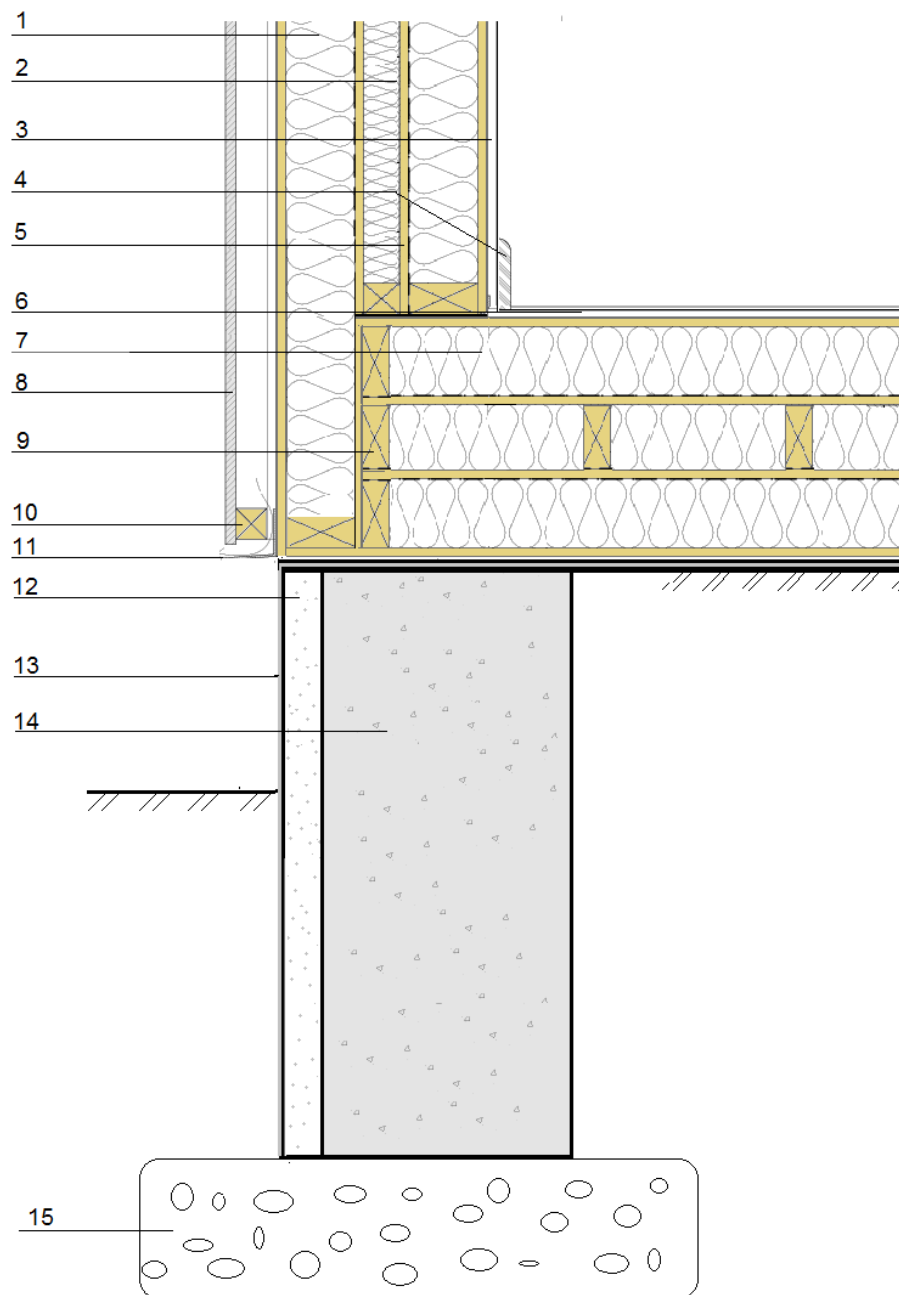


Рис. 2.12 Утеплення фундаменту і влаштування перекриття по ґрунту

1-жорстка мінераловатна плита 100мм, 2- жорстка мінераловатна плита 50мм, 3- внутрішня обшивка гіпсокартонними листами, 4- плінтус, 5- OSB перегородка, 6- паркетна дошка на підкладці, 7- жорстка горизонтальна мінераловатна плита 100 мм, 8- вентиляований фасад, 9- брус-рейка 50x100 потрійного сандвіча перекриття, 10- брус-рейка 50x50 вентиляованого фасаду, 11- водовідлив з оцинкованої сталі 0,5 мм, 12- техноплекс 50мм, 13-

гідроізоляція обклеювальна, 14- фундамент стрічковий 350x1000 бетон, 15- щебенева підготовка ущільнена.

Сендвіч перекриття над поверхом також не має прямого контакту торцевих частин з зовнішнім повітрям. Конструкція парапетів приховує верхню торцеву частину стіни, і торці сендвіча перекриття. Торці парапету накриті утеплювачем. Таким чином всі теплопровідні вclusions ізольовані.

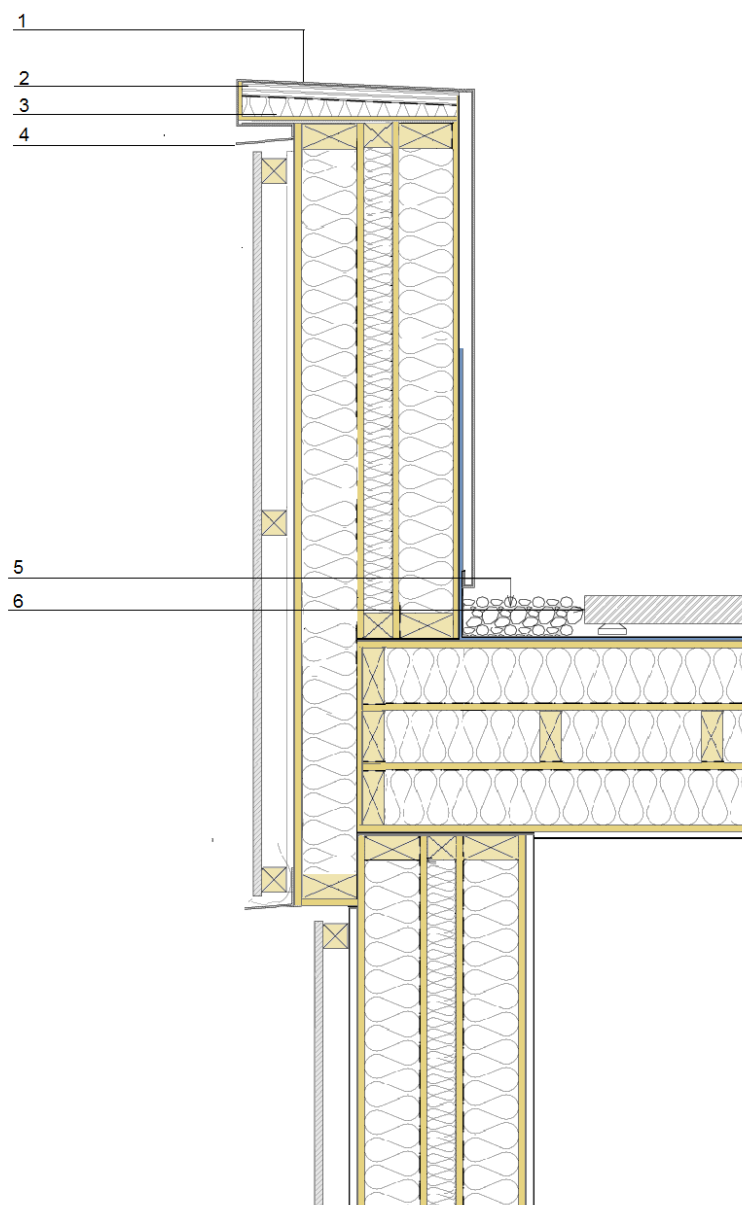


Рис. 2.13 Утеплення парапетів, влаштування перекриття і покрівлі

1-Накриття парапетів з оцинкованої пофарбованої сталі 0,5 мм, 2- жорстке накриття парапетів (фанера, OSB), 3- утеплювач мінераловатний

30мм, 4- відлив накриття парпетів з жести, 5- гравій баласт, 6 – технічні трапи з гумовими опорами для пересування дахом.

Найбільше втрат зазвичай дають віконні укоси. В даному випадку технологія залишається незмінною і використовуються дві додаткові рами укосів (зовнішня і внутрішня).

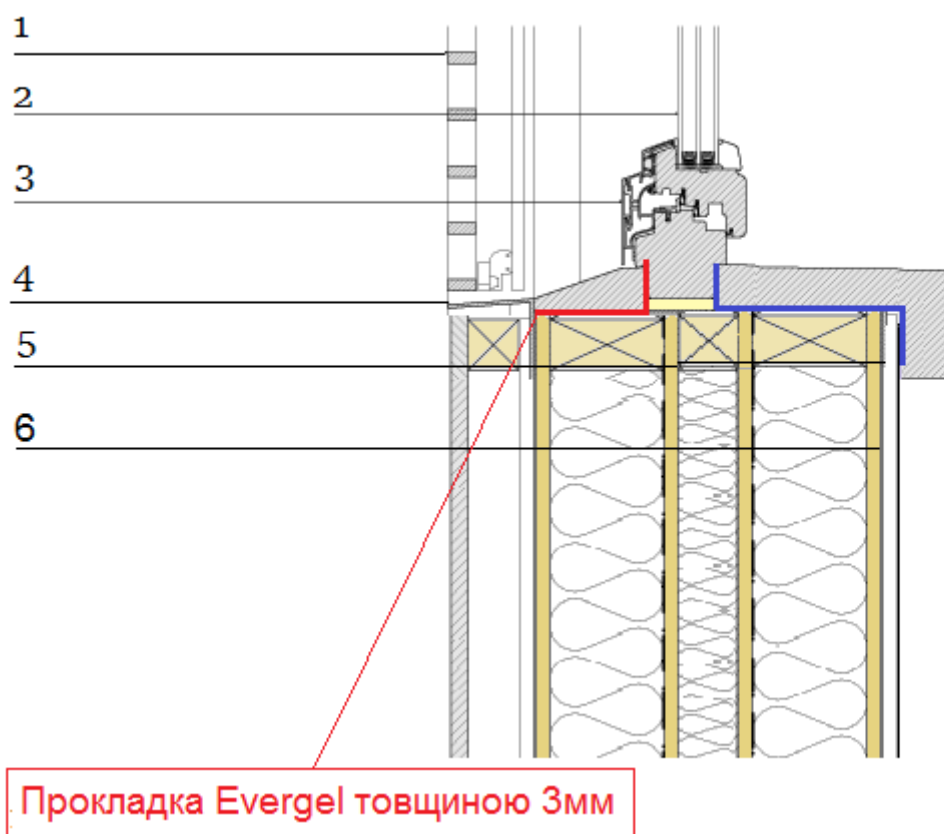


Рис. 2.14 Монтаж вікон-низ

1-Захистні ролети, 2- двокамерний склопакет з аргонним наповненням, 3- шестикамерний віконний профіль з трьома ущільнювачами, 4- відлив, 5- гіпсокартонна обшивка внутрішня, 6- паробар'єр між OSB і гіпсокартоном. Додатково під зовнішню раму вкладається ущільнююча прокладка з три міліметрового аерогелю.

Для внутрішньої рами використовувати полотно Мегафом 3 мм, котре являє собою поліетилен вспінений з наповненням інертним газом. В порівнянні з вартістю Evergel, котрий коштує 1000 грн/м<sup>2</sup>, вартість Мегафом всього 9 грн/м<sup>2</sup>. Тому оптимально буде використовувати їх в комплексі для

зовнішніх і внутрішніх рам. Хоча не виключене використання одного з ущільнювачів, відповідно з найменшою чи з найбільшою ефективністю утеплення.

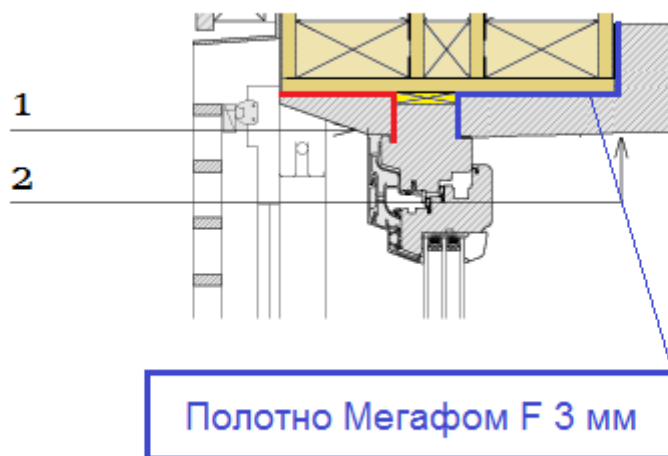


Рис. 2.15 Монтаж вікон-верх

1-Зовнішня ущільнююча відкосна рама, 2- внутрішня ущільнююча відкосна рама

Для ущільнення стиків панелей в місцях примикання стін до перекриттів і в місцях укладання перекриття на фундамент рекомендовано використовувати ущільнююче полотно Мегафом F3.

## 2.7 Розрахунок споживання та виробітку електроенергії

Для мінімізації використання електричної енергії в будинку запроваджені такі рішення:

1. Використання солярних підігрівачів води для організації теплового водопостачання, а в опалювальний сезон з підключенням до теплового біологічного генератора, котрий компенсує недостатність сонячного тепла в період найнижчої сонячної активності.
2. Використання біологічного теплового генератора в якості основного джерела обігріву будинку в опалювальному сезоні, котрий підігріває повітря після рекуператора.

3. Використання ефективної системи утеплення будинку з врахуванням всіх вузлів теплових втрат.
4. Зменшення технологічних втрат електроенергії досягається за рахунок використання в освітленні світильників з компактними енергозберігаючими та з люмінесцентними лампами, що мають меншу потужність при однаковій величині освітленості.
5. Системи автоматичного регулювання роботи силового електрообладнання, сприяють економічному завантаженню діючого обладнання, яке не використовується без виробничої потреби на холостому ходу, дають можливість використати режими ситуаційного керування обладнанням та підвищити основні техніко-економічні показники виробництва.

Для підрахунку необхідної потужності електричної системи, проведемо аудит оновленої системи забезпечення будинку, ввівши оновлені дані:

1. Потреби в опаленні відчутно зменшились після модернізації будівлі:

Будівля: Будинок		Цьорквій попит опалення: 40 кВт год/(м²·рік)										Градусо-години опалення:	
Клімат: UA - Вівніцьке												105,1	
Орієнтація площі вікна	Глобальна радіація (кардинальні точки)	Затінення	Бруд	Неперпендикулярна падаюча радіація	Частка скління	g-значення	Коефіцієнт ослаблення для сонячної радіації	Площа вікна	U-значення Вікна	Площа скління	Середня глобальна радіація	Втрати Передачі	Теплонадходження сонячної радіації
Північ	128	0,84	0,95	0,85	0,755	0,36	0,51	15,57	0,77	11,8	130	1263	373
Схід	234	0,94	0,95	0,85	0,617	0,36	0,47	6,65	0,91	4,1	275	634	308
Південь	422	0,96	0,95	0,85	0,523	0,36	0,41	3,60	1,07	1,9	414	405	218
Захід	234	0,76	0,95	0,85	0,801	0,36	0,49	18,21	0,73	14,6	275	1402	881
Горизонтальна	395	1,00	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	395	0	0
Повне або Середнє Значення для Всіх Вікон						0,36	0,49	44,03	0,80	32,3		3705	1780

№ Конст р.	Тип		Загальна товщина	U-значення
	Опис конструкції			
			м	Вт/(м²·К)
1	Зовнішня стіна		0,322	0,147
2	Підлога		0,366	0,130
3	Покрівля		0,328	0,129

Рис.2.16 Розрахунок потреб в опаленні

2. Потреби в освітленні залишились DF3- добре

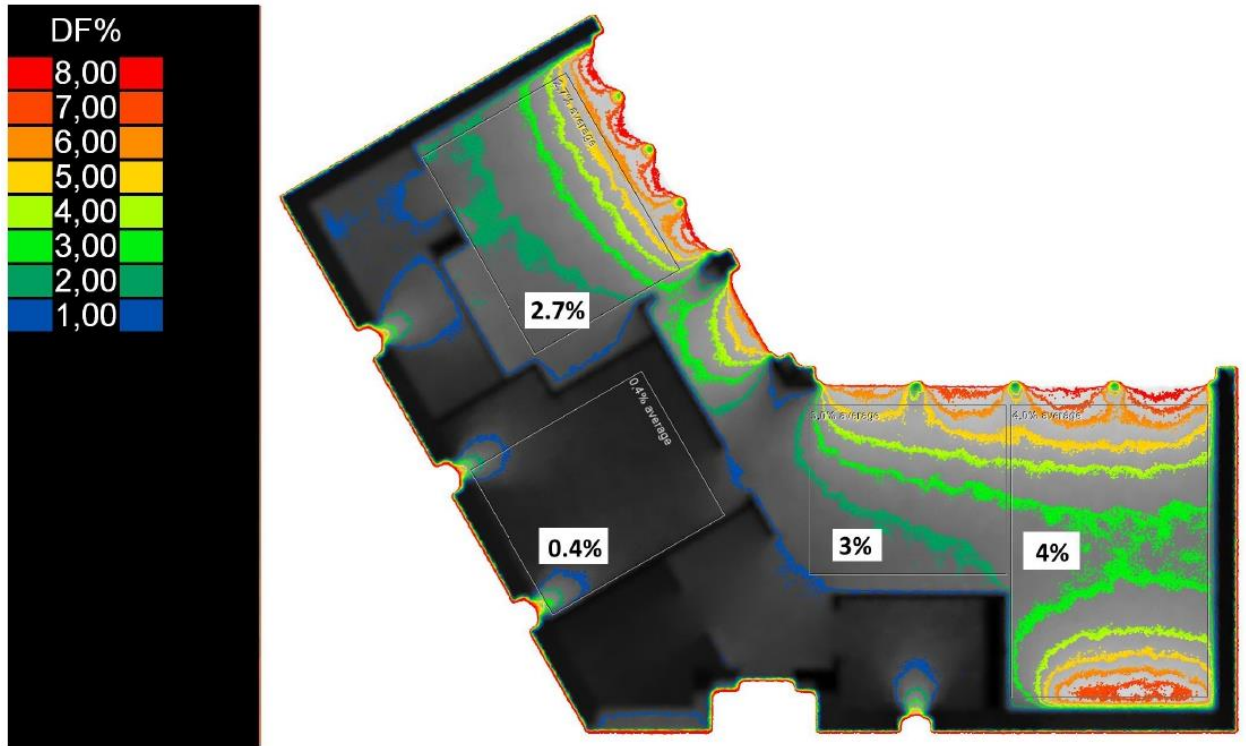


Рис. 2.17 Освітлюваність приміщень

### 3. Енергетичний баланс опалення виходячи з конструктивних рішень:



Рис. 2.18. Енергетичний баланс опалення



#### 4. Розподіл витрат електроенергії після підключення гумусного котла

Опалення	0	кВт*г
Охолодження.	0	кВт*г
ГВП	-273	кВт*г
Побутова	-3480	кВт*г
<b>Разом:</b>	<b>-3753</b>	<b>кВт*г</b>

Соціальні нормативи (норми) користування житлово-комунальними послугами:

додатково 30 кВт·г на місяць на кожного іншого члена сім'ї (домогосподарства) на житлове приміщення (будинок), але не більш як 230 кВт·г на місяць

110+90=200 кВт/год на місяць  
Індукційна електроплита - 3 кВт/год на добу - 90 кВт/год на місяць

200+90 = 290 кВт/год на місяць на сім'ю з 4-х осіб  
(3480 кВт/год на рік)

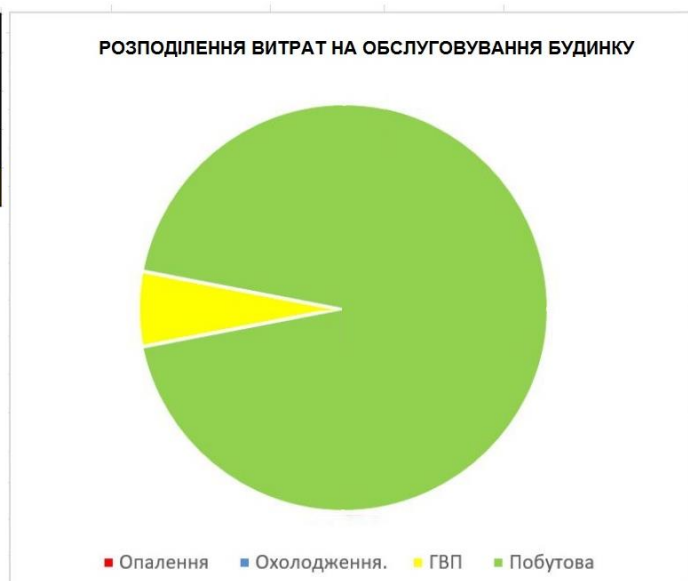
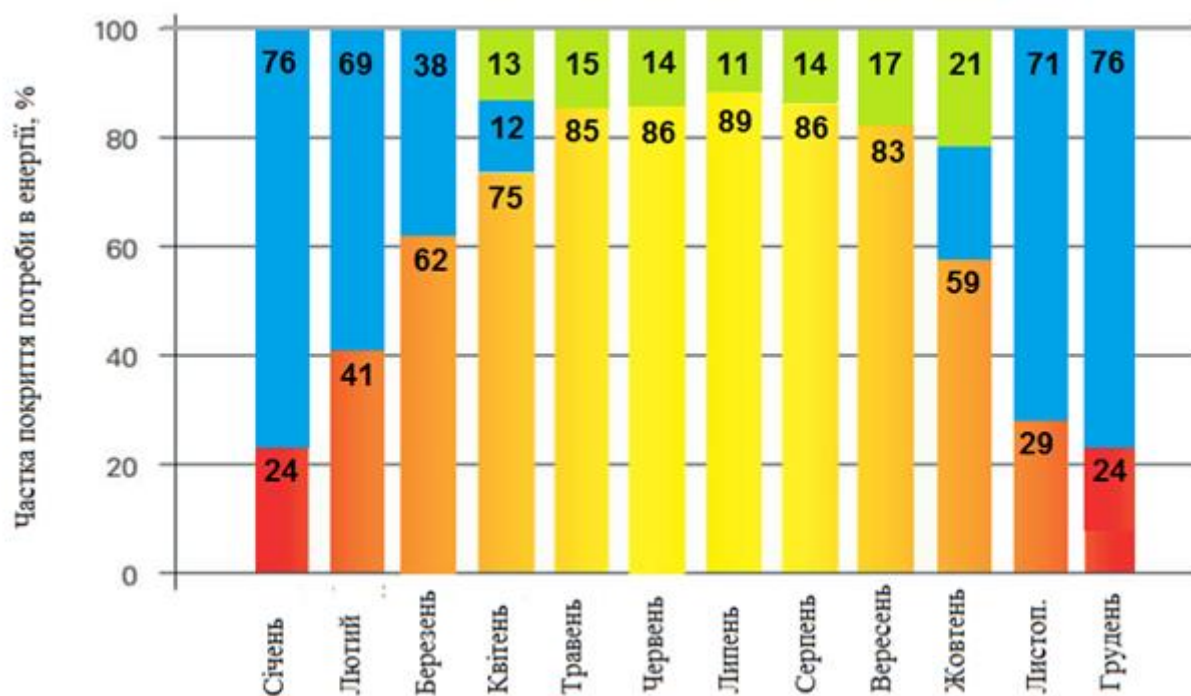


Рис. 2.18. Розподіл витрат електроенергії

#### 5. Розподіл надходжень для ГВП



- електроенергія сонця 1%=2,6 кВт/год 273 кВт/год на рік

- біологічна енергія гумусного котла 1%=2,6 кВт/год 941,2 кВт/год на рік

- тепла енергія сонця (геліосистема) 1%=2,6 кВт/год 1931,8 кВт/год на рік

100% - 260 кВт/год на місяць

Загальні витрати на ГВП - 3146 кВт/год

Рис. 2.19 Надходження для ГВП

## 6. Загальне енергоспоживання



Рис. 2.20 Структура енергоспоживання

7. Пропонується сонячна електростанція на 5кВт/год з річним виробництвом 5962.26 кВт/год. За помісячним розрахунком видно, що в 1,2,11 і 12 місяцях, виробництва електроенергії недостатньо для покриття щомісячної потреби на побутові цілі – 290 кВт/год.

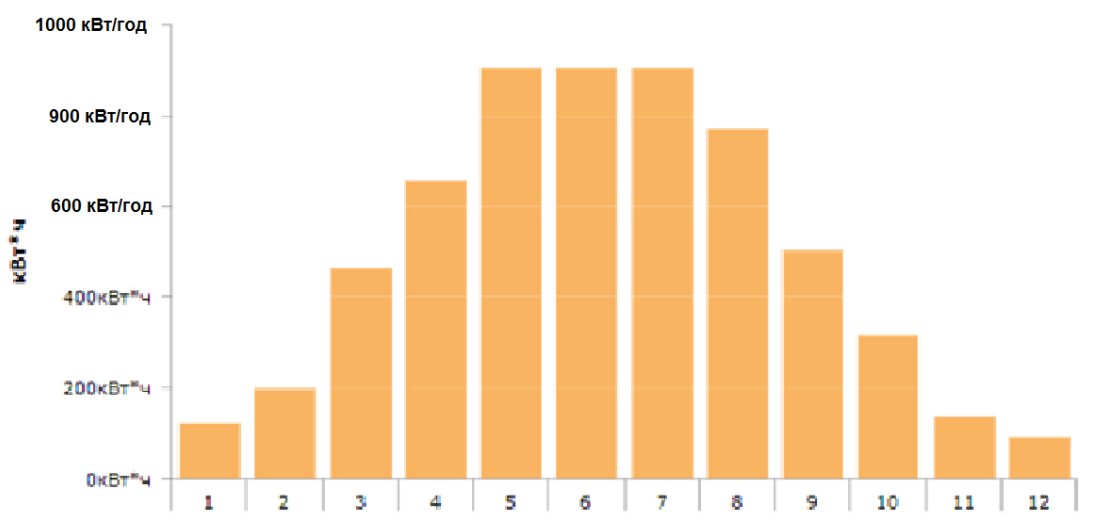


Рис. 2.21 Річний виробіток електроенергії електростанцією 5 кВт/год

Найменша електростанція, котра здатна перекрити таку потребу щомісячно, це станція на 17 кВт/год, котра виробляє 20271.68 кВт/год на рік (на 540% більше необхідного). Окрім того, така станція потребує 165.36 м<sup>2</sup> площі, що більше, ніж наш дах.

Пропонується підсилити станцію в 5 кВт/год, горизонтальним вітровим генератором потужністю 2 кВт/год.

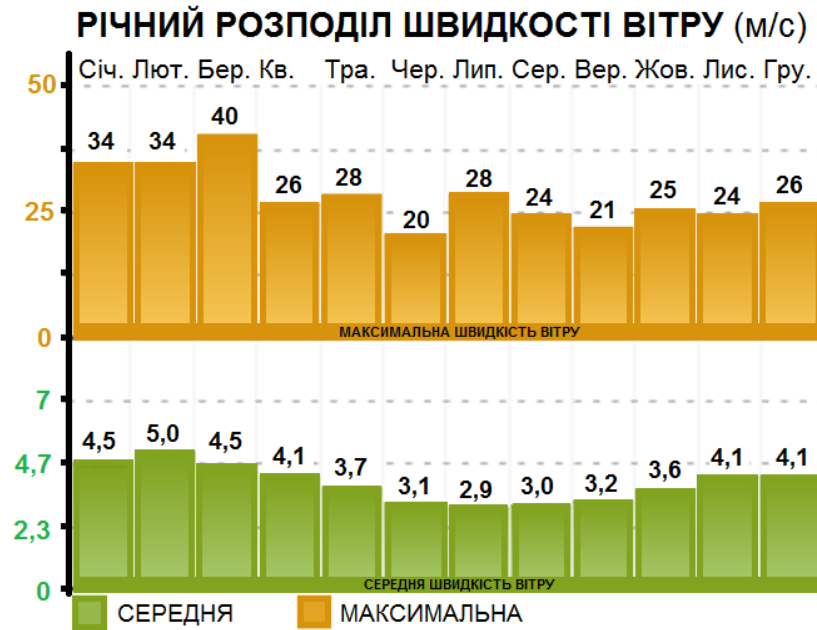


Рис. 2.22 Розподіл швидкостей вітру

В найтемнішу пору року середня швидкість вітру найвища, тому виробництва електроенергії в зимовий період вистачить.

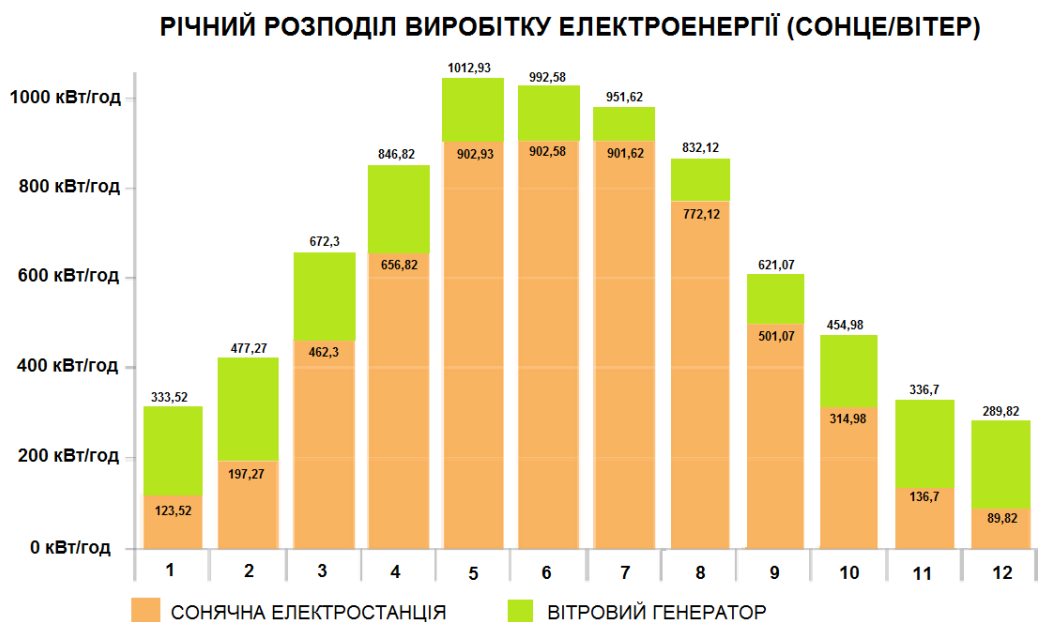


Рис. 2.23 Виробіток енергії суміщеною енергосистемою - сонце/вітер

Енергетичний баланс будівлі складатиме 5217,28 кВт/год на рік:

Місяць	Споживання - Генерація							Баланс кВт*ч:
	Опалення (кВт*г)	Охолодження (кВт*г)	ГВП (кВт*г)	Побутова (кВт*г)	Геліо (кВт*г)	Біо гумус (кВт*г)	PV + вітров. (кВт*г)	
Січень	-800	0	-260	-290	62,4	997,6	333,52	+43,52
Лютий	-800	0	-260	-290	106,6	979,4	477,27	+231,47
Березень	-800	0	-260	-290	161,2	898,8	672,3	+382,3
Квітень	-398	0	-260	-290	195	429,2	846,82	+883,02
Травень	0	0	-260	-290	221	0	1012,93	+683,93
Червень	0	0	-260	-290	223,6	0	992,58	+666,18
Липень	0	0	-260	-290	231,4	0	951,62	+633,02
Серпень	0	0	-260	-290	223,6	0	832,12	+505,72
Вересень	0	0	-260	-290	215,8	0	621,07	+286,87
Жовтень	-400	0	-260	-290	153,4	452	454,98	+110,38
Листопад	-800	0	-260	-290	75,4	984,6	336,7	+46,7
Грудень	-800	0	-260	-290	62,4	997,6	289,82	-0,18
<b>Загалом (кВт*г):</b>	<b>-4798</b>	<b>0</b>	<b>-3120</b>	<b>-3480</b>	<b>1931,8</b>	<b>6861,75</b>	<b>7821,73</b>	<b>Баланс кВт*ч: 5217,28</b>

Рис. 2.24 Енергетичний баланс будівлі

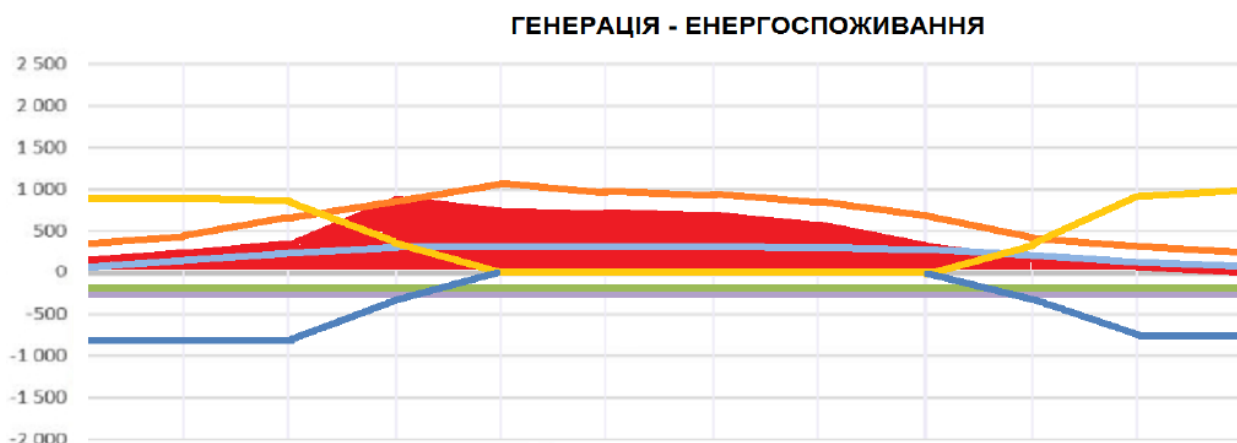


Рис. 2.25 Графік генерація-споживання

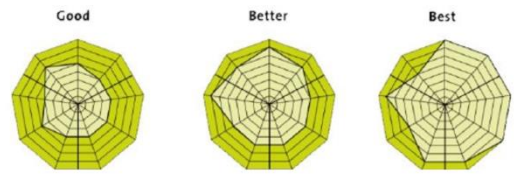
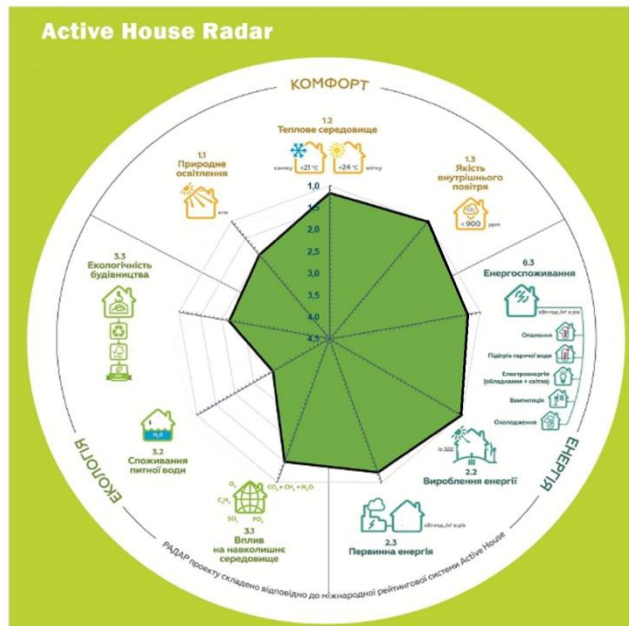
Таким чином, мінімальний виробіток електроенергії комбінованою електростанцією буде 290 кВт/год на місяць. За умови використання енергоефективної електричної плити, котра споживає до 90 кВт/год на місяць, нормативна потреба будинку розраховується без врахування плити:

110 кВт/год – господарство з 1 чоловіком плюс по 30 кВт/год на решту членів сім'ї:  $110+90=200$  З електроплитою 290кВт/год

цього цілком достатньо для забезпечення будинку електроенергією.

## В результаті: маємо будинок з оцінкою «Best»

### по Active House Radar



#### Рекомендації по покращенню.

- 1) Збільшити освітленість спальні на півдні.
- 2) Зменшити споживання питної води за рахунок збору дощової води для побутових потреб і використання водоощадної арматури.

Рис.2.26 Active House Radar

### Висновок:

Використання відновлюваних джерел енергії має свої переваги, але й ряд недоліків. Одним з основних недоліків є нерівномірність її надходження. Ми можемо виділити два основних напрямки заходів, котрі дають змогу ефективно використовувати відновлювані джерела енергії:

1. Акумуляція - використання акумуляторів, накопичення ресурсів для використання їх в опалювальний первод
2. Суміщене використання – застосування двох, або більше джерел енергії для забезпечення одного виду потреб.

Такі заходи дозволяють значно підвищити ефективність використання енергії і комфортність умов проживання в енергоефективній будівлі.

Для досягнення опору теплопередачі рівня пасивного будинку необхідно використовувати значний шар утеплювача, що несе за собою необхідність у використанні утеплювачів з вищою щільністю і збільшенні потужності теплових включень. Чим товстіший шар утеплювача, тим менша його ефективність.

## РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Аналіз загальної ситуації в сфері енергоефективного будівництва

В Україні робляться перші спроби по освоєнню технології "пасивного будинку". Перший пасивний будинок у нашій країні було побудовано в 2008 році. На сьогодні вже існує декілька будинків такого типу, зокрема в Києві, Чернігові, Василькові (Київська область). Основними перешкодами на шляху поширення цієї технології на території нашої держави є: по-перше, великі першопочаткові витрати, а по-друге, низький рівень інформованості серед спеціалістів будівельної галузі та населення країни щодо цієї концепції. Тобто на сьогодні основним завданням є поширення концепції "пасивного будинку", проведення заходів інформаційного та навчального характеру. У 2013 році відбулося підписання Договору про співробітництво між Європейським Економічним Сенатом (ЄЕС) і Конфедерацією будівельників України, метою якого є залучення іноземних інвестицій у країну й впровадження європейських стандартів ведення бізнесу в будівельній сфері України. У рамках договору про співробітництво Конфедерація ставить перед собою на меті обмін досвідом з Європою в питаннях законодавства й податків. На думка експертів, договір дозволить українським компаніям розширити свої можливості роботи на європейських будівельних ринках (загальний обсяг будівельного сектора становить 550 млрд дол.)[15]. Також меморандум відкриває доступ українським будівельним компаніям до європейських фінансових ринків. Планується, що Європейський Економічний Сенат буде консультувати й знайомити українських будівельників з особливостями європейського ринку житла, а також впроваджувати комплексний підхід до економічного й енергозберігаючого будівництва, в тому числі із застосуванням технології "пасивного будинку" [15]. Іншою проблемою є низька фінансова спроможність населення України для модернізації свого житла або побудови енергоефективних будинків і неготовність віддавати на це власні фінансові ресурси. Так, наприклад,

опитування населення показало, що у підвищення енергоефективності свого житла не готові інвестувати лише 7% респондентів, проте з тих, хто готовий це зробити, 52% сподіваються на фінансування держави, 23% респондентів схильні вкласти свої кошти за рахунок інвестиційної складової у тарифах, 18% — шляхом отримання пільгових кредитів. Крім наведених перешкод до розвитку енергоефективного та пасивного будівництва в Україні, можемо відзначити, ще таку, як відсутність цілеспрямованої державної політики в цьому питанні. Треба зазначити, що в Україні розроблено низку законодавчих актів, які регулюють питання енергоефективності будинків. Так, Закон України "Про енергозбереження" 1994 року визначив стратегію технічного розвитку цього сектору, а також основні принципи державної політики у сфері енергозбереження. У вересні 2010 року Україна приєдналася до Договору енергетичного співтовариства та взяла на себе зобов'язання впровадити відповідні директиви ЄС, включаючи і зазначену вище Директиву. У липні 2016 року схвалено проект Закону України "Про енергетичну ефективність будівель", розроблений Держенергоефективністю спільно з Мінрегіоном. Цей Закон визначає правові та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на створення умов для зменшення споживання енергетичних ресурсів у будівлях, а також механізми залучення коштів на впровадження енергоефективних заходів та інструменти гарантування фінансування таких заходів. Також проект Закону передбачає запровадження сертифікації енергетичної ефективності будівель. У сертифікатах планується зазначити дані про енергоспоживання будівлі та рекомендації щодо підвищення рівня енергоефективності в ній. Відповідно будуть створені і відкриті бази даних, а саме: сертифікатів та виконавців сертифікації енергетичної ефективності будівель, звітів про результати обстеження систем опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування будівель. У ст.12 наведеного вище проекту зазначається, що з метою надання державної підтримки заходів із забезпечення енергетичної ефективності будівель планується утворення

Фонду енергоефективності, засновником якого виступає Кабінет Міністрів України. Метою діяльності Фонду енергоефективності є фінансування заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергоефективності за рахунок: коштів державного бюджету; коштів міжнародних фінансових організацій, донорів; благодійних внесків юридичних і фізичних осіб; інших надходжень, не заборонених законодавством. У проекті визначено, що Фонд енергоефективності відповідно до основних завдань: відшкодовує частину відсотків за кредитами, залучених фізичними особами, об'єднаннями співвласників багатоквартирних будинків, виконавцями енергосервісу, на здійснення заходів з підвищення рівня енергоефективності житлових будинків, будівель бюджетних установ та організацій; надає технічну підтримку та проведення енергетичного аудиту проектам, спрямованим на підвищення рівня енергоефективності житлових будинків, будівель бюджетних установ і організацій та об'єктів у сфері теплопостачання тощо [15]. Отже, певні кроки у формуванні законодавчої бази в сфері енергоефективного будівництва здійснюються, але існує необхідність прискорити процес прийняття закону та розробити практичні та дієві механізми для його впровадження.

До ефективного впровадження пасивних будинків нашій країні, на жаль, ще далеко. Як вже відзначалось раніше, приведення будинку до європейських стандартів пасивних будинків надто дорого і не рентабельно, оскільки кліматичні умови в нашій країні відрізняються від європейських.

І поки державні механізми заохочення почнуть працювати, на мою думку, необхідно вести пошук інженерно-технічних шляхів для здешевлення таких модернізацій і підвищення рентабельності пасивних будинків в Україні.

Сонячні системи, котрі все ж нездатні доповнити повністю об'єм тепла, котрого не вистачає для круглорічного циклу, також задоволення недешево і нерентабельно, в силу погодних особливостей країни. Тому залишається лише опалення біомасою, котре вважається відновлюваним джерелом енергії.



Тут варто було б зупинитися на біопаливі, котрим опалюється будівля традиційним горінням але, окрім небезпечності опалювального обладнання такого типу, варто звернути увагу на те, що установка для вироблення біогазу недешева, а для малих домашніх господарств при малому об'ємі вироблення газу її використання нерентабельне.

Основою проблеми впровадження пасивного будинку, тобто будинку, котрий повністю забезпечує власні потреби в енергії, як електричній так і тепловій є саме невелика недостача тепла для обігріву. Вклавши значні капіталовкладення в побудову пасивного будинку замовник очікує окупності таких вкладень за рахунок економії енергії і енергоносіїв. Але, при цьому, єдиним джерелом тепла, котре контролювано може доповнити недостачу є електричний обігрів, котрий доводиться закуповувати ззовні. Сама по собі електроенергія для обігріву будівлі є одним з найдорожчих варіантів, що зводить до мінімуму економію коштів.

Що ж стосується твердопаливних і газових котлів, то їх мінімальна потужність значно перевищує ті потреби, які потребує пасивний (точніше буде сказати енергозберігаючий будинок). Таким чином, витративши значні кошти на утеплення будинку, користувач змушений вкидати в піч більше дров вже не для того, щоб обігріти будинок, а для того, щоб піч не затухала, а для того, щоб не було надто жарко, доводиться відчиняти вікна.

Стосовно газових котлів, то їх робота на малій потужності є найнебезпечнішим режимом.

Отже варіантів для забезпечення малих потреб енергозберігаючих будинків залишається три:

1. Забезпечення потреб опалення за рахунок сонячної енергії.
2. Забезпечення потреб опалення за рахунок комплексного використання електричної і геотермальної енергії
3. Забезпечення потреб опалення за рахунок біотепла

Стосовно вироблення власної сонячної енергії для вироблення тепла вже зрозуміло, що для наших коротких і похмурих зимових днів необхідно

встановлювати величезну кількість сонячних панелей, котрі займуть великі площі і коштуватимуть надто дорого, щоб окупитися в період, визначений для експлуатації.

Комплексне використання сонячної і геотермальної енергії вирішує проблему з кількістю сонячних панелей але, при цьому, сама система геотермального опалення коштує не менше, ніж вивільнені сонячні панелі. Таким чином другий спосіб нічим не кращий за перший.

Біотепло здається більш рентабельним, оскільки вартість будівництва чи реконструкції будинку не така велика і має короткий термін окупності. В нашому випадку низька потужність такого типу джерела тепла перетворюється з недоліку в перевагу. Окрім того, використання опалого листя з дерев, відходів домашнього господарства та ін.. Робить біотепло ще дешевшим і несе з собою часткове вирішення проблем з утилізацією побутових органічних відходів.

### 3.2 Переваги впровадження проекту

Впровадження технології багатошарового сендвіча в малоповерховому будівництві надає значні економічні переваги, оскільки основною статтею витрат при будівництві пасивного будинку є утеплювач.

Маючи жорсткий каркас, ми можемо використовувати утеплювач меншої щільності, що прямо впливає на вартість будівництва. Мінеральна вата щільністю 60 кг/м<sup>3</sup>, котру використовують для каркасних стін, коштує 1360 грн/ м<sup>3</sup>, а 135 кг/м<sup>3</sup> коштує 2800 грн/ м<sup>3</sup>

Окрім цього, її теплопровідність менша, тому і витрата менша на 12,5%.

Технологія зсуву містків холоду зменшує втрати ефективності утеплення на 80%, що зменшує потребу в товщині утеплювача ще на 4%.

Отже економія в об'ємі – 16,5%, а економія в ціні – 51,4%

На будівництво будинку використано 128м<sup>3</sup> мінеральної вати з прямою економією  $1200 \times 128 \times 1,165 \times 0,514 = 91977,216$  грн. (826 грн. на 1 м<sup>2</sup> житла)

Економічний ефект від якості утеплення виходить в зменшення витрат на опалення з 149,3 кВт/год\*м<sup>2</sup> до 43,3 кВт/год\*м<sup>2</sup>, а використання гумусного котла приводить ці витрати до нуля, що робить строки окупності будівництва максимально короткими.

Саме обладнання окупиться за 2,9 роки, а вся вартість будівництва пасивного будинку (2 млн. 087 тис. грн.) окупиться за 100 років в пасивному режимі.

В разі, якщо будинок буде використовуватись в активному режимі, тобто реалізовувати надлишок енергії в 5217 кВт/год\*рік за зеленим тарифом, то простий період окупності всього будинку становитиме:

$$2116000/(12360 \times 1,68 + 5217 \times 5,6) = 42,3 \text{ роки.}$$

Вартість одного квадратного метра житлової площі становить – 18954 грн. Враховуючи те, що це повна вартість будівництва (без малярних робіт всередині будівлі), то така площа стає конкурентоздатною на ринку житла. Вартість 1 м<sup>2</sup> в середньому по країні - 13 231 грн. і це не лише без малярних, ай без підлог, перестінків, внутрішніх мереж і обладнання.

Такі економічні показники відкривають великі перспективи реалізації проекту і залучення інвестицій і кредитів на будівництво.

Порівняльний аналіз використання опалювальних пристроїв в проекті наведено в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 - Порівняльний економічний аналіз використання опалювальних пристроїв в проєкті "Бумеранг"

Місяць	Затрати на опалення, ГВП і охолодження (ЕЕ-1,68 грн/кВт, газ - 10 грн/м3)											
	Затрати на опалення, кВт*год	Затрати на ГВП, кВт*год	Охолодження (кВт*год)	Загальні затрати з врахуванням ККД систем, (кВт*год)	Затрати на електроопалення + кондиціонування, грн	ТН Китай (теплохолод) + газовий котел (грн.)	ТН повітря-вода (китай) + бойлер-холод грн.	ТН повітря-вода (Швеція) грн.	ТН ґрунт-вода (Швеція) грн.	Газовий котел (грн) + кондиціонування	ТН Ґрунт-Вода (Україна)	Тепловий біологічний генератор геліосист
Січень	1 863	260	0	2 189	2758	2289	1392	1338	696	3185	946	0
Лютий	1 546	260	0	1 862	2346	1951	1192	1138	888	2709	596	0
Березень	1 197	260	0	1 502	1893	973	973	634	540	2186	486	0
Квітень	520	260	0	804	1013	382	382	327	257	1170	273	34
Травень	56	260	2	329	415	192	192	90	111	497	128	39
Червень	2	260	5	275	349	165	165	76	95	422	112	37
Липень	0	260	73	344	464	140	140	104	94	553	140	29
Серпень	0	260	11	279	357	114	114	77	94	368	114	37
Вересень	46	260	1	316	398	129	129	357	110	475	124	44
Жовтень	547	260	0	832	1048	339	339	393	247	1210	281	55
Листопад	1 244	260	0	1 551	1954	686	686	791	442	2256	501	0
Грудень	1 755	260	0	2 077	2617	2173	1324	1308	662	3022	662	0
<b>Загалом</b>	<b>8 775</b>	<b>3 121</b>	<b>94</b>	<b>12 360</b>	<b>15612,47</b>	<b>9 532</b>	<b>7027,99</b>	<b>6632,85</b>	<b>4236,48</b>	<b>18053,63</b>	<b>4364,728</b>	<b>275</b>
Орієнтовна різниця вартості обладнання і підключення (грн.) відносно електротопла Опалення+ГВП+Охолодження												
Гарантія на обладнання (років)				1	1	1	1+	5	5	1	1+	1
Простий строк окупності				-	-	28,37	14	41	41	23,10	0,9	2,9
Дисконтований строк окупності (DPP)												
Вартість обладнання + затрати за 15 років (\$)				25 253	25 253	Більше 20 років	18	Більше 20 років	Більше 20 років	25 210	Більше 20 років	4
Вартість обладнання + затрати за 25 років (\$)				41 179	41 179	Більше 20 років	20 877	22 457	32 442	43 626	24 955	5000

### 3.3 Розрахунок вартості будівництва

Розрахунок вартості у програмному комплексі АВК 5 наведено у

Додатках:

Додаток Б – Зведений кошторисний розрахунок.

Додаток В – Локальний кошторис

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1 Отримання дозволу на виконання будівельно-монтажних робіт

Дозвіл на виконання будівельних робіт - це документ, що засвідчує право замовника та підрядника на виконання підготовчих (якщо підготовчі роботи не були виконані раніше відповідно до дозволу на виконання підготовчих робіт) і будівельних робіт, підключення об'єкта будівництва до інженерних мереж та споруд.

Згідно з чинним в Україні законодавством та введеним в дію новим положенням "Про порядок на виконання будівельних робіт" дозвіл на будівельні роботи необхідно отримувати при виконанні робіт по новому будівництву, а також розширення, реконструкції, реставрації, технічного переоснащення та капітального ремонту будівель та споруд. Під розширенням розуміється будівництво додаткових приміщень, будівель і споруд, що зводяться в рамках єдиного будівельного комплексу. Під реконструкцією – будівельні роботи, пов'язані зі зміною призначення об'єкта в межах існуючих будівельних габаритів (складовою частиною реконструкції може бути капітальний ремонт об'єкта). Під реставрацією – повне або часткове відновлення об'єкта, в т. ч. пам'ятника архітектури (капітальний ремонт може бути складовою частиною реставрації).

Виконання будівельних робіт без дозволу, а також робіт не зазначених у дозволі на будівництво, в т. ч. після закінчення терміну дозволу (без перереєстрації) вважається самовільне і тягне за собою відповідальність згідно з законодавством України.

Дозвіл на будівництво видається органами державного архітектурно-будівельного контролю України. Такий дозвіл є юридичним документом, що засвідчує право замовника (забудовника) і генпідрядника на виконання будівельних робіт, а також їх фінансування, підключення об'єкта до інженерних мереж, видачу ордерів на земляні роботи. Дозволи можуть видаватися на виконання всього комплексу робіт або на окремі види будівельних робіт (підготовчі роботи, земляні роботи, нульовий цикл,

прокладка комунікацій і т. п.), а також на будівництво в цілому (комплекс будівель і споруд) або окремі об'єкти, будівлі і споруди.

Дозвіл на виконання контролю будівельних робіт надається інспекціями державного архітектурно-будівельного контролю.

Для одержання дозволу на виконання будівельних робіт замовник та підрядник мають подати до відповідної інспекції державного архітектурно-будівельного контролю письмову заяву, до якої додаються:

Документи від замовника будівництва:

1. документ, що засвідчує право власності чи користування земельною ділянкою, або договір;

2. проектна документація на будівництво, погоджена та затверджена в порядку, визначеному законодавством;

3. відомості про здійснення авторського і технічного нагляду;

4. копія документа, що посвідчує право власності на будинок чи споруду, або письмової згоди його власника на проведення зазначених робіт (у разі здійснення реконструкції, реставрації, капітального ремонту об'єктів містобудування);

5. фінансова звітність, що складається відповідно до статті 11 Закону України «Про Бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні», та копія ліцензії на здійснення діяльності з надання фінансових послуг, засвідчена в установленому законом порядку (у разі здійснення будівництва, що передбачає пряме або опосередковане залучення фінансових активів від фізичних осіб);

Документи від підрядника будівництва:

1. копії установчих документів та свідоцтва про державну реєстрацію;

2. копія ліцензії на виконання функцій генпідрядника будівництва об'єкта, засвідчена в установленому законом порядку;

3. договір (контракт) підряду на будівництво об'єкта;

4. документ про призначення відповідальних виконавців робіт;

5.відомості про кваліфікацію та досвід спеціалістів, які братимуть участь у виконанні замовлення;

6.пропозиції щодо залучення субпідрядників.

Розгляд заяви, прийняття рішення про надання дозволу на виконання будівельних робіт або про відмову у його наданні, видача та реєстрація дозволу на виконання будівельних робіт (або відмови в його наданні) здійснюються інспекціями державного архітектурно-будівельного контролю протягом місяця з дня реєстрації заяви.

Підставами для відмови у наданні дозволу на виконання будівельних робіт можуть бути:

- неподання документів, необхідних для прийняття рішення про надання такого дозволу;
- невідповідність поданих документів вимогам законодавства;
- виявлення недостовірних відомостей у поданих документах.

Надання дозволу на виконання будівельних робіт здійснюється на безоплатній основі.

Дозвіл на виконання будівельних робіт надається на нормативний строк будівництва об'єкта або на строк дії договору (контракту) підряду на будівництво об'єкта. Дія дозволу може бути продовжена за зверненням замовника на строк не більше одного року.

Дозвіл на виконання будівельних робіт може бути скасовано (анульовано) за рішенням інспекції державного архітектурно-будівельного контролю у разі:

- подання замовником заяви про скасування (анулювання) дозволу на виконання будівельних робіт;
- видачі та перереєстрації дозволу на виконання будівельних робіт з порушенням вимог законодавства;
- наявності відомостей про припинення юридичної особи або підприємницької діяльності фізичною особою – підприємцем (замовником, ген-проектувальником, генпідрядником);



- систематичного порушення законодавства у сфері будівництва та архітектури під час проведення будівельних робіт;
- перешкоджання проведенню перевірок посадовими особами інспекцій державного архітектурно-будівельного контролю;
- якщо протягом трьох місяців з дня видачі дозволу на виконання будівельних робіт не розпочато будівельні роботи

У разі якщо право на будівництво об'єкта містобудування передано іншому замовнику або змінено будівельну організацію (генпідрядника), дозвіл на виконання будівельних робіт підлягає перереєстрації.

Перереєстрація дозволу на виконання будівельних робіт здійснюється у порядку отримання дозволу на виконання будівельних робіт.

Здійснення будівельних робіт на об'єктах містобудування без дозволу на виконання будівельних робіт або його перереєстрації, а також здійснення не зазначених у дозволі будівельних робіт вважається самовільним будівництвом і тягне за собою відповідальність у вигляді адміністративного штрафу.

#### 4.2 Розрахунок тимчасових будівель і споруд

Тимчасові будівлі і споруди на будівельному майданчику розрізняють трьох основних груп: 1 – адміністративні, 2 – господарсько-побутові і 3 – складські. Вони необхідні для задоволення як потреб робітників, так і для раціональної організації будівництва об'єкта в цілому. Площі будівель і споруд розраховуються згідно з встановленими вихідними даними виробничих потреб.

Адміністративні та господарсько-побутові будівлі розраховуються і проектується в залежності від загальної чисельності працюючих на будівельному об'єкті [22].

Визначаємо загальну кількість робітників працюючих на об'єкті за формулою:

$$N_{\text{заг}} = 0,89 (N_p + N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{сел}}), \quad (4.4)$$

де 0,89 – коефіцієнт нерівномірності виходів на роботу через можливі хвороби, відрадження, відпустки тощо:

$N_{\max}$  – максимальна кількість робітників за графіком руху робочих кадрів, ( $N_{\max} = 48$  чол.);

$N_{\text{ітр}}$  – кількість інженерно-технічних працівників, яка приймається в кількості 8% від  $N_{\max}$ , ( $N_{\text{ітр}} = 4$  чол.);

$N_{\text{моп}}$  – кількість молодшого обслуговуючого персоналу, яка приймається у кількості 2,5 % від  $N_{\max}$ , ( $N_{\text{моп}} = 1$  чол.);

$N_{\text{сл}}$  – кількість службовців, яка приймається у розмірі 5% від  $N_{\max}$  ( $N_{\text{сл}} = 2$  чол.).

$$N_{\text{ЗАГ}} = 0,89 \cdot (48 + 4 + 1 + 2) = 49 \text{ чол.}$$

За отриманими даними розраховуємо площі тимчасових будівель і споруд.

Контора будівельної ділянки (виконробська з диспетчерською) розраховуються, виходячи із кількості інженерно-технічних працівників та молодшого обслуговуючого персоналу з розрахунку 5 м<sup>2</sup> площі на одного працівника.

$$S_1 = 5 \cdot \Sigma(N_{\text{ітр}} + N_{\text{моп}}) \quad (4.5)$$

$$S_1 = 5 \cdot (4 + 1) = 25 \text{ м}^2$$

Площу гардеробну з умивальниками розраховуємо, виходячи з максимальної кількості робітників, з розрахунку 0,7 м<sup>2</sup> на одного працюючого.

$$S_2 = N_{\max} \cdot 0,7 \quad (4.6)$$

$$S_2 = 48 \cdot 0,7 = 33,6 \text{ м}^2$$

Площа душових приміщень визначається з розрахунку 0,54 м<sup>2</sup> на одного працюючого від суми максимальної кількості робочих (за графіком руху робочих кадрів) та кількості службовців.

$$S_3 = 0,54 \cdot (N_p + N_{\text{сл}}) \quad (4.7)$$

$$S_3 = 0,54 \cdot (48 + 2) = 27 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для прийому їжі розраховуються із розрахунку 1 м<sup>2</sup> на одного працюючого для загальної кількості працюючих на об'єкті

$$S_4 = 1 \cdot N_{\text{заг}}, \quad (4.8)$$

$$S_4 = 1 \cdot 49 = 49 \text{ м}^2$$

Площа приміщень для сушіння одягу приймаються з розрахунку 0,2 м<sup>2</sup> на одного працівника від загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті

$$S_5 = 0,2 \cdot N_{\text{заг}} \quad (4.9)$$

$$S_5 = 0,2 \cdot 49 = 9,8 \text{ м}^2$$

Туалети приймаємо з розрахунку 0,1 м<sup>2</sup> на одного працівника від загальної кількості робітників, що працюють на об'єкті, але не менше 2-х відділень окремо для кожної статі і не менше 2,16 м<sup>2</sup> площі.

$$S_6 = 0,1 \cdot N_{\text{заг}} \quad (4.10)$$

$$S_6 = 0,1 \cdot 49 = 4,9 \text{ м}^2 > 2,16 \text{ м}^2,$$

Площа приміщень для відпочинку та обігріву робітників приймається з розрахунку 0,1 м<sup>2</sup> на одного працівника від загальної кількості робітників, які працюють на об'єкті:

$$S_7 = N_{\text{заг}} \cdot 0,1, \text{ [м}^2\text{]}, \quad (4.11)$$

$$S_7 = 49 \cdot 0,1 = 4,9 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Максимальна чисельність працюючих на будмайданчику 8 чоловік, в тому числі:

А = 8 чол. - кількість робочих;

Б = 2 чол. - кількість ІТР, службовців, МОП, охорони;

А1 = А х 0,7 = 6 чол. — кількість робочих в зміну;

В = А х 0,7 + Б х 0,8 = 8 чол. - кількість працюючих в зміну;

Г = Б х 0,5 = 1 чол. — кількість ІТР, службовців і МОП, прийняті при розрахунку контор.

Загальна потреба будівництва в тимчасових санітарно-побутових і адміністративних приміщеннях та відомість трудомісткості представлені в таблицях:

Таблиця 4.1 Розрахунок складу санітарно-побутових приміщень в табличній формі:

№ п/п	Номенклатура будівель	Норма на 1 чол.	Розрахункова кількість працівників	Потрібна площа м <sup>2</sup>
1	Гардеробна	0,7	A=8	5,6
2	Душова	0,54	A1=6	3,24
3	Сушилка	0,2	A1=6	1,2
4	Приміщення для обігрівання робочих (у зимовий період)	0,1	A1=6	0,6
5	Приміщення для приймання їжі і відпочинку	1,0	B=8	8
6	Контора	4,0	Г=1	4

#### 4.3 Розрахунок тривалості робіт по об'єкту

Для подальших розрахунків параметрів календарного плану (працевитрати, тривалість виконання робіт) користуємось локальним кошторисом який наведений в додатку В і був виконаний за допомогою програмного комплексу АВК 5.

Календарний графік побудовано в графічній частині. Після побудови календарного графіку розраховуємо наступні техніко-економічні показники:

1. Показник нерівномірності руху робочих кадрів

$$\alpha_1 = R_{cp}/R_{max} \quad (4.12)$$

де,  $R_{cp}$  – середня кількість робітників на об'єкті;

$R_{max}$  – максимальна кількість робітників на графіку руху робочих кадрів по об'єкту.

$$\alpha_1 = 24/48 = 0,5.$$

2. Показник сталості будівельного потоку в часі

$$\alpha_2 = T_{\text{уст}} / T_{\text{заг}} \quad (4.13)$$

де,  $T_{\text{уст}}$  – тривалість робіт в днях на графіку, коли на об'єкті працюють  $R_{\text{ср}}$  і більше робітників;

$T_{\text{заг}}$  – загальна тривалість робіт в днях на календарному графіку.

$$\alpha_2 = 309 / 495 = 0,62.$$

3. Показник нерівномірності використання трудовитрат в часі

$$\alpha_3 = Q_{3б} / Q_{\text{заг}} \quad (4.14)$$

де,  $Q_{3б}$  – трудовитрати за графіком руху робітників вище лінії  $R_{\text{ср}}$ ;

$Q_{\text{заг}}$  – сумарні фактичні трудовитрати по об'єкту.

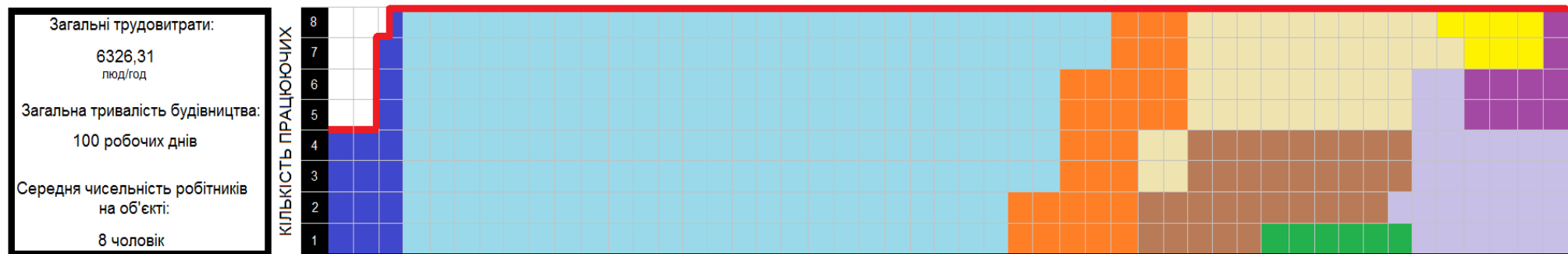
$$\alpha_3 = 30 / 12485 = 0,02.$$

Таблиця 4.2 ВІДОМІСТЬ ТРУДОМІСТКОСТІ

ЛЮД. -ГОД.

Вид робіт	Робітники- Будівельник и	Робітники- Монтажник и	Робітники, зайняті на керуванні та обслуговуван- ні машин
Фундамент	<u>183,58</u>	-	<u>3,22</u>
Стіни і перекриття	<u>3523,66</u>	-	-
Покрівля	<u>498,33</u>	-	<u>7,01</u>
Утеплення несучих конструкцій	<u>676,28</u>	-	-
Прорізи	<u>599,31</u>	-	-
Підлоги	<u>93,71</u>	-	<u>0,17</u>
Електропостачання	-	<u>115,62</u>	<u>0,10</u>
Водопостачання і каналізація	<u>439,20</u>	-	<u>40,56</u>
Опалення і вентиляція	<u>145,56</u>	-	-

## ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ ПО ОБ'ЄКТУ БУМЕРАНГ -SANDWICH



№ пп	Етапи будівництва		РОБОЧИ ДНІ																																																					
	Роботи	Норм.люд/год	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100					
1	Фундамент	186,8	■	■	■																																																			
2	Стіни і перекриття	3523,66				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																					
3	Покрівля	505,34																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
4	Утеплення несучих конструкцій	676,28																														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
5	Прорізи	599,31																															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
6	Підлоги	93,88																																																						
7	Електропостачання	115,72																																																						
8	Водопостачання і каналізація	479,76																																																						
9	Опалення і вентиляція	145,56																																																						

Рис. 4.1 - Графік виконання основних етапів робіт

Всі роботи на об'єкті рекомендується виконувати поточним методом з максимальним суміщенням окремих потоків і видів робіт в часі.

#### 4.4 Технічне планування

Всі роботи на об'єкті рекомендується виконувати поточним методом з максимальним суміщенням окремих потоків і видів робіт в часі.

Забезпечення будівництва електроенергією здійснюється пересувними енергоустановками. Вода завозиться в цистернах. Необхідну кількість стисненого повітря забезпечують пересувні компресори, кисень на майданчик завозиться в балонах.

Питна вода для працюючих на об'єкті – привозна.

Постачання будівництва матеріалами, виробами, конструкціями і напівфабрикатами передбачено автомобільним транспортом.

Рух будівельної техніки по території зеленої зони здійснюється по організованим проїздам.

Інженерні мережі прокладаються до виконання робіт по благоустрою та влаштуванню покриттів.

При виконанні монтажних робіт небезпечну зону огородити тимчасовою огорожею з інвентарних елементів відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

До початку основних будівельно-монтажних робіт виконуються роботи підготовчого періоду.

##### 1. Організація підготовчих заходів:

- загальна організаційно-технічна підготовка відповідно до положень документу „Про загальні умови укладання та виконання договорів підряду в капітальному будівництві”;

- підготовка до будівництва об'єкта: умови використання для потреб будівництва існуючих транспортних і інженерних комунікацій.

2. Підготовка будівельної організації: ознайомлення з проектно-кошторисною документацією; розроблення проекту виконання робіт.

3. Підготовка до виконання будівельно-монтажних робіт: виконання власне робіт підготовчого періоду:

– огороження буд-майданчиків;

– встановлення тимчасових будівель та споруд.

Буд-майданчики огорожуються тимчасовою огорожею з інвентарних елементів, зони постійно та потенційно діючих небезпечних виробничих факторів огородити огороженням висотою 1,2м відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Небезпечні зони позначити знаками відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007. Позначити червоними прапорцями (в темний час доби – червоними ліхтарями) зони, за кордон яких вантаж стрілою виносити заборонено.

Місця безпосереднього виконання робіт освітлюються за допомогою інвентарних пересувних прожекторів (у разі необхідності).

До початку будівельних робіт по зеленій зоні рослинний шар ґрунту зрізується та складається в тимчасовий відвал для подальшого використання на даному об'єкті.

Тимчасові будівлі встановлюються пересувні інвентарні. Для забезпечення підрядної будівельної організації тимчасовим житловим фондом, як адміністративні і побутові приміщення рекомендується використати споруди збірно-розбірного, пересувного і контейнерного типів, розміщення яких виконується відповідно до будівельних норм. Безпосереднє розташування тимчасових будівель і споруд вирішується замовником з підрядником.

Всі роботи на об'єкті рекомендується виконувати поточним методом з максимальним суміщенням окремих потоків і видів робіт в часі.

Всі приховані роботи підлягають освідченню з складанням актів відповідно до ДБН А.3.1-5:2016, додаток Н.

Необхідна кількість будівельних машин і механізмів та їх марки для БМР визначається на основі розрахункових нормативів. При відсутності вказаних марок машин і механізмів в будівельних організаціях їх можливо замінити на рівнозначні за основними параметрами:

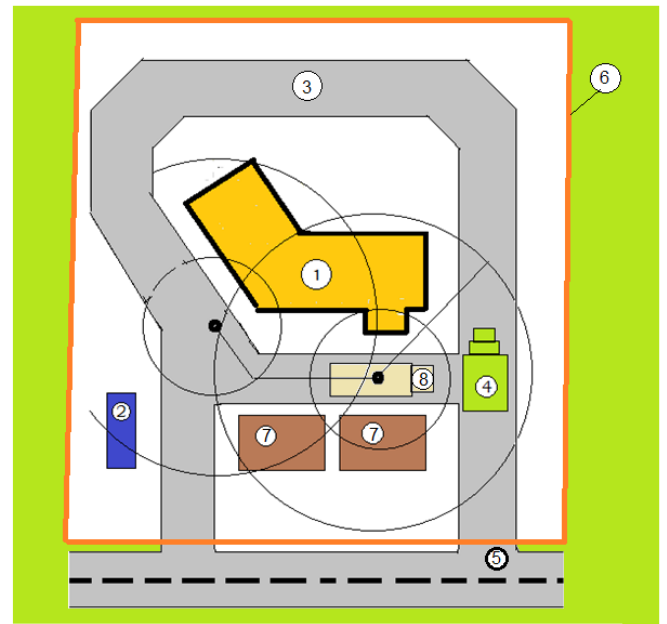


## СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ І МЕХАНІЗМІВ

Напівавтомати зварювальні з номінальним зварювальним струмом 40-500 А	маш-год	4,88
Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	16,6854
Автоматичний зварювальний апарат гарячого повітря LARON	маш-год	4,1925
Перетворювачі зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-год	34,4
Електричні печі для сушіння зварювальних матеріалів з регулюванням температури у межах 80-500 град.С	маш-год	0,184
Компресори пересувні з електродвигуном, тиск 600 кПа [6 ат], продуктивність 0,5 м3/хв	маш-год	1,824
Екскаватори одноковшеві дизельні на пневмоколісному ході, місткість ковша 0,25 м3	маш-год	3,97902
Копачі шахтних колодязів	маш-год	17,808
Апарати для стикового зварювання поліетиленових труб діаметром до 315 мм, потужність 3,7 кВт	маш-год	8,528
Прес гідравлічний з електроприводом	маш-год	0,3672
Прес-ножиці комбіновані	маш-год	0,64
Трамбівка електрична	маш-год	6,3882
Верстати свердильні	маш-год	3,744

При монтажі SLT може використовуватись автокран КС 3562

## БУДІВЕЛЬНИЙ ПЛАН



1. Будівля
2. Побутово-складське приміщення
3. Тимчасові заїзди
4. Вантажний автомобіль
5. Існуюча проїзна частина
6. Межа ділянки забудови
7. Зони складування матеріалів
8. Автокран

Рис. 4.2 – Специфікація обладнання і механізмів, будівельний план

## **РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Створення безпечних умов праці на виробництві всіх форм власності було і залишається одним з головних пріоритетів. Найбільшою цінністю держави є людина. Це означає, що для кожного конкретного працівника повинні бути створені безпечні умови на виробництві.

Поліпшення умов праці – самостійна і важливе завдання соціальної політики, здійснюваної державою. Для вирішення теоретичних і практичних завдань, що визначають цю проблему, державою були розроблені та реалізовані численні правові, технічні, економічні та організаційні заходи.

Відповідно, безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці та регламентує поведінку працівника.

Безпечні умови праці – це стан умов праці, при яких вплив на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів виключено або вплив шкідливих виробничих факторів не перевищує гранично допустимих значень.

На працівника під час виконання поставленого завдання можуть мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори (згідно ГОСТ 12.0.003-74):

1. Фізичні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; підвищена чи понижена іонізація повітря; недостатня освітленість робочої зони; відсутність чи нестача природного освітлення.

2. Психофізіологічні: статичне перевантаження; розумове перевантаження; емоційні перевантаження.

Відповідно до визначених факторів здійснюємо планування щодо безпечного виконання роботи.

## 5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

Для створення і дотримання безпечних і нешкідливих умов праці при експлуатації і ремонті мереж і устаткування необхідно керуватися вимогами нормативних документів, зокрема, ДБН А.3.2-2-2009, ДБН А.3.1-5:2016, ДБН.В.2.1-10:2018 та інших, а при виконанні окремих видів робіт, що є не специфічними для персоналу – вимогами міжгалузевих актів про охорону праці.

Технологічні карти або інша технічна документація, повинні містити в собі вимоги безпеки, дотримання яких є обов'язковим при організації і виконанні робіт.

Експлуатувати (обслуговувати) електрогосподарство на будівельному майданчику повинен відповідно підготовлений штат електротехнічного персоналу, забезпечений усіма необхідними засобами й устаткуванням для виконання ремонтних робіт.

На обслуговування спеціальних електроустановок варто укласти договір із спеціалізованими організаціями.

Наказом (розпорядженням) керівника експлуатаційної організації з числа керівного складу має бути призначена особа, відповідальна за загальний стан і безпечну експлуатацію електрообладнання («особа, відповідальна за електрогосподарство»).

На періоди тривалої відсутності (відпустки, хвороба, відрядження) особи, відповідальної за електрогосподарство, виконання його обов'язків покладається наказом на його заступника (якщо він передбачений штатним розкладом) або на іншу особу з числа керівного складу, яка пройшла перевірку знань і має відповідну групу з електробезпеки.

Експлуатувати (обслуговувати) електрогосподарство об'єкту повинен підготовлений штат електротехнічного персоналу, забезпечений усіма необхідними засобами й устаткуваннями для виконання ремонтних робіт.

До початку виконання робіт по периметру необхідно влаштувати тимчасову огорожу, а над входною групою в парк влаштувати тимчасову огорожу з козирками.

Всі роботи необхідно виконувати і приймати в експлуатацію з додержанням діючих нормативних документів на будівництво. Всі машини і механізми повинні мати паспорти і документи по їх реєстрації.

На майданчику, для надання першої медичної допомоги, передбачити аптечку швидкої допомоги.

Організація будівельного виробництва об'єкту передбачає створення необхідних умов для безпечного виконання будівельно-монтажних робіт на майданчику і передбачає:

- заземлення електромеханізмів, пускових пристроїв;
- територія майданчику в нічний період освітлюється;
- робота механізмів, без наряду-допуску поблизу електромереж не допускається;
- медичне обслуговування на будівництві здійснюється на майданчику, де для надання першої допомоги, повинні бути аптечки.

На території виробництва встановлюється пожежний щит, на якому повинні бути первинні засоби пожежогасіння: відро – 2шт, лопати – 2шт, ломи – 2шт, сокири – 2шт, гаки – 3шт, бочка з водою ємк. 1,0м<sup>3</sup>, ящик з піском – 1м<sup>3</sup>, совкова лопата – 1шт. В побутових приміщеннях повинні бути вогнегасники – 2 шт. ємк. 6,5 л, типу ВП-5Б.

Вироби протипожежного призначення слід використовувати при наявності сертифікату на них і спеціального дозволу – ліцензії на виконання робіт протипожежного призначення.

Будівлі, які зводяться, забезпечуються первинними засобами пожежогасіння згідно додатку 3 Правил пожежної безпеки в Україні.

Складські приміщення та зони складування, будівельний майданчик, у цілому мають обладнуватись засобами пожежогасіння згідно з вимогами НАПБ А.01.001, НАПБ Б.03.001 і знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309.

Вантажно-розвантажувальні роботи комплектуючих матеріалів та виробів на будівельному майданчику, їх складування та зберігання слід передбачити і виконувати з дотриманням встановлених вимог.

Будівельний майданчик, робочі місця складських та виробничих приміщень із приготування розчинюваних сумішей та підготовки до монтажу інших комплектуючих збірної системи слід обладнати:

- природним та штучним освітленням згідно з ДБН В.2.5-28-2006;
- питною водою згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10;
- каналізацією згідно зі ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009.

Умови приймання і зберігання складових збірних систем і їх пакувальних засобів, а також роботи з їх улаштування не повинні спричиняти забруднення води, ґрунту і повітря.

Стічні води від виробництва повинні відповідати вимогам Постанові Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 № 465 «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами». Викиди шкідливих речовин і пилу в атмосферу за проектом не повинні перевищувати допустимих значень. Випадкові втрати матеріалів, відходи та тару утилізують відповідно до чинних вимог.

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [8] встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.

3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та приточна вентиляційні системи.

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Робочою зоною вважається простір, який обмежений огорожуючими конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги або площини, на яких знаходяться місця постійного або непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього ряду шкідливих виробничих факторів, утворених в процесі трудової діяльності людини. Склад повітря залишається постійним. Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 5.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування Речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимально Разова	Середньодобова	

Пилнетоксичний	4	4	4
----------------	---	---	---

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця. Нагромадження пилу глибиною в 1/8" у будь-якій області вказує на необхідність у вживанні заходів по очищенню області. Необхідно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (зернистість), тим вище небезпека.

Тому необхідно здійснювати наступні заходи:

- очищувати пил якнайчастіше.
- щодня протирати гарячі поверхні.
- при високих концентраціях обробляти обладнання по частинам.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

#### **Природне освітлення**

Природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ε). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Характеристика зорової роботи – роботисередньої точності;

Розряд – IV;

Підрозряд зорової роботи – а;

Контраст об'єкту розпізнавання – незалежновід характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Характеристика фону – незалежновід характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Бокове КПО, %: природне 1,5; суміщене 0,9

Нормовані значення КПО для будинків визначаються за формулою:

$$e_n = e_n \cdot t = 1,5 \cdot 0,75 = 1,2 \% , \quad (5.1)$$

де  $e_n$  - значення КЕО для будинків;

$t$  - коефіцієнт сонячності клімату – 0,75, вікна зорієнтовані на схід.

### **Штучне освітлення.**

Штучне освітлення буває двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення – додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення – освітлення, яке створюється світильниками, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Штучне освітлення, лк: загальне 150 лк;

Штучне освітлення в приміщенні забезпечується світильниками типу РСП08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250.

### 5.2.4 Виробничий шум

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left( \frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left( \frac{U}{U_0} \right), \quad (5.2)$$

де  $L$ - рівень шуму, дБ;

$P$ -звуковий тиск, Па;

$U_0$ - коливальна швидкість,  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с;

$P_0$  - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.



Таблиця 5.3 - Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Шум порушує нормальну роботу шлунка, 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.

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати малошумові вентилятори.

### 5.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
За	$Z_0, Y_0, X_0$	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

#### 5.2.5 Психофізіологічні фактори

До небезпечних психофізіологічних та шкідливих виробничих чинників належать фізичні (статичні, динамічні та гіподинамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове, зорове, емоційне). Тривала робота на комп'ютеризованому робочому місці призводить до значного навантаження на всі елементи зорової системи і зумовлює втому та перевтому зорового аналізатора. Напружена зорова робота викликає «очні» (біль, печія та різь в очах, почервоніння повік та очей, ломота у надбрівній частині тощо) та «зорові» (пелена перед очима, подвоєння предметів, мерехтіння, швидка втома під час зорової роботи) порушення органів зору, що може викликати головний біль, посилення нервово-психічного напруження, зниження працездатності.

Оцінка психофізіологічних факторів під час проектування здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та

небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

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;

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

Сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) – до 5-75%;

Щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6год.

Навантаження на голосовий апарат ( протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

Тривалість робочого дня – 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.3 Заходи по зниженню рівня іонізованого випромінювання природних радіонуклідів

Згідно з ДБН А.2.2-1-2003 «Проектування. склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. зі зміною № 1» при виробництві робіт всі будівельні матеріали, що використовуються на будівництві об'єкту, повинні мати на кожну партію продукції, що поставляється, радіаційний сертифікат, виданий спеціалізованою лабораторією, а при його відсутності перевіренні на радіаційну активність у будь-якій лабораторії радіаційного контролю, що має атестат акредитації.

При виконанні будівельно-монтажних робіт, для забезпечення радіаційної безпеки необхідно керуватись вимогами ДБН А.2.2-1-2003 «Проектування. склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (овнс) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. зі зміною № 1».

Забезпечення радіаційної безпеки передбачає комплекс наступних заходів:

- контроль сировини та будівельних матеріалів;
- контроль будівельних конструкцій в процесі будівництва;
- контроль закінченого технічним оснащенням об'єкту.

Група об'єкта по ДБН А.2.2-1-2003 по допустимим рівням радіаційних параметрів – 1.

Після закінчення будівництва на об'єкті повинен бути проведений остаточний радіаційний контроль об'єкту у відповідності з ДБН А.2.2-1-2003 п.7.2.3, 7.2.4, 7.2.5.

Послідовність проведення радіаційних обстежень у приміщеннях встановлюється службою радіаційного контролю. Радіаційний контроль матеріалів, що поступають, проводиться послідовно по тому, як ці матеріали надходять на об'єкт.

У всіх приміщеннях, площа яких не перевищує 50 м<sup>2</sup>, виконується одне вимірювання, що складається із значень трьох вимірювань в одному місті тим самим приладом в геометричному центрі на висоті 1м від підлоги. В приміщеннях, площа яких перевищує 50 м<sup>2</sup>, виконується К+1 вимірювання, де  $K = 5 \div 50$ .

Результати вимірювань оформляються актами і прикладаються до документів приймальної комісії. Якщо рівні зовнішнього гама-випромінювання перевищує 0,26 мкРг/год., всі будівельні роботи в цьому приміщенні припиняються. Рішення про продовження будівельних робіт приймається органами Держсанепіднагляду.

При рівні більше 0,88 мкРг/год. всі роботи припиняються і люди виводяться за межі будівельного майданчику.

## **ВИСНОВКИ**

Друга половина ХХ століття відзначилась високими темпами урбанізації. Велика кількість населення з сільської місцевості перемістилось в міста, що вимагало розвитку централізованих систем енергопостачання. На сьогоднішній день такі явища, як заводи з десятками тисяч працівників, стають дедалі рідкіснішими. Економічної необхідності у великій скупченості населення в містах немає. Окрім того, епідемія COVID-19 внесла ще більші корективи в життєвий уклад земного населення. Збільшилась кількість віддалених робочих місць, дистанційним стає навчання і робота. Надання адміністративних послуг високими темпами переводиться в online-режим.

Відповідно, необхідно змінювати і напрямки розвитку житлового фонду. Як зазначалось у вступі, із-за більш холодних кліматичних умов, в Україні не рентабельно впроваджувати систему пасивних будинків, на зразок європейських. Зрозуміло, що в Україні немає впливу теплих атлантичних течій на погодні умови, і наші зими холодніші. Але наш клімат, на відміну від європейського, сприяє посиленому росту рослинності, котра теж є еквівалентом енергії, за умови правильного підходу.

Концепція пасивного будинку вимагає підтримування балансу між витратами енергії на утримання будинку і виробленням енергії самим будинком. Такий баланс носить назву енергоефективність.

А енергоефективний будинок неможливо запроєктувати без якісного енергоаудиту. В ході цієї роботи я провів попередній енергоаудит земельної ділянки в 0,1 га для будівництва будинку на 4-х чоловік площею 110 м<sup>2</sup> і виявив:

1. За умови дотримання європейських принципів теплопровідності огорожуючи конструкцій 0,15 Вт/м<sup>2</sup>К, теплопровідності прозорих конструкцій – 0,8 Вт/м<sup>2</sup>К, рекуперації повітря з ефективністю не менше 80% (досягається геотермальним попереднім підігрівом повітря), необхідність в витратах теплової енергії залишається досить незначна – 4798 кВт/год.
2. Щорічні втрати енергії від невикористання теплової енергії компосту з ТПВ садово-городнього походження складають - 9802,5 кВт/год
3. Щорічні втрати теплової енергії в зливах каналізації складають - 1672 кВт/год
4. В разі ефективного використання енергоресурсів, відмічених в п.2-3, загальне енергоспоживання будинку на побутові потреби складає – 3753 кВт/год.
5. Для забезпечення будинку електроенергією достатньо сонячної електростанції 5 кВт (виробітком 5962.26 кВт/год), але вона нездатна забезпечувати будинок в зимовий період, тому необхідно використати комбіновану вітро-сонячну електростанцію, з додаванням

горизонтального вітрогенератора, потужністю 2 кВт. За гідрометеорологічними даними, середня швидкість вітру взимку зростає, що дозволяє закрити необхідну недостачу найефективніше.

6. Для забезпечення гарячого водопостачання також необхідно використовувати комбіновану біологічно-геліо систему, котра здатна забезпечити цілорічне гаряче водопостачання, а в літні місяці догрів гарячої води в дні недогріву проводити електричним догрівом, оскільки електроенергія влітку виробляється з надлишком.

Щодо конструктивних рішень, то досягнення необхідного опору огорожуючи конструкцій справа непросте. Нам знадобиться еквівалент дерев'яної стіни товщиною в 1м. Навіть використання легкого утеплювача, котрий замінює значну частину дерев'яної стіни, то при такій товщині утеплення зростає кількість містків холоду, які зводять на нівець саме утеплення. Тому для досягнення необхідного опору теплопередачі зовнішньої стіни, підлоги, покрівлі, необхідно розробляти нові, ефективні конструкції.

Важливим фактором є підлога в будинку. Значні втрати теплової енергії спостерігаються в напрямку стіна-грунт. Для створення енергозберігаючого будинку важливо створенні замкненої системи, в котрій конструкція стін в наземного перекриття будуть єдиними і нерозривними. Жоден із заходів утеплення фундаменту не виключає теплові втрати між стіною і ґрунтом. Енергоефективний будинок має бути збудований за принципом малих архітектурних форм (являти собою цілісний і замкнений виріб, встановлений на фундамент. Стіни мають опиратися на нижнє утеплене перекриття, виключаючи втрати теплової енергії в ґрунт.

Використання комбінованих систем і акумуляція енергії дозволяють оптимізувати витрати на будівництво і покращити якість і стабільність енергозабезпечення.

Розрахунок одноповерхового базового проекту був зумовлений потребою у великій площі даху для розміщення сонячних систем, котра існує в традиційних будівлях. Приведений енергетичний баланс проектованої будівлі дає можливість

суттєво зменшити площу для розміщення сонячних панелей до 27,3 м<sup>2</sup>. Цього вдалось досягти за рахунок оптимізації витрат і використання суміщеної системи енергогенерації. Це дає можливість розробити на базі запропонованого проекту, двоповерховий варіант. Зменшення площі покрівлі і цоколя суттєво зменшить витрати на 1 м<sup>2</sup> житлової площі.

Пісивний будинок в Україні – реальність за доступною ціною і, в найближчий час, такий вид будівництва стане одним із найпоширеніших видів житлового будівництва, котре наблизатиме Україну до повної енергетичної незалежності.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Пашкевич М. Переосмысление степени ответственности перед будущим: Национальный доклад по вопросам реализации государственной политики в сфере энергоэффективности за 2009 г. / Пашкевич, В.Григоровський и проч. - М.: «НАЭР-НАУ», 2010,-254 с.
2. Перспективы альтернативной энергетики в Украине / Сайт-Z-Украина / рынки / энергетика / альтернативная / [электронный ресурс]. - Режим доступа [://zet.in.ua/markets/energetika/perspektivi-alternativnoienenergetiki-v-ukraini/](http://zet.in.ua/markets/energetika/perspektivi-alternativnoienenergetiki-v-ukraini/)
3. УНИАН новости ЕС. Доля відновлюваної енергетики в ЄС зростає / [электронный ресурс] - Режим доступа: [eunews.unian.net/ukr/detail/197472](http://eunews.unian.net/ukr/detail/197472)
4. Гарантоване зростання тарифів: Електроенергія для населення подорожчає вже в 2021 році /Новини/Телеканал ЗІК/



[https://zik.ua/blogs/harantovane\\_zrostannia\\_taryfiv\\_elektroenerhiia\\_dlia\\_naselennia\\_podorozhchaie\\_vzhe\\_v\\_2021\\_rotsi\\_988477](https://zik.ua/blogs/harantovane_zrostannia_taryfiv_elektroenerhiia_dlia_naselennia_podorozhchaie_vzhe_v_2021_rotsi_988477)

5. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
7. Пасивний будинок — інноваційна технологія в енергоефективному будівництві [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://uk.octopus.ua/passive\\_house/](http://uk.octopus.ua/passive_house/)
8. Енергоефективність в Німеччині — можливості для України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.fes.kiev.ua/new/wb/media/publikationen/Zvit\\_Sinitsa\\_ukr\\_end.pdf](http://www.fes.kiev.ua/new/wb/media/publikationen/Zvit_Sinitsa_ukr_end.pdf)
9. "Пасивні будинки" з'являться в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.pic.com.ua/pasyvnibudynkyzyavlyatsya\\_vukrajini2.html](http://www.pic.com.ua/pasyvnibudynkyzyavlyatsya_vukrajini2.html)
10. "Пасивный дом: что это, как функционирует, целесообразность строительства в Украине" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alterair.ua/articles/passivnyiy-dom/>
11. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nadzvichayni-podiyi/108162.html>
12. Верховна рада України/ ЗАКОН УКРАЇНИ Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого" тарифу / <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/601-17#Text>
13. " Методы использования твердых бытовых отходов в овощеводстве защищенного грунта" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.new-garbage.com/?id=41>
14. "Компостный биореактор: как отопить дом за счет кучи компоста?" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/stati/3263-kompostnyj-bioreaktor-kak-otopit-dom-za-schet-kuchi-komposta.html>

15. Фінансування інвестицій в енергоефективність будівель в Україні: аналіз та рекомендації щодо економічної політики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://journal.esco.co.ua/cities/2014\\_6\\_7/art136.pdf](http://journal.esco.co.ua/cities/2014_6_7/art136.pdf)
16. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. — К.: ТОВ "Поліграф плюс", 2015. — 176 с.
17. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель"[Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
18. Сидоров Ю. І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв[Текст]: Навч. посібник. У 3 ч. — Ч.1. Ферментація. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. — 240 с.
19. ДБН А.2.2-3-2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво";
20. ДБН З.А.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва";
21. ДБН А.3.2-2-2009 „Охорона праці і промислова безпека у будівництві”;
22. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 "Визначення тривалості будівництва об'єктів";
23. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт , улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD);
24. ДБН В.1.3-2:2010 „Геодезичні роботи у будівництві”;
25. ДБН В.1.2-12-2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки»;
26. НАПБ А.01.001-2014 „Правила пожежної безпеки в Україні”;
27. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.11р. №461 „Порядок прийняття в експлуатацію будівництвом об'єктів”;
28. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.11р №466 „Порядок виконання підготовчих робіт”;
29. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.11р №466 „Порядок виконання будівельних робіт”;

30.Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 23 березня 2012 року №122 „Порядок розроблення проектної документації на будівництво об’єктів”.

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Завідувач кафедри БМГА,  
к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ В. В. Швець

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
НА НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**«БУДІВЛІ З БЛИЗЬКИМ ДО НУЛЯ  
СПОЖИВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ»**

ПОГОДЖЕНО  
Керівник МКР,  
к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ В. М. Андрухов  
Відповідальний виконавець, магістрант  
\_\_\_\_\_ Гордійчук П. П.

## 1. Підстава для виконання роботи

Робота проводиться на підставі наказу ВНТУ від 09.03.2021 року № 64

Дата початку роботи - 03.02.2021 р.

Дата закінчення роботи - 30.05.2021 р.

## 2. Мета і призначення НДР

**Актуальність проблеми.** Початок третього тисячоліття характеризується інтенсивним зростанням обсягів використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). У більшості економічно розвинених країн (США, Німеччині, Іспанії, Швеції, Данії, Японії) передбачено доведення частки поновлюваних джерел енергії в першій половині ХХІ століття, в загальному енергобалансі до 20-50%.

В даний час частка поновлюваних джерел в загальному світовому споживанні становить близько 14%, а в загальному електроспоживанні - 19%.

Згідно з вимогами Європейського Союзу, частка ВДЕ в національному виробництві енергії країн, які хочуть вступити в ЄС, повинна становити не менше 6%. А з врахуванням великої гідроенергетики - не менше 12% [1].

У науково-технічні дослідження по ВДЕ в провідних країнах світу вкладаються значні кошти. Так, Німеччина в розробку нових технологій з використанням ВДЕ вкладає щорічно в середньому 90 мільйон доларів. Японія вкладає 120 мільйон доларів США, Сполучені Штати Америки - 2301. В Україні є значний потенціал основних видів поновлюваних джерел енергії.

(Сонячна, вітрова, використання енергії малих річок, воднева, біоенергетика та ін.). Але на сьогодні вони складають дуже малу частку в загальному енергобалансі країни. Загальний річний технічно досяжний енергетичний потенціал ВДЕ становить близько 98 мільйон тонн умовного палива. В умовах обмеженості енергетичних ресурсів для традиційної енергетики, виробництво електроенергії в світі на нетрадиційних (поновлюваних) джерелах стрімко зростає. Сумарна потужність сонячних електростанцій в економічно розвинених країнах з початку нинішнього століття практично подвоюється кожні три роки [1].

Щодо України, хоча сумарна річне значення інсоляції тут перевищує 1250 кВт год / м<sup>2</sup>, - що більше ніж в Німеччині, однак використання сонячної енергії в українській енергетиці далеко не успішне (У порівнянні з економічно розвиненими країнами майже на порядок нижче) [2].

в 2010 році частка енергетики з поновлюваних джерел в загальному обсязі енергоспоживання в ЄС зросла до 12,4%. У 2009 році вона становила 11,7%, у 2008 році - 10,5%. найбільша частка цієї енергетики від загального енергоспоживання в 2010 р була в Швеції (47,9%), Латвії (32,6%), Фінляндії (32,2%), Австрії (30,1%) і Португалії (24,6%). Менше використовувалося на Мальті (0,4%), Люксембурзі (2,8%), Великобританії (3,2%) і Нідерландах

(3,8%) [3].

На сьогоднішній день однією з найважливіших характеристик будівель є енергоефективність, котра класифікується за європейськими нормами (таблиця 2) [6]:

Таблиця 2 – Класифікація будинків за енергоефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $Q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ . $[(Q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] 100\%$
<b>A</b>	Мінус 50 та менше
<b>B</b>	Від мінус 49 до мінус 10
<b>C</b>	Від мінус 9 до 0
<b>D</b>	Від 1 до 25
<b>E</b>	Від 26 до 75
<b>F</b>	76 та більше

Клас енергоефективності будівлі визначається на підставі зіставлення отриманих значень енергоспоживання з нормативними значеннями максимальних теплових витрат житлових і цивільних будівель, які наведені в ДБН В. 2.6-31.2016 «Теплова ізоляція будівель» [6].

Найвища ступінь енергоефективності – пасивний будинок.

Пасивний будинок або енергозберігаючий будинок (нім. Passivhaus) - будівля, в якій тепловий комфорт (ISO 7730) досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції. Якщо говорити простіше, то пасивним можна назвати той будинок, на опалення якого буде йти мінімальна кількість енергії [7].

У Німеччині за цей мінімум взяли 15 кВт · год / м<sup>2</sup>. В Україні цей показник піднімається до 40 кВт · год / м<sup>2</sup>, при тому що звичайні будинки в середньому споживають менше 120 кВт · год / м<sup>2</sup>. Така різниця виникає через те, що українські зими холодніше, ніж в західній Європі, і домогтися такого невеликого енергоспоживання можна, але не рентабельно [8].

Така енергоефективність досягається за допомогою максимальної герметизації будівлі і зменшення кількості температурних містків (містків холоду). Температурним містком стане будь-яке місце в будинку (включаючи підлогу, дах, щілини в дверних і віконних прорізах), де утеплення буде більш тонким, в порівнянні з іншими огорожувальними конструкціями, шаром ізоляції. Поширена помилка - це відмова від утеплення плити балкона, що є продовженням перекриття[9].

За тією ж логікою працює і енергоефективний будинок. Крім самих обігрівачів (радіаторів), тепло виробляють побутові прилади (телевізор, пылесос, фен) і самі люди. До того ж не можна забувати про сонячну енергію, яку будинок отримує через вікна. У пасивному будинку все отримане тепло зберігається за допомогою правильної архітектурної ідеї (компактність,

правильні форми, більше вікон в південній частині будівлі) та будівельних матеріалів з високою теплоізоляцією і герметичністю [10].

В Європі при будівництві витрати зростають всього на 5% (в Україні розкид становить 10-35%), і проект пасивний будинок окупається вже в перші 7-10 років експлуатації [10].

У нашій країні ситуація трохи складніше, тому що утеплення проводиться за іншими стандартами, витрати виходять більшими і, як наслідок, будівля окупається лише через пару десятків років. Це можна пояснити двома причинами:

В Україні при теплоізоляції за німецьким зразком будуть великі тепловтрати. Різниця температур всередині і зовні в нашій країні більше, особливо в опалювальний сезон, тому енергії для обігріву теж потрібно більше [7].

У Німеччині за температурну норму в приміщенні в світлий час доби взяли + 19 ° С з розрахунком на те, що вночі температура буде ще знижуватися[8]. В Україні температура протягом доби повинна становити не менше + 20 ° С.

Таким чином, для того, щоб мінімізувати або повністю відмовитися від використання горючих видів палива в Україні практично обов'язковим є залучення сонячної енергії за допомогою сонячних колекторів. Хоча, з огляду на українську погоду в другій половині осені і взимку, краще відразу доповнити систему тенами. І при цьому є готові рішення - баки ГВП та опалення з вбудованими тенами[10].

Варто звернути увагу на те, що тільки вакуумні сонячні колектори придатні для цілорічної роботи, володіють високим ККД (до 95%) і здатні підігрівати навіть в похмурі дні. Природно що цей вид «сонячних батарей» найдорожчий, більш бюджетним варіантом є термосифонні і плоскі сонячні колектори. Вони підходять тільки в якості нагріву води для системи гарячого водопостачання та басейнів в теплу пору року. Так само термосифонні колектори можуть обходитися без циркуляційного насоса в контурі, що здешевлює підсумкову вартість системи сонячного гарячого водопостачання.

Що стосується ціни сонячних колекторів - для повного укомплектування будинку на 4 людини доведеться витратити не менше 30 тисяч гривень. Зате, крім економії в майбутньому, ви отримаєте екологічно чистий спосіб вироблення енергії. До того ж, на тлі постійних подорожчань електроенергії та опалення в останні роки, разове вкладення в 30 тисяч здається все більш вдалою інвестицією[7].

Також необхідна буде примусова вентиляція пасивного будинку з рекуперацією тепла. Вона дозволить скоротити витрати на енергоресурс і забезпечить якісний повітрообмін всередині будівлі.

Крім того, пасивний будинок - це не тільки утеплений каркас з хорошою вентиляцією будинку, але і грамотне наповнення: електрообладнання класу енергозбереження А ++, а це світлодіодні лампи замість ламп розжарювання, енергоефективна побутова техніка (найвище споживання у холодильників, тому до їх вибору теж потрібно відповідально

поставитися), сантехніка зі зниженою витратою води. Саме поняття пасивний будинок не передбачає встановлення кондиціонера. Однак, якщо ваш проект не є в повній мірі пасивним будинком і планується установка системи кондиціонування, вона обов'язково повинна бути інверторного типу.

За приблизними оцінками енергоефективна будівля обійдеться в середньому на 100-150 тисяч гривень дорожче, а при цьому потрібно врахувати деякі незручності, з котрими прийдеться миритися в майбутньому. Недоліками пасивних будинків є те, що вони значно обмежені в площі приміщень, не враховують специфічних приміщень, дитячих кімнат, в котрих температурний режим має бути більш жорстким, а електроприборів має бути якнайменше [7].

Також є варіант, в якому енергоефективність зменшиться приблизно до 50-70 кВт • год / м<sup>2</sup> в рік, але зате такий захід дозволить значно скоротити витрати при будівництві. В умовах сьогоденної економічної ситуації таке рішення є більш рентабельним, ніж пасивний будинок [7].

**Мета дослідження.** Метою дослідження є вивчення і аналіз сучасного інженерного досвіду будівництва пасивних будівель, пошук шляхів його адаптації і вдосконалення для використання в кліматичних умовах України. Вивчення і аналіз недосліджених можливостей компенсації теплових втрат, та пошук механізмів їх реалізації в сучасному проектуванні пасивних будівель.

**Задачі дослідження:**

- оцінка можливості інтеграції альтернативних джерел теплової енергії в системі життєзабезпечення будівель з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів;
- оцінка відповідності конструктивних рішень будівлі вимогам енергоефективності;
- розробка пропозицій по вдосконаленню конструкцій і покращення їх тепломеханічних показників;
- створення повністю автономної (без підключення до зовнішніх мереж і використання сторонніх енергоресурсів) системи життєзабезпечення будинку, розташованого на стандартній ділянці 0,1 Га;
- порівняльний аналіз економічної ефективності запропонованих вдосконалень.

**Об'єкт дослідження:** – одноповерховий житловий будинок на одну сім'ю, котрий розташований на ділянці під забудову площею 0,1 Га в місті Вінниця, та має загальну площу 110 м<sup>2</sup>. Плоска покрівля експлуатована і призначена для розміщення геліосистем, сонячних генераторів і збору дощової води для подальшого використання. Матеріал виконання проекту – CLT панелі товщиною 200 мм.

**Предмет дослідження** – витрати енергії на опалення та охолодження,



необхідні типи і товщина матеріалів утеплення будинку, порівняння різних систем енергопостачання, щомісячний баланс енергоспоживання (опалення-охолодження), вартість опалення-охолодження різними джерелами тепла-холоду, розрахунок радару Active House.

**Узагальнений науковий результат** – Наукову новизну роботи складають:

Першою новизною запропонованої системи є впровадження анаеробно-рекупераційного підігріву припливного повітря за рахунок теплової енергії стоків, котра поповнюється за рахунок зливу використаної гарячої води і діяльності анаеробних бактерій і каналізаційному колекторі.

Другою новизною є впровадження гумусного котла (біологічного теплового реактора), котрий догріває припливне повітря за рахунок переробки ТПВ на гумус аеробними бактеріями, забезпечуючи найвищий вихід енергії з органічного сміття екологічним бездимним способом.

Третьою новизною є впровадження системи розрахунку ефективності конструкції утеплення шляхом побудови епюри ефективності утеплення, що дозволяє проаналізувати вплив теплопровідних включень на загальну ефективність конструкції утеплення і коригувати конструкцію для повної відповідності проектним вимогам.

Четвертою новизною є впровадження системи потрійного збірного сандвіча, конструкція якого дозволяє регулювати довжину містків холоду для досягнення максимальної ефективності конструкції утеплення.

П'ятою новизною є використання суміщеного теплообмінного накопичувача, котрий дозволяє використовувати змішану систему підігріву ГВП одночасно і посезонно гумусним котлом і геліосистемою, забезпечуючи безперебійне цілорічне гаряче водопостачання.

**Узагальнений практичний результат** – - В результаті виконання роботи отримано інженерний досвід і розроблено методику розрахунку системи утеплення огорожувальних конструкцій з врахуванням зниження їх ефективності із-за наявності теплопровідних включень. Вираховувати коефіцієнт запасу утеплення для компенсації втрат, регулювати розташування теплопровідних включень для підвищення ефективності утеплення. Розроблено конструкцію ефективного утеплення. Розроблено конструкцію гумусного котла і систему розрахунків його необхідного об'єму для забезпечення тепловою енергією будинку. Запроваджені нові шляхи рекуперації теплової енергії стоків, котра поповнюється зливом використаної теплої води і діяльності анаеробних бактерій в каналізаційному колекторі. Розроблено проект автономного будинку з нульовим споживанням зовнішніх енергетичних ресурсів з кошторисною вартістю квадратного метра не більше діючих ринкових розцінок на житло (під ключ) в Україні.

### 3. Вихідні дані для проведення НДР

Науково-дослідна робота проводилась вперше.

Найвища ступінь енергоефективності – пасивний будинок.

Пасивний будинок або енергозберігаючий будинок (нім. Passivhaus) - будівля, в якій тепловий комфорт (ISO 7730) досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції. Якщо говорити простіше, то пасивним можна назвати той будинок, на опалення якого буде йти мінімальна кількість енергії [7].

У Німеччині за цей мінімум взяли 15 кВт · год / м<sup>2</sup>. В Україні цей показник піднімається до 40 кВт · год / м<sup>2</sup>, при тому що звичайні будинки в середньому споживають менше 120 кВт · год / м<sup>2</sup>. Така різниця виникає через те, що українські зими холодніше, ніж в західній Європі, і домогтися такого невеликого енергоспоживання можна, але не рентабельно [8].

Така енергоефективність досягається за допомогою максимальної герметизації будівлі і зменшення кількості температурних містків (містків холоду). Температурним містком стане будь-яке місце в будинку (включаючи підлогу, дах, щілини в дверних і віконних прорізах), де утеплення буде більш тонким, в порівнянні з іншими огорожувальними конструкціями, шаром ізоляції. Поширена помилка - це відмова від утеплення плити балкона, що є продовженням перекриття[9].

За тією ж логікою працює і енергоефективний будинок. Крім самих обігрівачів (радіаторів), тепло виробляють побутові прилади (телевізор, пилосос, фен) і самі люди. До того ж не можна забувати про сонячну енергію, яку будинок отримує через вікна. У пасивному будинку все отримане тепло зберігається за допомогою правильної архітектурної ідеї (компактність, правильні форми, більше вікон в південній частині будівлі) та будівельних матеріалів з високою теплоізоляцією і герметичністю [10].

В Європі при будівництві витрати зростають всього на 5% (в Україні розкид становить 10-35%), і проект пасивний будинок окупається вже в перші 7-10 років експлуатації [10].

У нашій країні ситуація трохи складніше, тому що утеплення проводиться за іншими стандартами, витрати виходять більшими і, як наслідок, будівля окупиться лише через пару десятків років. Це можна пояснити двома причинами:

В Україні при теплоізоляції за німецьким зразком будуть великі тепловтрати. Різниця температур всередині і зовні в нашій країні більше, особливо в опалювальний сезон, тому енергії для обігріву теж потрібно більше [7].

У Німеччині за температурну норму в приміщенні в світлий час доби взяли + 19 ° С з розрахунком на те, що вночі температура буде ще знижуватися[8]. В Україні температура протягом доби повинна становити не менше + 20 ° С.

Таким чином, для того, щоб мінімізувати або повністю відмовитися від використання горючих видів палива в Україні практично обов'язковим є залучення сонячної енергії за допомогою сонячних колекторів. Хоча, з огляду на українську погоду в другій половині осені і взимку, краще відразу доповнити систему тенами. І при цьому є готові рішення - баки ГВП та опалення з вбудованими тенами[10].

Варто звернути увагу на те, що тільки вакуумні сонячні колектори придатні для цілорічної роботи, володіють високим ККД (до 95%) і здатні підігрівати навіть в похмурі дні. Природно що цей вид «сонячних батарей» найдорожчий, більш бюджетним варіантом є термосифонні і плоскі сонячні колектори. Вони підходять тільки в якості нагріву води для системи гарячого водопостачання та басейнів в теплу пору року. Так само термосифонні колектори можуть обходитися без циркуляційного насоса в контурі, що здешевлює підсумкову вартість системи сонячного гарячого водопостачання.

Що стосується ціни сонячних колекторів - для повного укомплектування будинку на 4 людини доведеться витратити не менше 30 тисяч гривень. Зате, крім економії в майбутньому, ви отримаєте екологічно чистий спосіб вироблення енергії. До того ж, на тлі постійних подорожчань електроенергії та опалення в останні роки, разове вкладення в 30 тисяч здається все більш вдалою інвестицією[7].

Також необхідна буде примусова вентиляція пасивного будинку з рекуперацією тепла. Вона дозволить скоротити витрати на енергоресурс і забезпечить якісний повітрообмін всередині будівлі.

Крім того, пасивний будинок - це не тільки утеплений каркас з хорошою вентиляцією будинку, але і грамотне наповнення: електрообладнання класу енергозбереження А ++, а це світлодіодні лампи замість ламп розжарювання, енергоефективна побутова техніка (найвище споживання у холодильників, тому до їх вибору теж потрібно відповідально поставитися), сантехніка зі зниженою витратою води. Саме поняття пасивний будинок не передбачає встановлення кондиціонера. Однак, якщо ваш проект не є в повній мірі пасивним будинком і планується установка системи кондиціонування, вона обов'язково повинна бути інверторного типу.

За приблизними оцінками енергоефективна будівля обійдеться в середньому на 100-150 тисяч гривень дорожче, а при цьому потрібно врахувати деякі незручності, з котрими прийдеться миритися в майбутньому. Недоліками пасивних будинків є те, що вони значно обмежені в площі приміщень, не враховують специфічних приміщень, дитячих кімнат, в котрих температурний режим має бути більш жорстким, а електроприборів має бути якнайменше [7].

Також є варіант, в якому енергоефективність зменшиться приблизно до 50-70 кВт • год / м<sup>2</sup> в рік, але зате такий захід дозволить значно скоротити

витрати при будівництві. В умовах сьогодношньої економічної ситуації таке рішення є більш рентабельним, ніж пасивний будинок [7].

**Під час проведення НДР були використані матеріали таких публікацій:**

31. Пашкевич М. Переосмысление степени ответственности перед будущим: Национальный доклад по вопросам реализации государственной политики в сфере энергоэффективности за 2009 г. / Пашкевич, В. Григоровський и проч. - М.: «НАЭР-НАУ», 2010,-254 с.
32. Перспективы альтернативной энергетики в Украине / Сайт-Z-Украина / рынки / энергетика / альтернативная / [электронный ресурс]. - Режим доступа :[://zet.in.ua/markets/energetika/perspektivi-alternativnoenergetiki-v-ukraini/](http://zet.in.ua/markets/energetika/perspektivi-alternativnoenergetiki-v-ukraini/)
33. УНИАН новости ЕС. Доля відновлюваної енергетики в ЄС зростає / [электронный ресурс] - Режим доступа: [eunews.unian.net/ukr/detail/197472](http://eunews.unian.net/ukr/detail/197472)
34. Гарантоване зростання тарифів: Електроенергія для населення подорожчає вже в 2021 році /Новини/Телеканал ZIK/[https://zik.ua/blogs/harantovane\\_zrostannia\\_taryfiv\\_elektroenerhiia\\_dlia\\_naselennia\\_podorozhchaie\\_vzhe\\_v\\_2021\\_rotsi\\_988477](https://zik.ua/blogs/harantovane_zrostannia_taryfiv_elektroenerhiia_dlia_naselennia_podorozhchaie_vzhe_v_2021_rotsi_988477)
35. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
36. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
37. Пасивний будинок — інноваційна технологія в енергоефективному будівництві [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://uk.octopus.ua/passive\\_house/](http://uk.octopus.ua/passive_house/)
38. Енергоефективність в Німеччині — можливості для України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.fes.kiev.ua/new/wb/media/publikationen/Zvit\\_Sinitsa\\_ukr\\_end.pdf](http://www.fes.kiev.ua/new/wb/media/publikationen/Zvit_Sinitsa_ukr_end.pdf)
39. "Пасивні будинки" з'являться в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.pic.com.ua/pasyvnibudynkyzyavlyatsya\\_vukrajini2.html](http://www.pic.com.ua/pasyvnibudynkyzyavlyatsya_vukrajini2.html)
40. "Пассивный дом: что это, как функционирует, целесообразность строительства в Украине" [Электронный ресурс]. Режим доступу: <https://alterair.ua/articles/passivnyiy-dom/>
41. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nadzvichayni-podiyi/108162.html>

42. Верховна рада України/ З А К О Н У К Р А Ї Н И Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого" тарифу / <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/601-17#Text>
43. " Методы использования твердых бытовых отходов в овощеводстве защищенного грунта" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.new-garbage.com/?id=41>
44. "Компостный биореактор: как отопить дом за счет кучи компоста?" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/stati/3263-kompostnyi-bioreaktor-kak-otopit-dom-za-schet-kuchi-komposta.html>
45. Фінансування інвестицій в енергоефективність будівель в Україні: аналіз та рекомендації щодо економічної політики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://journal.esco.co.ua/cities/2014\\_6\\_7/art136.pdf](http://journal.esco.co.ua/cities/2014_6_7/art136.pdf)
46. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. — К.: ТОВ "Поліграф плюс", 2015. — 176 с.
47. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель"[Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
48. Сидоров Ю. І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв[Текст]: Навч. посібник. У 3 ч. – Ч.1. Ферментація. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 240 с.

#### **4. Виконавці НДР**

Організація – виконавець – кафедра БМГА ВНТУ.

Відповідальний виконавець - магістрант Гордійчук П. П.

#### **5. Вимоги до виконання НДР**

У процесі виконання НДР слід використовувати програмні комплекси, які реалізують методи числового аналізу, що пройшли сертифікацію.

Вимоги нормативних матеріалів ДБН та ДСТУ до розробки проектної документації діючих в державі та результати передового світового досвіду.

#### **6. Етапи НДР і терміни її виконання**

Етап	Назва та зміст етапу	Терміни виконання		Очікувані результати	Звітна документація
		початок	закінченн я		

1	Огляд літературних джерел та їх аналіз	01.01.2021	06.02.2021	Визначення ступеню вивченості проблеми	Текст ПЗ МКР
2	Оцінка відповідності конструктивного рішення нормативним документам з позицій енергоефективності	03.02.2021	12.03.2021	Оцінити прийнятність варіанту конструктивних рішень для досягнення ефективного використання теплових ресурсів.	Текст ПЗ МКР, плакати
3	Аналіз можливого впливу параметрів теплопровідності несучих та захисних конструкцій для досягнення однорідності теплового опору та виключення «містків холоду».	12.03.2021	25.03.2021	На основі аналізу існуючого інженерного досвіду та накопиченого досвіду власного, запропонувати ефективне зовнішнє стінове огороження.	Текст ПЗ МКР, плакати
4	На основі вдосконаленого варіанту запропонованого стінового огороження внести зміни в конструктивні рішення будівлі.	20.03.2021	03.04.2021	Пропозиції з розробки та прийняття конструктивних рішень, які дозволять забезпечити мінімум необхідних енергетичних ресурсів для комфортного перебування в будівлі	Текст ПЗ МКР, плакати
5	Виконати аналіз та порівняння можливих традиційних варіантів джерел теплової енергії та варіантів з ВДЕ	25.03.2021	03.04.2021	На основі порівняльного аналізу запропонувати найефективніші варіанти джерел теплової енергії	Текст ПЗ МКР, плакати
6	Виконати техніко-економічне порівняння розглянутих варіантів конструктивного рішення в комплексі з джерелами енергетичних ресурсів.	03.04.2021	02.05.2021	ТЕО розглянутих варіантів, висновки по дослідній частині роботи	Текст ПЗ МКР, плакати

## 7. Очікувані результати та порядок реалізації НДР

Результати НДР можуть бути використані:

- проектно-конструкторськими організаціями при проектуванні індивідуальних житлових будівель з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів.
- в навчальному процесі при підготовці інженерів будівельників.

## **8. Матеріали, які подаються під час закінчення НДР та її етапів**

Текст пояснювальної записки МКР та ілюстраційний матеріал у вигляді плакатів.

Підготовлені статі і доповіді на науково-технічні конференції.

Результати роботи апробовано на: I регіональній науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області;

Міжнародної науково-технічної конференції “ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ” 12-14 листопада 2020 р, ФБТЕГП ВНТУ.

### **Публікації.**

1. В.М. Андрухов, П.П. Гордійчук / ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ТЕПЛОВОЇ РЕАКЦІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ОБІГРІВУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ / I Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання – Вінниця, 2021.

Режим доступу:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12231>.

## **9. Порядок приймання НДР та її етапів**

Подання результатів кожного етапу на розгляд наукового керівника.

Представлення остаточної редакції МКР на розгляд зав. кафедри БМГА та опонента.

Захист МКР на засіданні ДЕК.

## **10. Вимоги до розроблення документації**

Звітна документація повинна містити: результати огляду літературних джерел, аналіз одержаних результатів, визначення економічного ефекту від впровадження результатів дослідження.

### **11.Вимоги щодо технічного захисту інформації з обмеженим доступом**

У зв'язку з тим, що інформація не є конфіденційною, заходи з її технічного захисту не передбачаються.



( назва організації, що затверджує )

**Затверджено**Зведений кошторисний розрахунок у сумі 2115,929 тис. грн.  
В тому числі зворотних сум 0 тис. грн.

( посилання на документ про затвердження )

" " \_\_\_\_\_ 20 р.

**ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА №****Нове будівництво пасивного будинку "Бумеранг" sandwich**

Складений в поточних цінах станом на 25 березня 2021 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будинків, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
1	2-1	<b>Глава 2. Об'єкти основного призначення</b> Загальнобудівельні роботи	1711,475	-	-	1711,475
		-----	-----	-----	-----	-----
		<b>Разом по главі 2:</b>	1711,475	-	-	1711,475
		<b>Разом по главах 1-7:</b>	1711,475	-	-	1711,475
		<b>Разом по главах 1-8:</b>	1711,475	-	-	1711,475
		<b>Разом по главах 1-9:</b>	1711,475	-	-	1711,475
		<b>Разом по главах 1-12:</b>	1711,475	-	-	1711,475
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	<b>Кошторисний прибуток (П)</b>	43,865	-	-	43,865
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	<b>Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)</b>	-	-	7,934	7,934
		<b>Разом</b>	1755,340	-	7,934	1763,274

1	2	3	4	5	6	7
	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16	<b>Податок на додану вартість</b>	-	-	352,655	352,655
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>	1755,340	-	360,589	2115,929

Керівник проєктної організації \_\_\_\_\_

Головний інженер проєкту  
(Головний архітектор проєкту) \_\_\_\_\_ Гордійчук П.П.

Керівник відділу \_\_\_\_\_

( назва організації, що затверджує )

**Затверджено**

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 2115,929 тис. грн.  
В тому числі зворотних сум \_ тис. грн.

( посилання на документ про затвердження )

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Нове будівництво пасивного будинку "Бумеранг" sandwich  
1

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1  
на Весь комплекс будівельних робіт  
Загальнобудівельні роботи**

Основа:  
креслення (специфікації ) №

Кошторисна вартість	1711,475 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	6,45076 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	333,054 тис. грн.
Середній розряд робіт	3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "25 березня" 2021 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<b>Розділ 1. Фундамент</b>														
1	E1-13-5	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшом місткістю 0,25 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,026	<u>21661,11</u> 781,41	<u>20879,70</u> 6102,29	563	20	<u>543</u> 159	<u>18,5300</u> 110,0580	<u>0,48</u> 2,86			
2	E1-164-2	Розробка ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплень з укосами, група ґрунтів 2	100м3	0,052	<u>10796,63</u> 10796,63	-	561	561	-	<u>261,8000</u> -	<u>13,61</u> -			
3	E1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,052	<u>878,27</u> 850,25	<u>28,02</u> 28,02	46	44	<u>2</u> 1	<u>18,3600</u> 0,5355	<u>0,95</u> 0,03			
4	EN8-2-2	Улаштування основи під фундаменти щебеневі	1 м3	7,8	<u>903,99</u> 106,18	<u>1,10</u> 1,10	7051	828	<u>9</u> 9	<u>2,4000</u> 0,0210	<u>18,72</u> 0,16			
5	EN6-1-22	Улаштування стрічкових фундаментів залізобетонних, при ширині по верху до 1000 мм	100м3	0,182	<u>232186,50</u> 21954,04	<u>893,89</u> 47,53	42258	3996	<u>163</u> 9	<u>456,3300</u> 0,9140	<u>83,05</u> 0,17			
6	PH1-20-1	Засипання вручну траншей, пазух котлованів та ям, група ґрунту 1	100 м3	0,0624	<u>7312,28</u> 7312,28	-	456	456	-	<u>173,4000</u> -	<u>10,82</u> -			
7	EN10-64-2	Утеплення цоколю екструдером товщиною 100 мм	100м	0,49	<u>22931,13</u> 4199,85	-	11236	2058	-	<u>90,6900</u> -	<u>44,44</u> -			
8	EN8-3-6	Гідроізоляція стін, фундаментів бокова обклеювальна по вирівняній поверхні будового мурування, цеглі й бетону додавати на кожен шар понад 2 шари	100м2	0,49	<u>10156,21</u> 1214,43	-	4977	595	-	<u>23,4900</u> -	<u>11,51</u> -			
Разом прямі витрати по розділу 1							67148	8558	<u>717</u> 178		<u>183,58</u> 3,22			
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							67148		57873	8736	4670	21,79	1766	<b>71818</b>
<b>Всього по розділу 1</b>							<b>71818</b>							
<b>Розділ 2. Стіни і перекриття</b>														
9	E12-20-3	Улаштування пароізоляції прокладної в один шар	100м2	1,16	<u>3299,84</u> 541,04	-	3828	628	-	<u>10,9700</u> -	<u>12,73</u> -			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	EH10-54-1	Монтаж каркасів перекриття на фундаменті	100м2	1,16	<u>11369,10</u> 2404,44	-	13188	2789	-	<u>54,3500</u>	<u>63,05</u>
11	EH10-74-1	Влаштування першого сендвіча перекриття	100м2	1,16	<u>42442,51</u> 10522,48	-	49233	12206	-	<u>224,3600</u>	<u>260,26</u>
12	EH10-54-1	Улаштування другого рівня сендвіча перекриття	100м2	1,16	<u>15693,89</u> 2404,44	-	18205	2789	-	<u>54,3500</u>	<u>63,05</u>
13	EH10-54-1	Улаштування третього рівня сендвіча перекриття	100м2	1,16	<u>33947,81</u> 2404,44	-	39379	2789	-	<u>54,3500</u>	<u>63,05</u>
14	EH10-66-2	Збирання зовнішніх стін каркасної конструкції із заповненням плитами мінераловатними з обшивкою в 2 шари з OSB листами	100м2	1,3356	<u>70745,23</u> 21073,66	-	94487	28146	-	<u>467,6800</u>	<u>624,63</u>
15	EH10-66-3	Збирання другого шару несучих стін каркасної конструкції з заповненням плитами мінераловатними в 1 шар	100м2	1,3376	<u>37521,93</u> 7762,41	-	50189	10383	-	<u>170,6400</u>	<u>228,25</u>
16	EH10-66-3	Збирання третього шару несучих стін каркасної конструкції з заповненням плитами мінераловатними в 1 шар	100м2	1,3376	<u>43680,69</u> 7762,41	-	58427	10383	-	<u>170,6400</u>	<u>228,25</u>
17	EH10-54-1	Монтаж каркасів перекриття	100м2	1,16	<u>11369,10</u> 2404,44	-	13188	2789	-	<u>54,3500</u>	<u>63,05</u>
18	EH10-74-1	Влаштування першого сендвіча перекриття і пароізоляції	100м2	1,16	<u>43900,09</u> 10522,48	-	50924	12206	-	<u>224,3600</u>	<u>260,26</u>
19	EH10-54-1	Улаштування другого рівня сендвіча перекриття	100м2	1,16	<u>15693,89</u> 2404,44	-	18205	2789	-	<u>54,3500</u>	<u>63,05</u>
20	EH10-54-1	Улаштування третього рівня сендвіча перекриття	100м2	1,16	<u>33947,81</u> 2404,44	-	39379	2789	-	<u>54,3500</u>	<u>63,05</u>
21	EH10-66-2	Збирання зовнішніх стін каркасної конструкції із заповненням плитами мінераловатними з обшивкою в 2 шари з OSB листами	100м2	0,5664	<u>70745,23</u> 21073,66	-	40070	11936	-	<u>467,6800</u>	<u>264,89</u>
22	EH10-66-3	Збирання другого шару несучих стін каркасної конструкції з заповненням плитами мінераловатними в 1 шар	100м2	0,5664	<u>37521,93</u> 7762,41	-	21252	4397	-	<u>170,6400</u>	<u>96,65</u>
23	EH10-66-3	Збирання третього шару несучих стін каркасної конструкції з заповненням плитами мінераловатними в 1 шар	100м2	0,7	<u>43680,69</u> 7762,41	-	30576	5434	-	<u>170,6400</u>	<u>119,45</u>
24	EH10-8-1	Улаштування обшивки стін гіпсокартонними плитами [фальшстіни] по дерев'яних стінах з пароізоляцією	100м2	1,12	<u>18640,25</u> 11166,09	-	20877	12506	-	<u>218,6000</u>	<u>244,83</u>
25	EH10-8-1	Улаштування обшивки стін гіпсокартонними плитами [фальшстіни] по дерев'яних стінах з пароізоляцією	100м2	0,88	<u>33306,05</u> 11166,09	-	29309	9826	-	<u>218,6000</u>	<u>192,37</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
26	PH13-23-3	Облицювання поверхонь рядовими керамічними глазурованими плитками без карнизних, плінтусних і кутових елементів без установаження плиток туалетного гарнітуру по цеглі та бетону	100м2	0,3	<u>50200,66</u> 20382,12	-	15060	6115	-	<u>389,7900</u>	<u>116,94</u>	
27	& PH4-17-4П	Улаштування підшивки стель плитами гіпсокартонними	100 м2	1,084	<u>5718,05</u> 5718,05	-	6198	6198	-	<u>121,9200</u>	<u>132,16</u>	
		Разом прямі витрати по розділу 2					611974	147098	-		<u>3159,97</u>	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					611974	464876	147098	79728	375,48	30424
		-----					<b>691702</b>					
		<b>Всього по розділу 2</b>					<b>691702</b>					
		<b>Розділ 3. Покрівля</b>										
28	KM1-2-3	Улаштування покрівель із полівінілхлоридних мембран В з утепленням мінеральною ватою та екструзійним пінополістиролом	100 м2	1,29	<u>61834,93</u> 5820,45	<u>28,93</u> 6,18	79767	7508	<u>37</u> 8	<u>127,9500</u> 0,1300	<u>165,06</u> 0,17	
29	KM1-4-2	Улаштування примикань із полівінілхлоридних мембран VauderTHERMOFOL до стін і парапетів із улаштуванням фартуха, додавати на перші повні або неповні 100 мм висоти примикань понад 400 мм	100 м	0,58	<u>11032,51</u> 1327,06	-	6399	770	-	<u>25,9800</u>	<u>15,07</u>	
30	EH11-8-2	Улаштування гравійного баластового шару	м3	6,45	<u>836,22</u> 239,78	-	5394	1547	-	<u>5,4200</u>	<u>34,96</u>	
31	E12-15-1	Улаштування дрібних покриттів [брандмауери, парапети, зв'язи і т.п.] із листової оцинкованої сталі	100м2	0,66	<u>26958,99</u> 6149,97	-	17793	4059	-	<u>132,8000</u>	<u>87,65</u>	
32	KM1-3-1	Встановлення однорівневих ліжок внутрішнього водостоку	1лійка	2	<u>185,75</u> 145,89	-	372	292	-	<u>2,7900</u>	<u>5,58</u>	
33	E9-75-2	Виготовлення драбин, зв'язок, кронштейнів, гальмових конструкцій та ін.	т	0,8	<u>41013,50</u> 8990,08	<u>1992,13</u> 96,89	32811	7192	<u>1594</u> 78	<u>176,0000</u> 1,8720	<u>140,8</u> 1,5	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34	E39-7-5	Монтаж металоконструкцій сходів і площадок	m	0,8	<u>5367,67</u> 3362,75	<u>665,04</u> 21,93	4294	2690	<u>532</u> 18	<u>61,5100</u> 0,4270	<u>49,21</u> 0,34
		Разом прямі витрати по розділу 3					146830	24058	<u>2163</u> 104		<u>498,33</u> 2,01
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					146830 120609 24162 12182 53,91 4368 <b>159012</b>				
		-----									
		<b>Всього по розділу 3</b>					<b>159012</b>				
		<b>Розділ 4. Зовнішнє опорядження</b>									
35	EH15-80-2	Опорядження стін фасадів вент-фасад з риштувань	100 м2	1,332	<u>33612,83</u> 8460,05	-	44772	11269	-	<u>161,7910</u>	<u>215,51</u>
36	EH10-24-1	Заповнення віконних прорізів у дерев'яних рублених стінах одинарними рамами зовні, площа перерізу до 2 м2	100м2	0,1167	<u>113336,81</u> 48839,96	-	13226	5700	-	<u>944,6800</u>	<u>110,24</u>
37	EH10-24-2	Заповнення віконних прорізів у дерев'яних рублених стінах одинарними рамами всередині, площа прорізу більше 2 м2	100м2	0,231	<u>60385,06</u> 32615,46	-	13949	7534	-	<u>630,8600</u>	<u>145,73</u>
38	EH10-26-4	Установлення дверних зовнішніх рам у дерев'яних нерублених стінах, площа прорізу більше 3 м2	100м2	0,0315	<u>55004,46</u> 7783,46	-	1733	245	-	<u>155,9500</u>	<u>4,91</u>
39	EH10-26-3	Установлення зовнішніх рам у дверних прорізах дерев'яних нерублених стін, площа прорізу до 3 м2	100м2	0,0378	<u>38311,59</u> 8848,79	-	1448	334	-	<u>181,7000</u>	<u>6,87</u>
40	EH10-75-1	Утеплення накриття парапетів на каркасі	100м2	0,248	<u>33982,07</u> 5433,78	-	8428	1348	-	<u>119,4500</u>	<u>29,62</u>
		Разом прямі витрати по розділу 4					83556	26430	-		<u>512,88</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн.					83556 57126 26430				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					12789 54,64 4429 <b>96345</b>				
		<b>Всього по розділу 4</b>					<b>96345</b>				
		<b>Розділ 5. Вікна</b>									
41	ЕН10-24-1	Заповнення віконних прорізів у дерев'яних рублених стінах одинарними рамами, площа прорізу до 2 м2	100м2	0,1167	<u>280697,00</u> 48839,96	-	32757	5700	-	<u>944,6800</u>	<u>110,24</u>
42	ЕН10-24-2	Заповнення віконних прорізів у дерев'яних рублених стінах одинарними рамами, площа прорізу більше 2 м2	100м2	0,231	<u>281925,41</u> 32615,46	-	65125	7534	-	<u>630,8600</u>	<u>145,73</u>
43	ЕН10-24-1	Заповнення віконних прорізів у дерев'яних рублених стінах одинарними рамами всередині, площа перерізу до 2 м2	100м2	0,1167	<u>100042,61</u> 48839,96	-	11675	5700	-	<u>944,6800</u>	<u>110,24</u>
44	ЕН10-24-2	Заповнення віконних прорізів у дерев'яних рублених стінах одинарними рамами всередині, площа прорізу більше 2 м2	100м2	0,231	<u>82101,34</u> 32615,46	-	18965	7534	-	<u>630,8600</u>	<u>145,73</u>
45	ЕН10-34-1	Установлення ролетів на вікна	100м2	0,1401	<u>70507,49</u> 16433,49	-	9878	2302	-	<u>325,4800</u>	<u>45,6</u>
		Разом прямі витрати по розділу 5					138400	28770	-		<u>557,54</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, 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>					138400 109630 28770 14792 66,91 5421 <b>153192</b>				
		<b>Всього по розділу 5</b>					<b>153192</b>				



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Розділ 6. Двері зовнішні</b>									
46	ЕН10-26-3	Установлення дверних блоків у перегородках і дерев'яних нерублених стінах, площа прорізу до 3 м2	100м2	0,0378	<u>455059,72</u> 8848,79	-	17201	334	-	<u>181,7000</u>	<u>6,87</u>
47	ЕН10-26-4	Установлення дверних блоків у перегородках і дерев'яних нерублених стінах, площа прорізу більше 3 м2	100м2	0,032	<u>457427,34</u> 7783,46	-	14638	249	-	<u>155,9500</u>	<u>4,99</u>
48	ЕН10-26-4	Установлення дверних внутрішніх рам у дерев'яних нерублених стінах, площа прорізу більше 3 м2	100м2	0,0315	<u>57269,34</u> 7783,46	-	1804	245	-	<u>155,9500</u>	<u>4,91</u>
49	ЕН10-26-3	Установлення внутрішніх рам у дверних прорізах дерев'яних нерублених стін, площа прорізу до 3 м2	100м2	0,0378	<u>59970,75</u> 8848,79	-	2267	334	-	<u>181,7000</u>	<u>6,87</u>
		Разом прямі витрати по розділу 6					35910	1162	-		<u>23,64</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					35910 34748 1162 615 2,83 231 <b>36525</b>				
		<b>Всього по розділу 6</b>					<b>36525</b>				
		<b>Розділ 7. Двері внутрішні</b>									
50	ЕН10-26-2	Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу більше 3 м2	100м2	0,063	<u>114063,68</u> 6375,81	-	7186	402	-	<u>124,8200</u>	<u>7,86</u>
51	ЕН10-26-1	Установлення дверних блоків у зовнішніх і внутрішніх прорізах кам'яних стін, площа прорізу до 3 м2	100м2	0,0735	<u>114685,52</u> 6970,93	-	8429	512	-	<u>139,6700</u>	<u>10,27</u>
52	ЕН11-36-1	Улаштування покриттів з дошок паркетних по укладених лагах	100м2	0,932	<u>98302,17</u> 3091,87	-	91618	2882	-	<u>60,5300</u>	<u>56,41</u>
53	ЕН11-11-1	Улаштування стяжок цементних товщиною 20 мм	100м2	0,162	<u>5911,77</u> 2604,94	-	958	422	-	<u>56,2500</u>	<u>9,11</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
54	EH11-11-4 к=2	Додавати або виключати на кожні 5 мм зміни товщини стяжок цементних з напієсухої суміші	100м2	0,162	<u>420,49</u> 420,49	-	68	68	-	<u>9,0800</u>	<u>1,47</u>
55	EH11-29-2	Улаштування покриттів з керамічних плиток на розчині із сухої клеючої суміші, кількість плиток в 1 м2 понад 7 до 12 шт	100м2	0,162	<u>50790,79</u> 8328,33	-	8228	1349	-	<u>164,9500</u>	<u>26,72</u>
		Разом прями витрати по розділу 7					116487	5635	-		<u>111,84</u>
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					116487	110852	5635	2936	13,42
										1088	<b>119423</b>
											<b>119423</b>
		<b>Всього по розділу 7</b>									
		<b>Розділ 8. Електропостачання</b>									
56	& C111-СБС	Сонячна електростанція "Оптимум" в комплекті з монтажем постачальника 5 кВт	шт	1	<u>87747,62</u>	-	87748	-	-	-	-
57	& C123-ВГГ2	Вітрогенератор горизонтальний потужністю 2 кВт/год	шт	1	<u>23869,56</u>	-	23870	-	-	-	-
58	& C1547-6ПА	Акумулятор МНВ гелевий 200Ач 12В, GEL, модель-MNG200-12 (для автономних сонячних електростанцій)	шт	2	<u>11128,29</u>	-	22257	-	-	-	-
59	PH17-5-1	Прокладання проводів при схованій проводці в порожнинах перекриттів і перегородок	100м	3,12	<u>1178,78</u> 956,29	-	3678	2984	-	<u>20,3900</u>	<u>63,62</u>
60	M8-420-1	Коробка відгалужувальна	100 шт	0,01	<u>21337,33</u> 17081,15	-	213	171	-	<u>334,4000</u>	<u>3,34</u>
61	E21-22-2	Установлення вимикачів заглибленого типу при схованій проводці одноклавішних	100шт	0,09	<u>2090,41</u> 1281,86	-	188	115	-	<u>27,6800</u>	<u>2,49</u>
62	E21-22-3	Установлення вимикачів заглибленого типу при схованій проводці двоклавішних	100шт	0,03	<u>2236,83</u> 1356,88	-	67	41	-	<u>29,3000</u>	<u>0,88</u>
63	E21-22-4	Установлення вимикачів герметичних і напієгерметичних	100шт	0,01	<u>3301,14</u> 2309,94	-	33	23	-	<u>49,8800</u>	<u>0,5</u>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
64	E21-22-8	Установлення штепсельних розеток заглибленого типу при схованій проводці	100шт	0,18	8749,19	-	1575	232	-	27,8200	5,01
					1288,34	-			-		
65	PH17-11-9	Монтаж LED-люстр	100шт	0,04	304858,93	-	12194	359	-	186,4800	7,46
					8971,55	-			-		
66	PH17-11-9	Монтаж LED-світильників	100шт	0,07	52918,93	-	3704	628	-	186,4800	13,05
					8971,55	-			-		
67	PH17-11-9	Монтаж LED-світильників вуличних	100шт	0,07	27418,93	-	1919	628	-	186,4800	13,05
					8971,55	-			-		
68	E21-22-12	Установлення вимикачів, перемикачів пакетних 2-х і 3-х полюсних на струм до 25 А	100шт	0,03	10955,15	-	329	310	-	207,2000	6,22
					10341,35	-			-		
		Разом прями витрати по розділу 8					157775	5491	-		115,62
		Разом будівельні роботи, грн.					157775				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					152284				
		всього заробітна плата, грн.					5491				
		Загальновиробничі витрати, грн.					2658				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					11,22				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					910				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>160433</b>				
		-----									
		<b>Всього по розділу 8</b>					<b>160433</b>				
		<b>Розділ 9. Водопровід</b>									
69	E4-62-2	Спорудження шахтних колодязів в ґрунтах групи 2	м	12	1101,63	227,23	13220	1228	2727	2,0500	24,6
					102,32	61,54			738	1,2190	14,63
70	E18-13-1	Установлення насосної станції	шт	1	3478,42	-	3478	1076	-	21,3200	21,32
					1076,45	-			-		
71	E1-13-5	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами зворотна лопата з ковшом місткістю 0,25 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,003	21661,11	20879,70	65	2	63	18,5300	0,06
					781,41	6102,29			18	110,0580	0,33
72	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,18	13661,52	624,64	2459	1645	112	172,2000	31
					9138,65	343,81			62	6,8880	1,24
73	PH1-20-1	Засипання вручну траншей, пазух котлованів та ям, група ґрунту 1	100 м3	0,03	7312,28	-	219	219	-	173,4000	5,2
					7312,28	-			-		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
74	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,41	<u>14430,83</u> 11227,49	<u>1093,13</u> 601,67	5917	4603	<u>448</u> 247	<u>211,5600</u> 12,0540	<u>86,74</u> 4,94
75	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,14	<u>18542,22</u> 14273,71	<u>1795,85</u> 988,45	2596	1998	<u>251</u> 138	<u>268,9600</u> 19,8030	<u>37,65</u> 2,77
76	RH15-33-3	Установлення змішувачів	10шт	0,2	<u>19282,48</u> 700,52	-	3856	140	-	<u>13,2000</u>	<u>2,64</u>
77	RH15-33-3	Установлення змішувачів душової kabіни	10шт	0,1	<u>2800,30</u> 700,52	-	280	70	-	<u>13,2000</u>	<u>1,32</u>
78	RH15-32-6	Установлення умивальників одиночних з підведенням холодної та гарячої води	10к-т	0,1	<u>27481,56</u> 1923,23	-	2748	192	-	<u>36,7800</u>	<u>3,68</u>
79	RH15-32-6	Установлення мийок одиночних з підведенням холодної та гарячої води	10к-т	0,1	<u>2849,75</u> 1923,23	-	285	192	-	<u>36,7800</u>	<u>3,68</u>
80	RH15-38-1	Установлення резервуара теплообмінного	шт	1	<u>13230,32</u> 1290,79	-	13230	1291	-	<u>25,2700</u>	<u>25,27</u>
81	RH15-37-1	Підключення солярних панелей	10к-т	0,3	<u>20127,81</u> 7581,80	-	6038	2275	-	<u>148,4300</u>	<u>44,53</u>
82	RH15-23-2	Установлення кулькових кранів діаметром 25 мм	шт	9	<u>1815,41</u> 29,72	-	16339	267	-	<u>0,5600</u>	<u>5,04</u>
83	RH15-32-10	Установлення піддонів душових сталевих	10к-т	0,1	<u>2255,35</u> 921,30	-	226	92	-	<u>18,6800</u>	<u>1,87</u>
		Разом прями витрати по розділу 9					70956	15290	<u>3601</u> 1203		<u>294,6</u> 23,91
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					70956				
		-----									
		<b>Всього по розділу 9</b>					<b>78872</b>				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Розділ 10. Каналізація</b>									
84	E4-62-2	Спорудження дренажного колодязя в ґрунтах групи 2	м	2,4	<u>2378,52</u> 102,32	<u>227,23</u> 61,54	5708	246	<u>545</u> 148	<u>2,0500</u> 1,2190	<u>4,92</u> 2,93
85	E16-13-2	Прокладання трубопроводів каналізації з поліетиленових труб низького тиску діаметром 100 мм	100м	0,02	<u>52500,87</u> 4949,26	-	1050	99	-	<u>91,8400</u>	<u>1,84</u>
86	E1-13-5	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами зворотна лопата з ковшом місткістю 0,25 м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,018	<u>21661,11</u> 781,41	<u>20879,70</u> 6102,29	390	14	<u>376</u> 110	<u>18,5300</u> 110,0580	<u>0,33</u> 1,98
87	E5-121-1	Улаштування монолітного днища колодязя	м3	0,8	<u>2503,78</u> 283,60	-	2003	227	-	<u>5,0400</u>	<u>4,03</u>
88	E7-62-2	Улаштування камер зі стінами з монолітного бетону	100м3	0,058	<u>397230,47</u> 55249,52	-	23039	3204	-	<u>1148,4000</u>	<u>66,61</u>
89	EH10-64-2	Утеплення зовні стін септика екструдером товщиною 100 мм	100м	0,086	<u>22931,13</u> 4199,85	-	1972	361	-	<u>90,6900</u>	<u>7,8</u>
90	E12-18-1	Утеплення покриття септика плитами з екструдера на бітумній мастиці в один шар	100м2	0,042	<u>23552,25</u> 1361,05	-	989	57	-	<u>29,3900</u>	<u>1,23</u>
91	E16-13-2	Прокладання трубопроводів каналізації з поліетиленових труб низького тиску діаметром 100 мм в ґрунті з утепленням	100м	0,17	<u>56810,24</u> 4949,26	-	9658	841	-	<u>91,8400</u>	<u>15,61</u>
92	RH1-20-1	Засипання вручну траншей, пазух котлованів та ям, група ґрунту 1	100 м3	0,06	<u>7312,28</u> 7312,28	-	439	439	-	<u>173,4000</u>	<u>10,4</u>
93	E16-13-2	Прокладання трубопроводів каналізації з поліетиленових труб низького тиску діаметром 100 мм всередині будівлі	100м	0,17	<u>54711,69</u> 4949,26	-	9301	841	-	<u>91,8400</u>	<u>15,61</u>
94	E16-13-1	Прокладання трубопроводів каналізації з поліетиленових труб низького тиску діаметром 50 мм	100м	0,16	<u>20703,68</u> 5161,58	-	3313	826	-	<u>95,7800</u>	<u>15,32</u>
95	RH15-44-3 K=0,5	Монтаж сифонів	шт	2	<u>19,87</u> 19,87	-	40	40	-	<u>0,3800</u>	<u>0,76</u>
96	RH15-44-3 K=0,8	Монтаж сифонів до кухонних мийок	шт	1	<u>31,79</u> 31,79	-	32	32	-	<u>0,6080</u>	<u>0,61</u>
97	E17-3-1	Установлення унітазів із бачком безпосередньо приєднаним	10компл.	0,1	<u>2222,86</u> 1882,40	-	222	188	-	<u>36,4100</u>	<u>3,64</u>
		Разом прямі витрати по розділу 10					58156	7415	<u>921</u> 258		<u>148,71</u> 4,91
		Разом будівельні роботи, грн.					58156				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					49820				
		всього заробітна плата, грн.					7673				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиборні витрати, грн. трудоємність в загальновиборні витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиборні витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					3893 17,24 1397 <b>62049</b>				
-----											
		<b>Всього по розділу 10</b>					<b>62049</b>				
		<b>Розділ 11. Опалення і вентиляція</b>									
98	E20-31-1	Приточно-втяжного блока з рекуператором	шт	1	16895,00 515,00	-	16895	515	-	10,2000	10,2
99	E18-5-3	Установлення біотеплового пристрою до 5 м3	шт	1	43153,70 2326,58	-	43154	2327	-	46,0800	46,08
100	& C171-3003B1	Зонт вентиляційний на вертикальну трубу 100 мм	шт	1	285,60	-	286	-	-	-	-
101	E16-13-2	Прокладання трубопроводів вентиляції з поліетиленових труб низького тиску діаметром 100 мм в ґрунті без утеплення	100м	0,21	18217,24 4949,26	-	3826	1039	-	91,8400	19,29
102	E16-13-2 K=1,2	Прокладання трубопроводів вентиляції з поліетиленових труб низького тиску діаметром 100 мм в ґрунті з утепленням	100м	0,1	22179,39 5939,11	-	2218	594	-	110,2080	11,02
103	E16-13-2	Прокладання трубопроводів вентиляції з поліетиленових труб низького тиску діаметром 100 мм в пустотах стін і перекриття	100м	0,46	21637,97 4949,26	-	9953	2277	-	91,8400	42,25
104	PH15-122-17	Установлення ґрат жалюзійних	ґрати	8	283,61 101,78	-	2269	814	-	2,0900	16,72
Разом прямі витрати по розділу 11							78601	7566	-		145,56
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиборні витрати, грн. трудоємність в загальновиборні витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиборні витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							78601 71035 7566 3505 14,1 1141 <b>82106</b>				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		-----										
		<b>Всього по розділу 11</b>						<b>82106</b>				
		Разом прямі витрати по кошторису						1565793	277473	<u>7402</u>		<u>5752,27</u>
		Разом будівельні роботи, грн.						1565793		1743		34,05
		в тому числі:										
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.						1280918				
		всього заробітна плата, грн.						279216				
		Загальновиробничі витрати, грн.						145682				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.						664,44				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.						53838				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>						<b>1711475</b>				
		-----										
		<b>Всього по кошторису</b>						<b>1711475</b>				
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b>						<b>6450,76</b>				
		<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>						<b>333054</b>				

		<b>Разом по главах 1-12:</b>						<b>1711475</b>				
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16		Кошторисний прибуток (П)						43865				
ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16		Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)						7934				
		<b>Разом (гл. 1-12 + П + АВ + Р + І)</b>						<b>1763274</b>				
		<b>Разом:</b>						<b>1763274</b>				
		<b>Податок на додану вартість</b>										
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>						<b>352655</b>				
								<b>2115929</b>				

Керівник проєктної організації \_\_\_\_\_

Головний інженер проєкту \_\_\_\_\_ Гордійчук П.П.  
(Головний архітектор проєкту)

Керівник відділу \_\_\_\_\_





# БУДІВЛІ З БЛИЗЬКИМ ДО НУЛЯ СПОЖИВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є вивчення і аналіз сучасного інженерного досвіду будівництва пасивних будівель, пошук шляхів його адаптації і вдосконалення для використання в кліматичних умовах України. Вивчення і аналіз недосліджених можливостей компенсації теплових втрат, та пошук механізмів їх реалізації в сучасному проектуванні пасивних будівель.

## **Задачі дослідження:**

- оцінка можливості інтеграції альтернативних джерел теплової енергії в системі життєзабезпечення будівель з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів
- оцінка відповідності конструктивних рішень будівлі вимогам енергоефективності
- розробка пропозицій по вдосконаленню конструкцій і покращення їх тепломеханічних показників
- створення повністю автономної (без підключення до зовнішніх мереж і використання сторонніх енергоресурсів) системи життєзабезпечення будинку, розташованого на стандартній ділянці 0,1 Га
- порівняльний аналіз економічної ефективності запропонованих вдосконалень

**Об'єкт дослідження** -одноповерховий житловий будинок на одну сім'ю, котрий розташований на ділянці під забудову площею 0,1 Га в місті Вінниця, та має загальну площу 110 м<sup>2</sup>. Плоска покрівля експлуатована і призначена для розміщення геліосистем, сонячних генераторів і збору дощової води для подальшого використання. Матеріал виконання проекту - CLT панелі товщиною 200 мм.

**Предмет дослідження** - витрати енергії на опалення та охолодження, необхідні типи і товщина матеріалів утеплення будинку, порівняння різних систем енергопостачання, щомісячний баланс енергоспоживання (опалення-охолодження), вартість опалення-охолодження різними джерелами тепла-холоду, розрахунок радару Active House

**Методи дослідження** - камеральний збір і аналіз даних та чисельне моделювання процесів генерації теплової енергії, розрахунок енергоспоживання житлового будинку 110 м<sup>2</sup> за програмою планування пасивних будинків РНРР 2007, побудова епюрів ефективності утеплення, порівняльний аналіз впливу теплопровідних включень на загальну конструкцію утеплення діючої і запропонованої систем утеплення будівлі

## **Наукова новизна:**

Першою новизною запропонованої системи є впровадження анаеробно-рекуперативного підігріву припливного повітря за рахунок теплової енергії стоків, котра поповнюється за рахунок зливу використаної гарячої води і діяльності анаеробних бактерій і каналізаційному колекторі.

Другою новизною є впровадження гумусного котла (біологічного теплового реактора), котрий догріває припливне повітря за рахунок переробки ТПВ на гумус аеробними бактеріями, забезпечуючи найвищий вихід енергії з органічного сміття екологічним бездимним способом.

Третьою новизною є впровадження системи розрахунку ефективності конструкції утеплення шляхом побудови епюри ефективності утеплення, що дозволяє проаналізувати вплив теплопровідних включень на загальну ефективність конструкції утеплення і коригувати конструкцію для повної відповідності проектним вимогам.

Четвертою новизною є впровадження системи потрійного збірного сандвіча, конструкція якого дозволяє регулювати довжину містків холоду для досягнення максимальної ефективності конструкції утеплення.

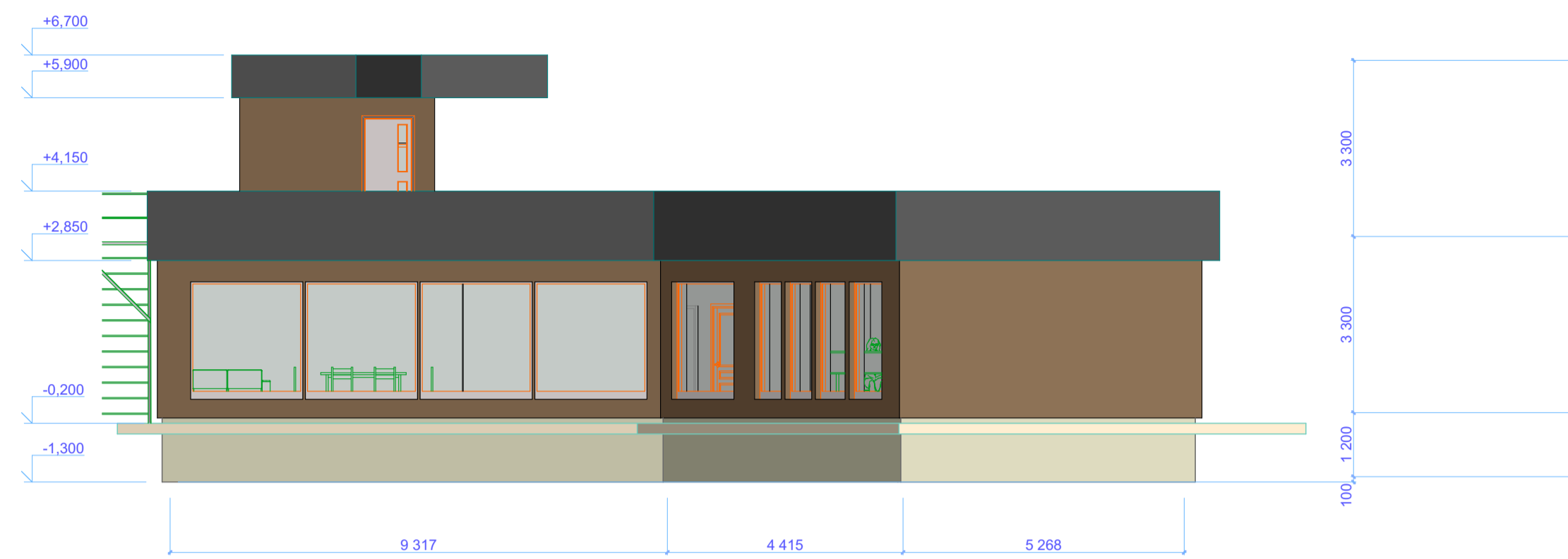
П'ятою новизною є використання суміщеного теплообмінного накопичувача, котрий дозволяє використовувати змішану систему підігріву ГВП одночасно і посезонно гумусним котлом і геліосистемою, забезпечуючи безперебійне цілорічне гаряче водопостачання.

## **Практична цінність роботи:**

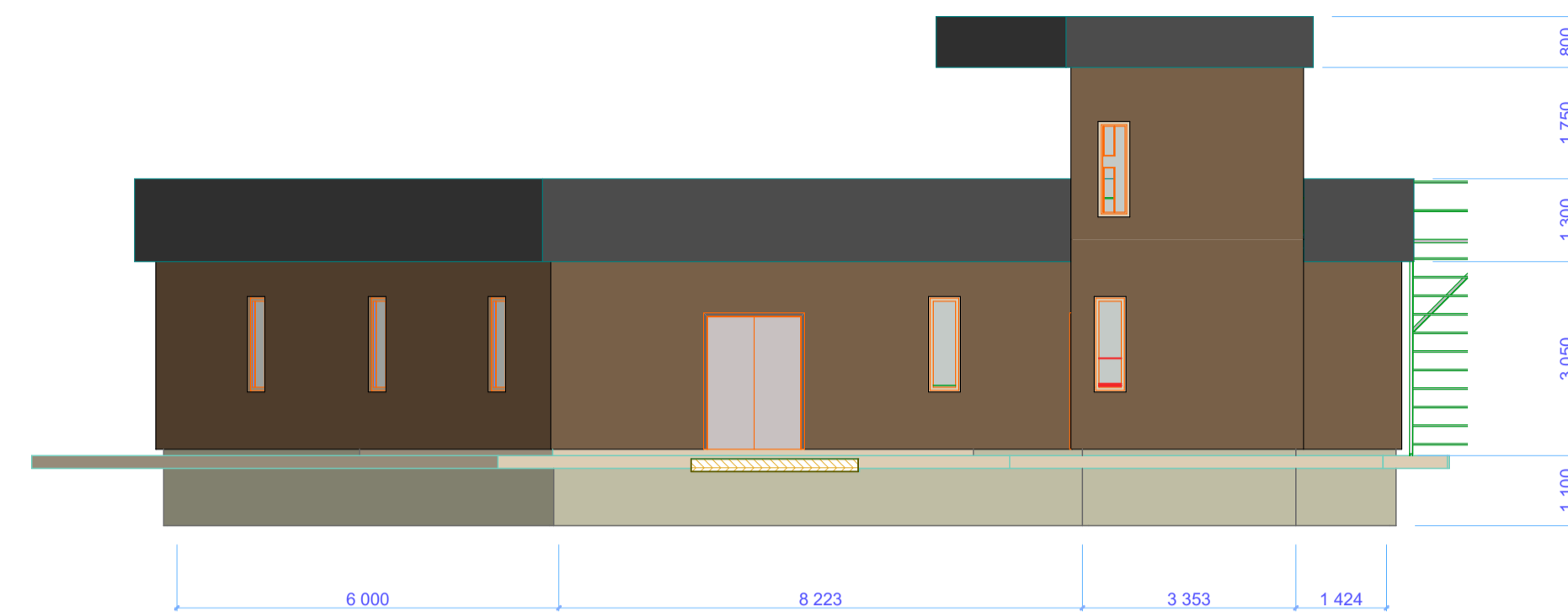
- В результаті виконання роботи отримано інженерний досвід і розроблено методику розрахунку системи утеплення огорожувальних конструкцій з врахуванням зниження їх ефективності із-за наявності теплопровідних включень. Виразовувати коефіцієнт запасу утеплення для компенсації втрат, регулювати розташування теплопровідних включень для підвищення ефективності утеплення. Розроблено конструкцію ефективного утеплення. Розроблено конструкцію гумусного котла і систему розрахунків його необхідного об'єму для забезпечення тепловою енергією будинку. Запроваджені нові шляхи рекуперативної теплової енергії стоків, котра поповнюється зливом використаної теплої води і діяльності анаеробних бактерій в каналізаційному колекторі. Розроблено проект автономного будинку з нульовим споживанням зовнішніх енергетичних ресурсів з кошторисною вартістю квадратного метра не більше діючих ринкових розцінок на житло (під ключ) в Україні.

**Особистий внесок здобувача** полягає у вивченні і аналізі сучасного інженерного досвіду будівництва пасивних будівель, виробленні шляхів його адаптації і вдосконалення для використання в кліматичних умовах України. Вивченні і аналізі недосліджених можливостей компенсації теплових втрат, та пропозиція механізмів їх реалізації в сучасному проектуванні пасивних будівель.

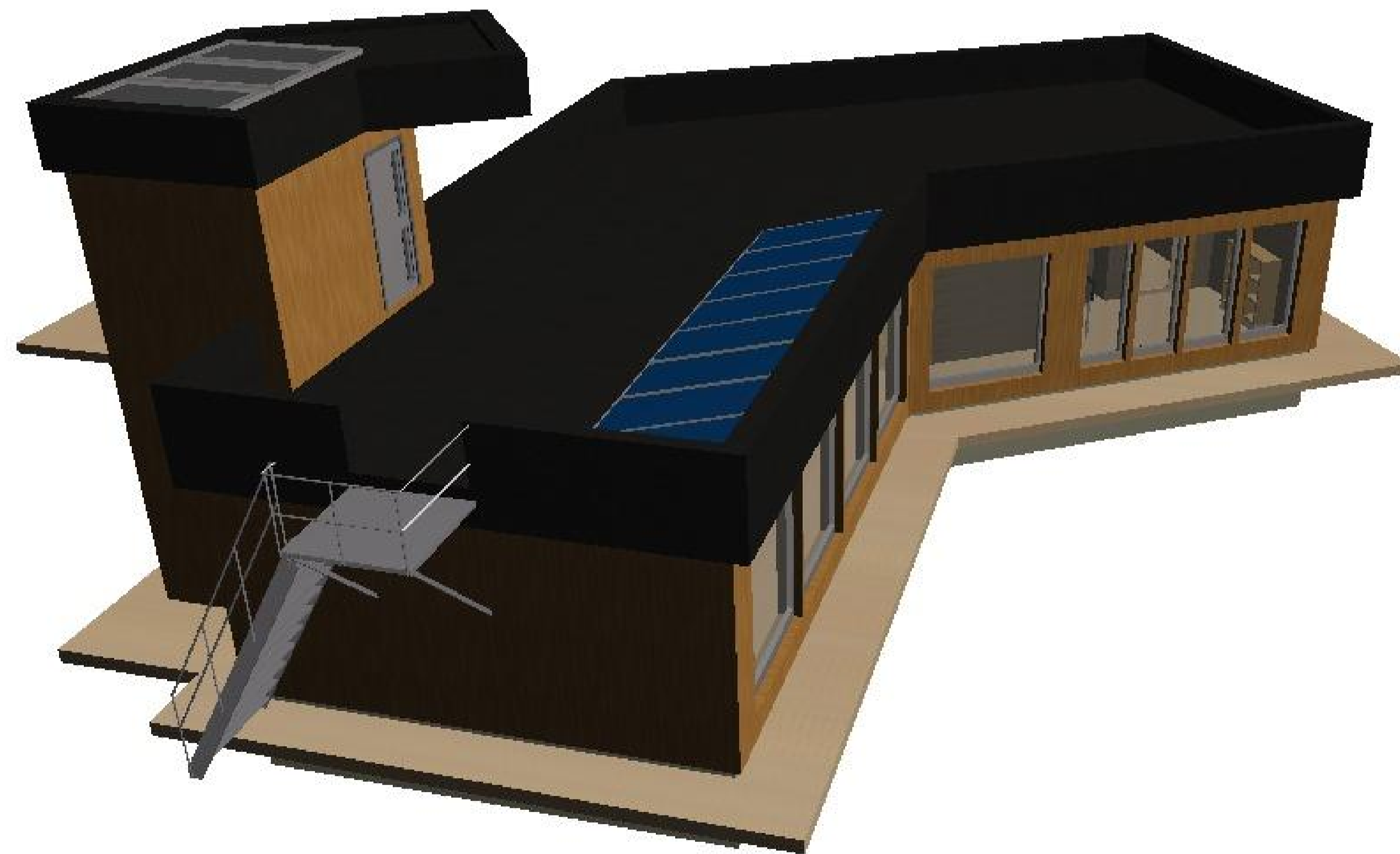
# БУДИНОК З НУЛЬОВИМ СПОЖИВАННЯМ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ "БУМЕРАНГ"



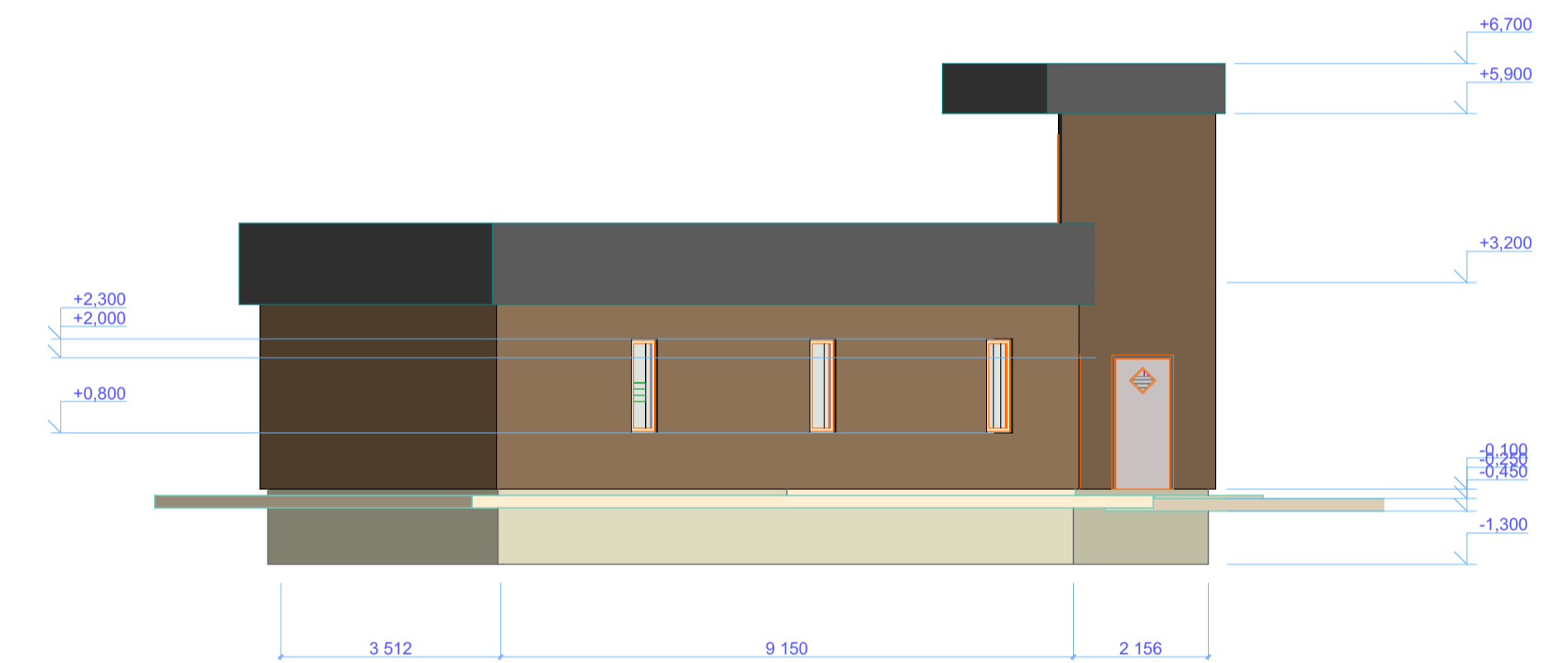
ПІВНІЧНИЙ ФАСАД  
1:100



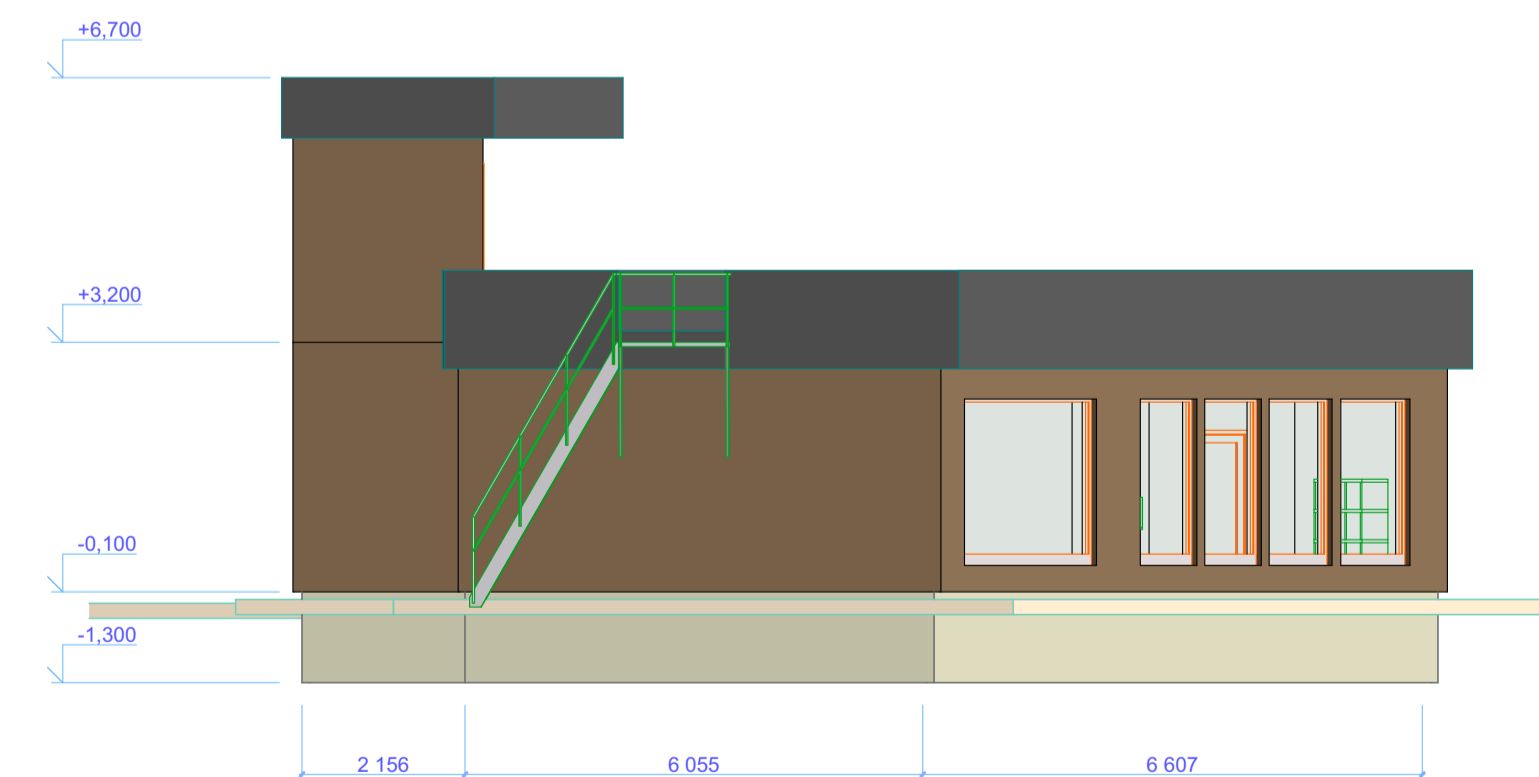
ПІВДЕННИЙ ФАСАД  
1:100



ПЕРСПЕКТИВА  
1:83,33



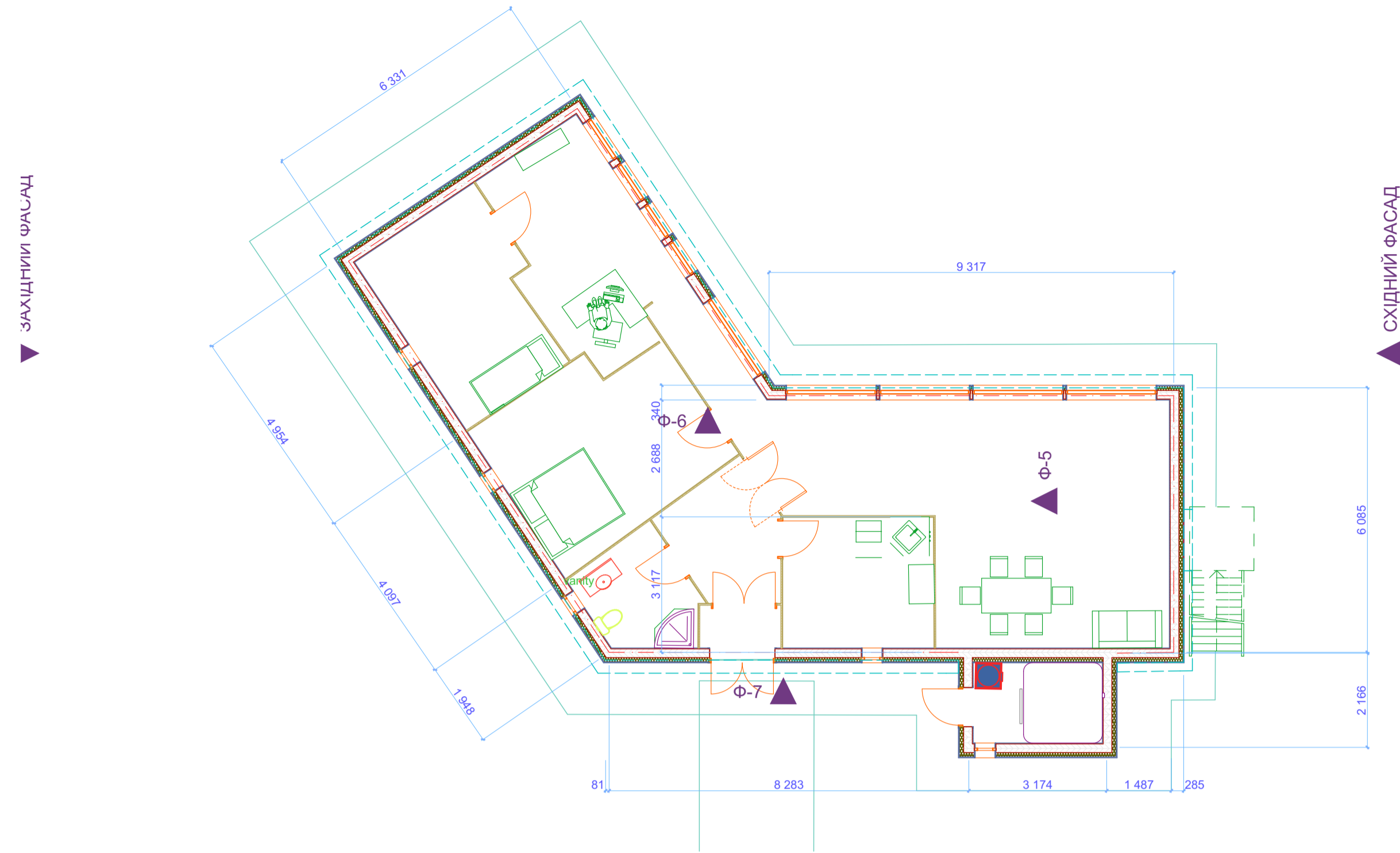
ЗАХІДНИЙ ФАСАД  
1:100



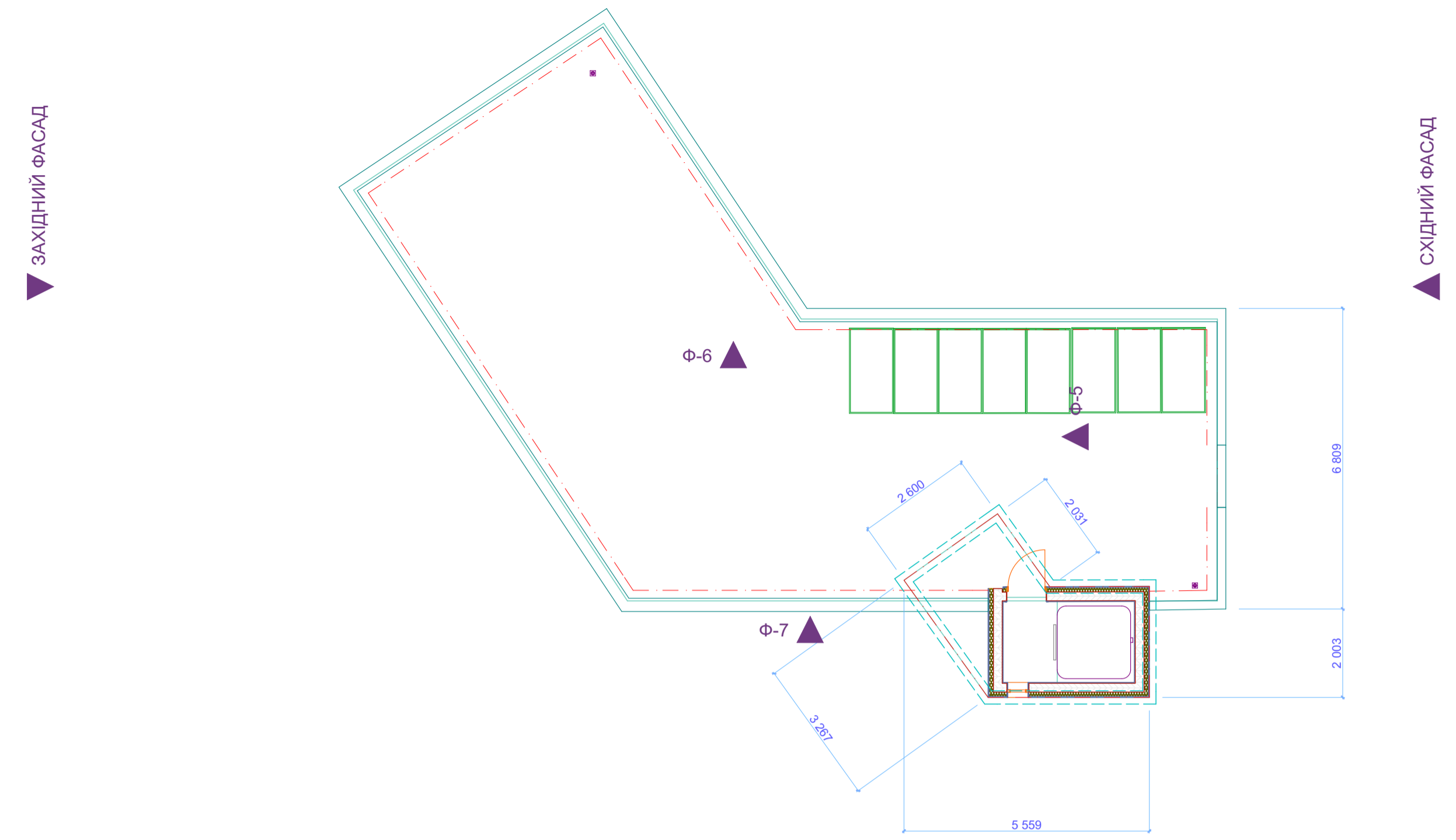
СХІДНИЙ ФАСАД  
1:100

08-08.МКР.006-АР/АБ					
Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів					
Зм.	Кв.д.	Лист	Чіток	Підп.	Дата
Розробив	Гордічак П.П.				
Перевірив	Андрієв В.М.				
Енергоефективний будинок "БУМЕРАНГ"- ФАСАДИ				Стадія	Аркуш
Потрійний сендвіч фанера, OSB, дерево, утеплювач - мінеральна вата				МКР	АР1
				Аркуші	12
				ВНТУ КБМГА	

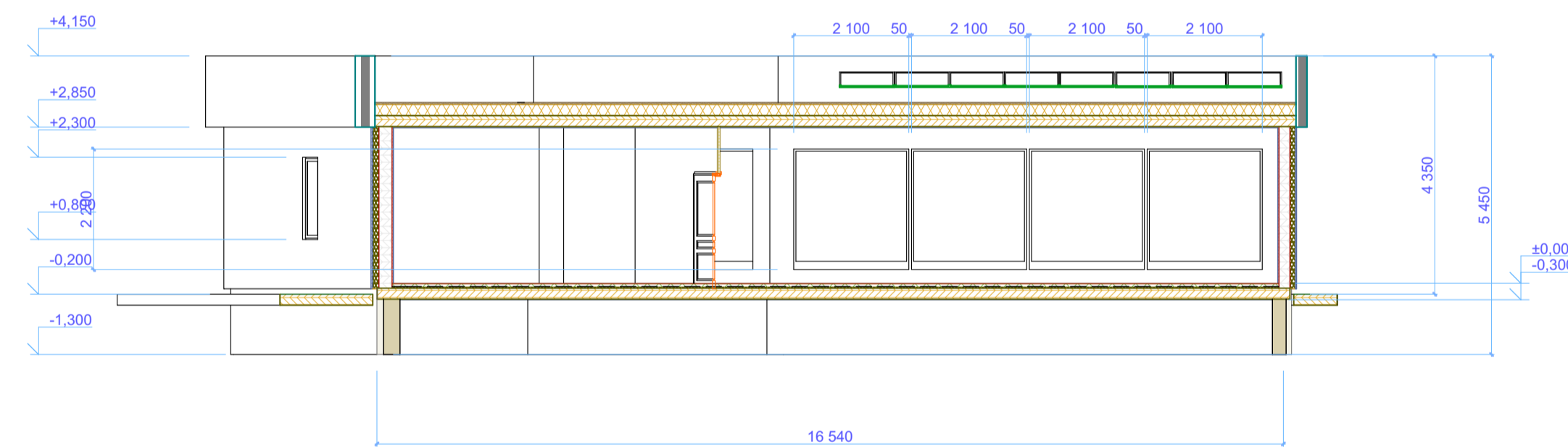
# БУДИНОК З НУЛЬОВИМ СПОЖИВАННЯМ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ "БУМЕРАНГ"



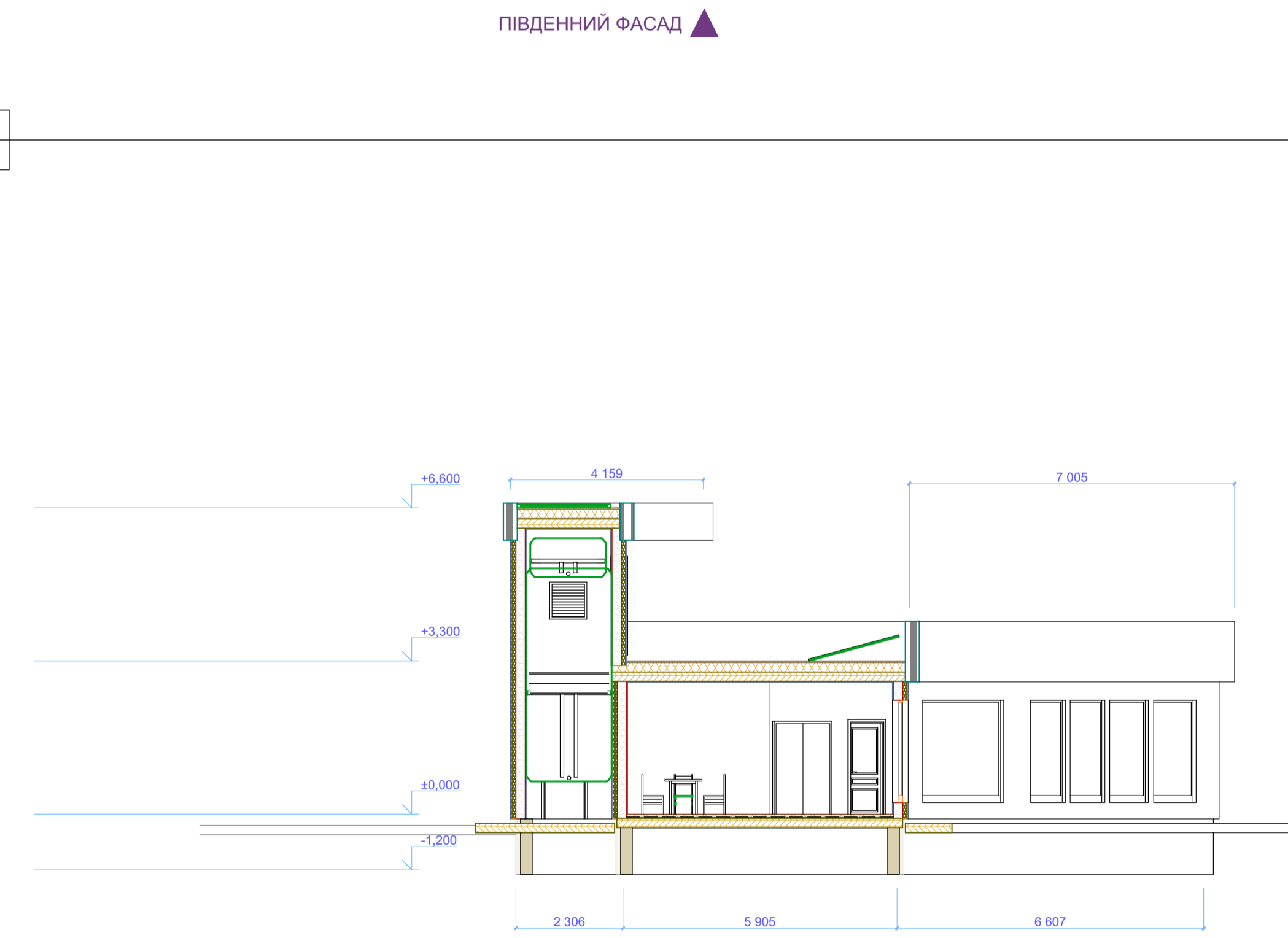
1. ПЛАН ПЕРШОГО ПОВЕРХУ  
1:100



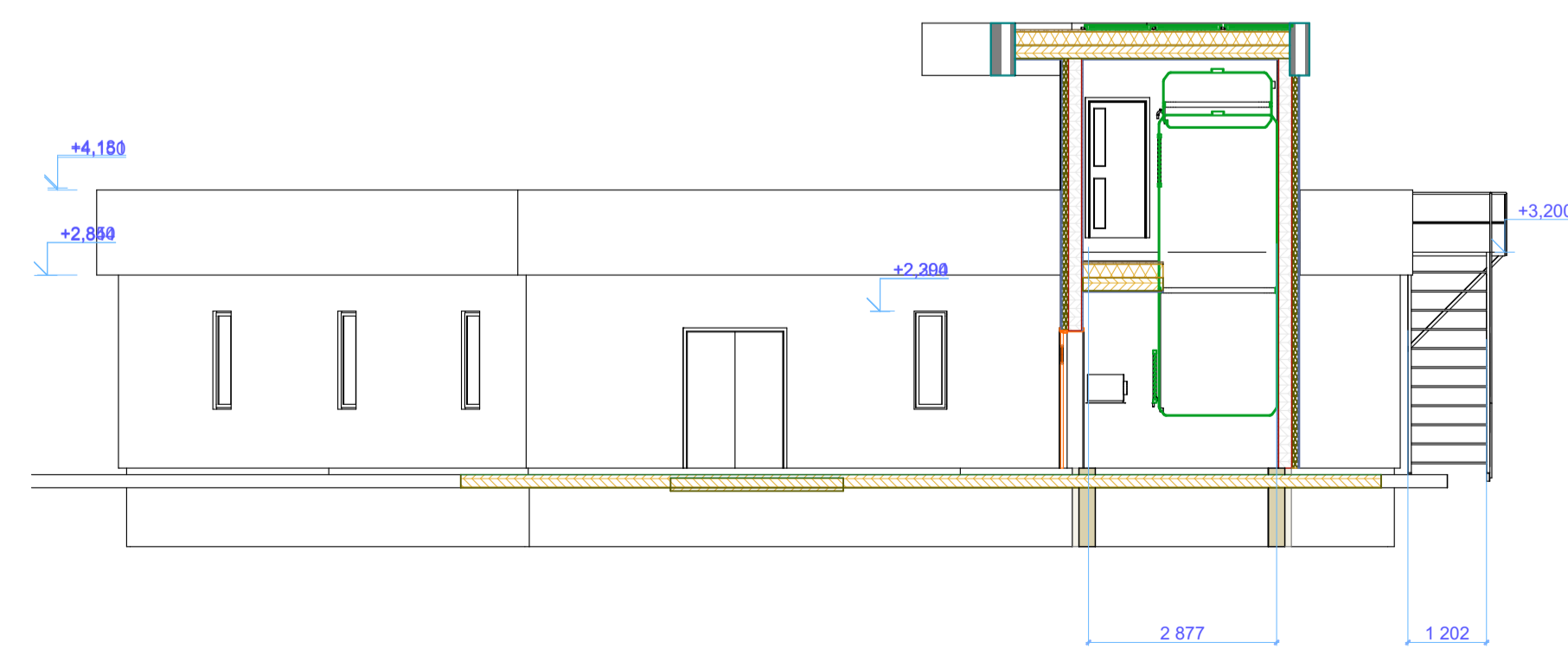
2. ПЛАН ДРУГОГО ПОВЕРХУ  
1:100



Φ-6 РОЗРІЗ Ф-6  
1:100



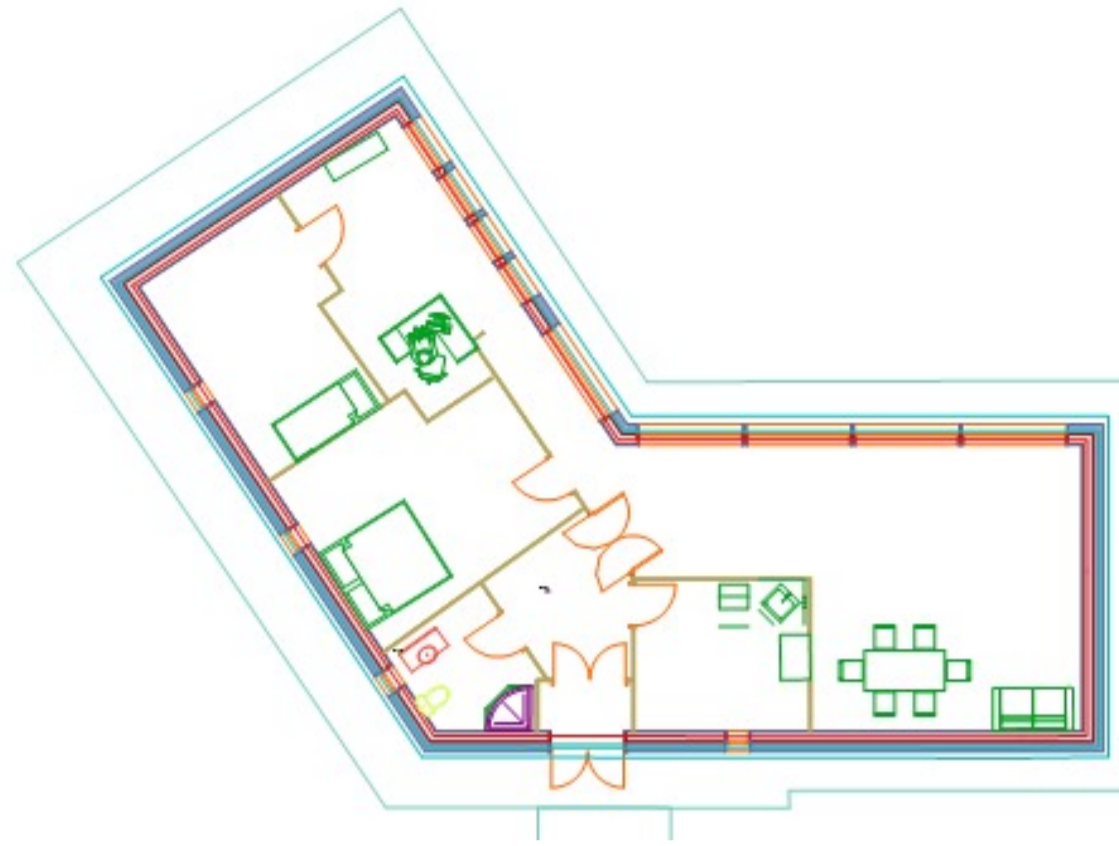
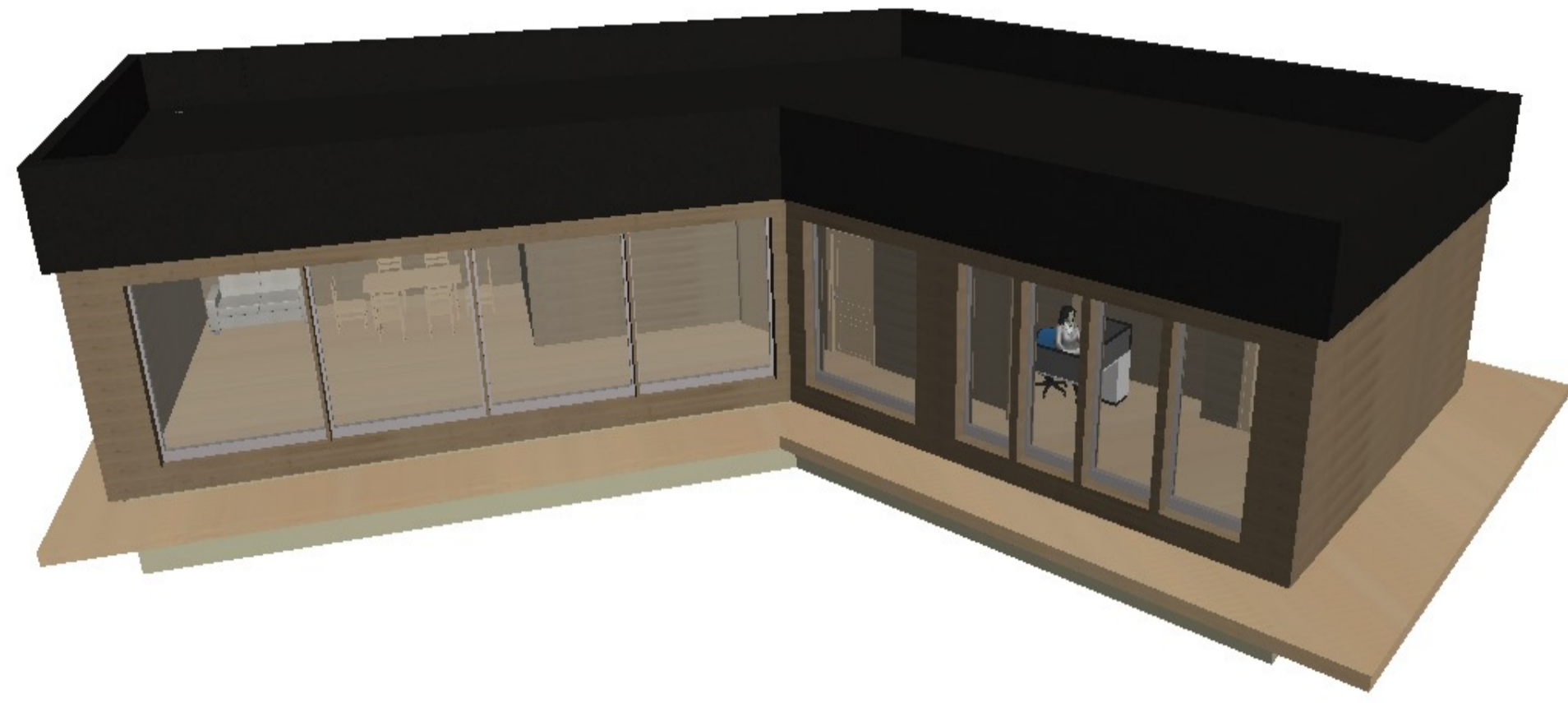
Φ-5 РОЗРІЗ Ф-5  
1:100



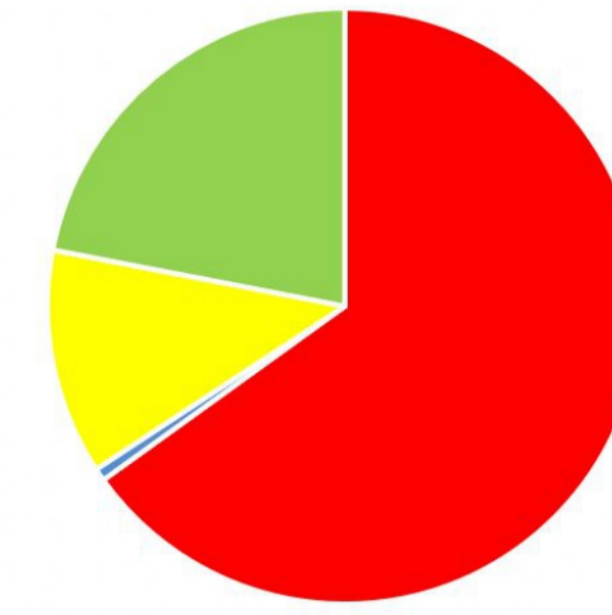
Φ-7 РОЗРІЗ Ф-7  
1:100

08-08.МКР.006-АР/АБ					
Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів					
Зм.	Кв.д.	Лист	Число	Підп.	Дата
Розробив	Гордійчук П.П.				
Перевірив	Андрухов В.М.				
Енергоефективний будинок "БУМЕРАНГ" - Розрізи				Стадія	Аркуш
Потрійний сендвіч фанера, OSB, дерево, утеплювач - мінеральна вата				МКР	АР2
				Аркушів	12
				ВНТУ КБМГА	

# АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКУ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ

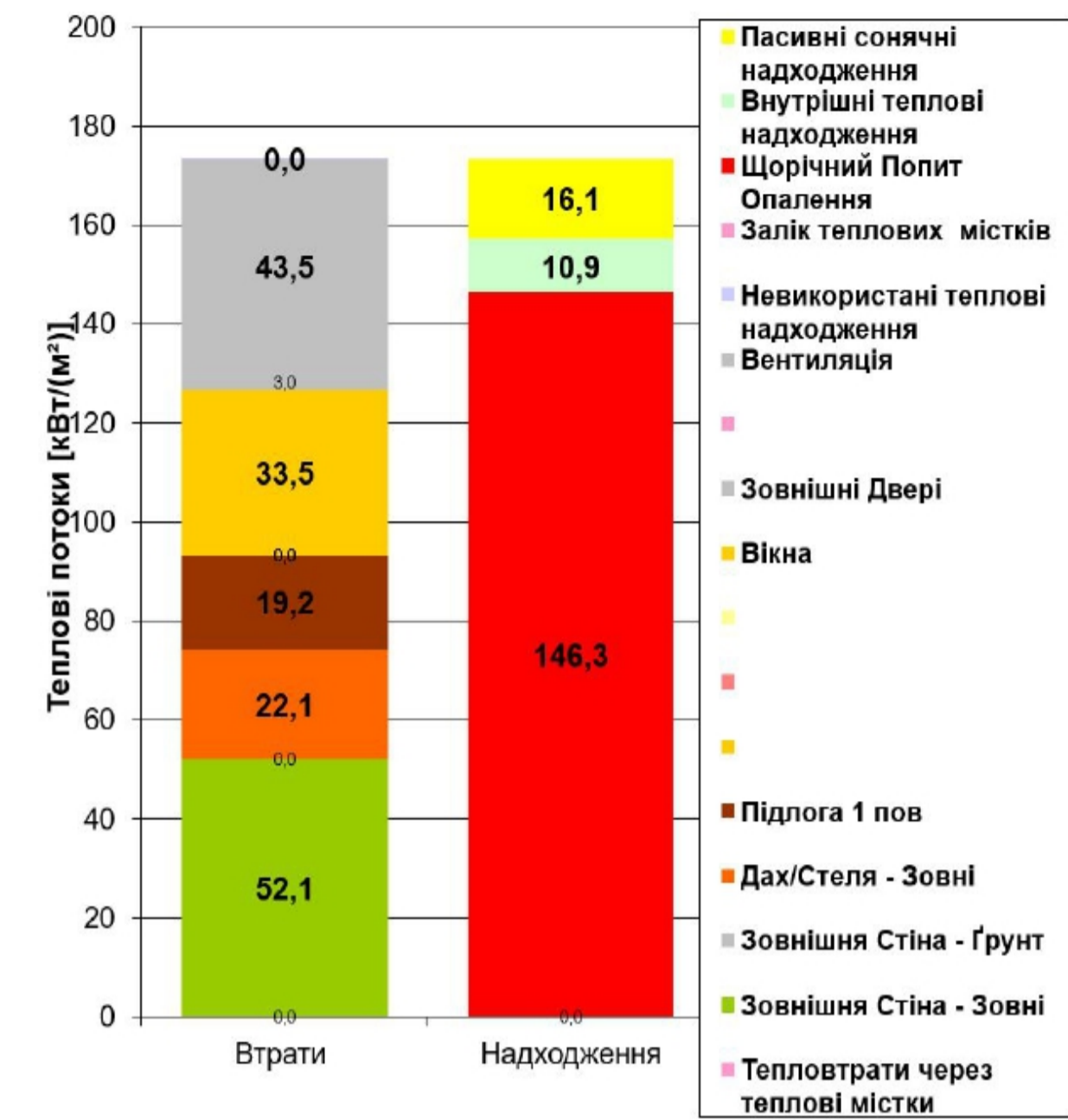


Розподілення затрат на обслуговування будинку



Опалення	-16 558	кВт*Г
Охолодження	-175	кВт*Г
ГВП	-3118	кВт*Г
Побутова	-5591	кВт*Г
<b>Разом:</b>	<b>-25 442</b>	<b>кВт*Г</b>

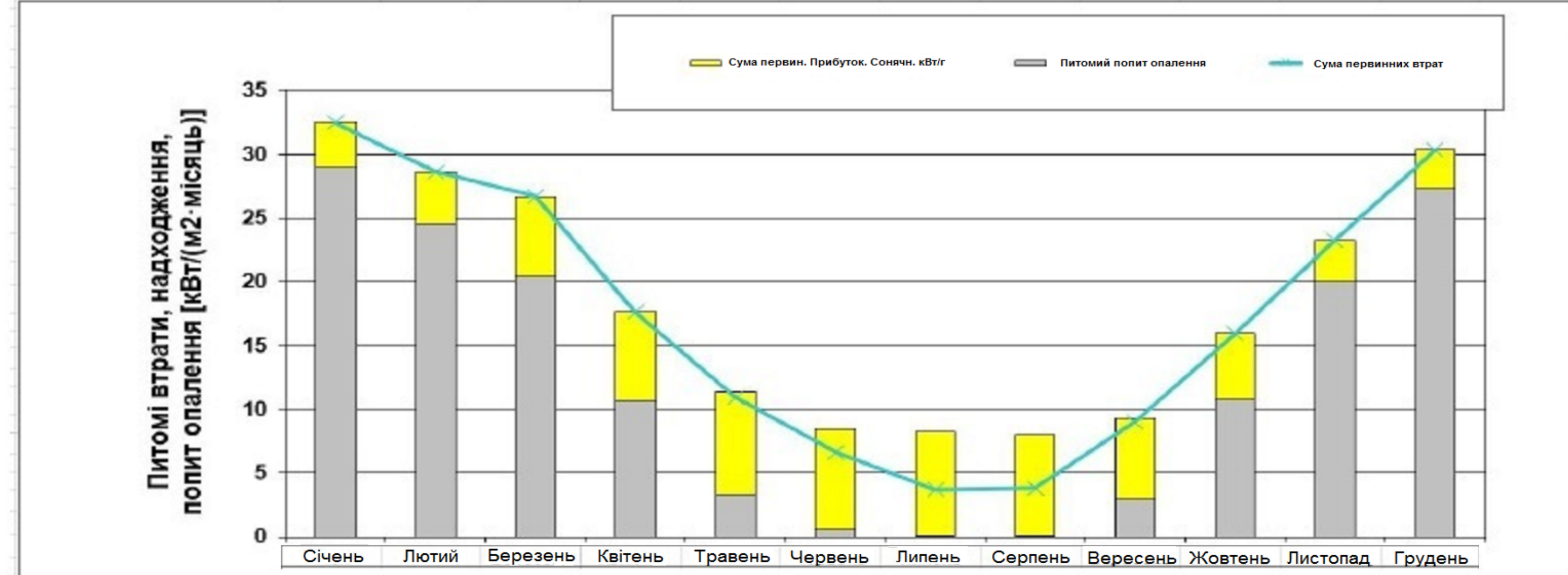
Енергетичний баланс опалення



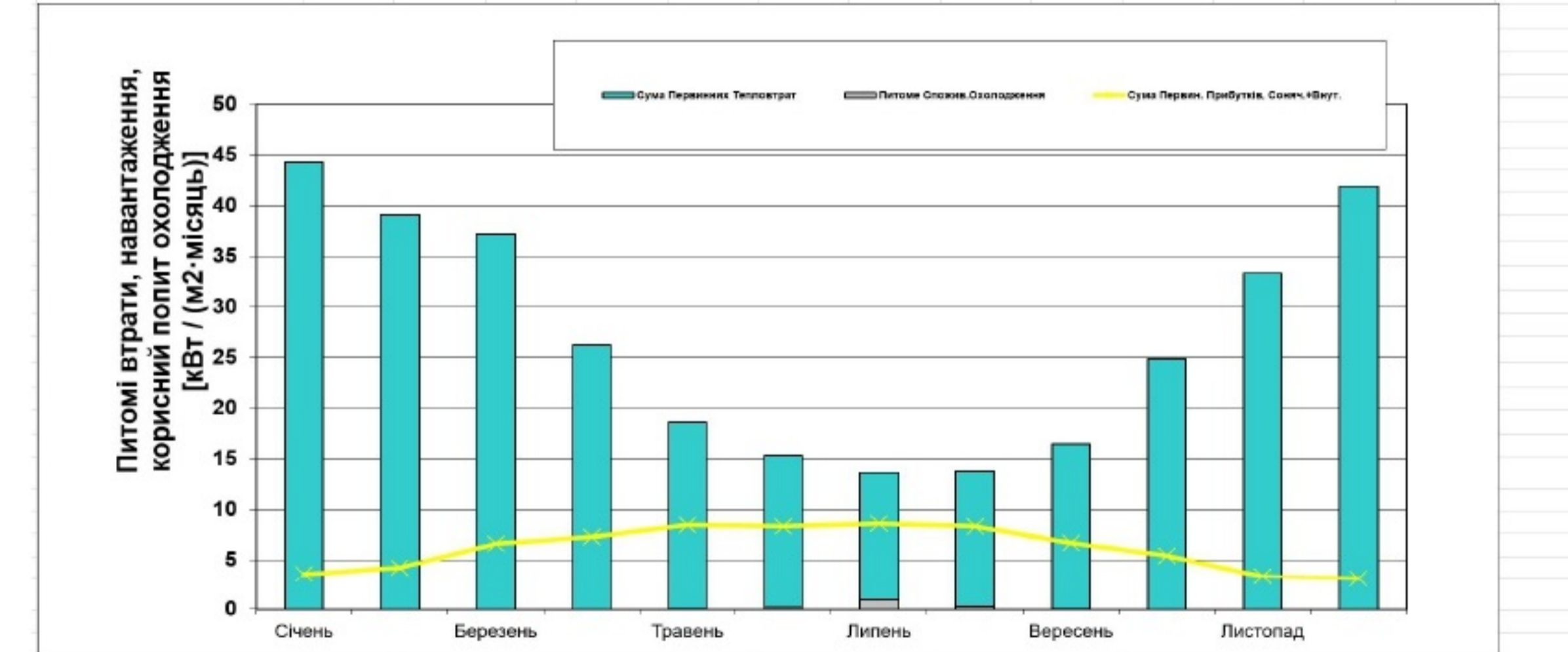
№ Конст. Р.	Тип	Опис конструкції	Загальна товщина	
			М	Вт/(м²·К)
1	Зовнішня стіна		0,260	0,332
2	Обв'язка		0,200	0,585
3	Підлога		0,470	0,205
4	Покрівля		0,240	0,174

Будівля		Вісничий попит опалення										Градусо-години опалення	
Клімат: UA-Вінниця		150 (нет град/ок)										166,1	
Орієнтація площини	Глобальне радіаційне навантаження	Запінена	Внутр.	Неперпендикулярна радіація	Частка сонця	g-значення	Коефіцієнт ослаблення для сонячної радіації	Площа вікна	U-значення Вікна	Площа стінок	Середнє глобальне радіаційне навантаження	Втрати	Теплонакопичення сонячної радіації
Південь	228	0,84	0,95	0,85	0,755	0,36	0,51	15,57	0,77	11,8	130	1263	373
Схід	234	0,54	0,95	0,85	0,617	0,38	0,47	6,65	0,91	4,1	275	634	308
Південь	422	0,56	0,95	0,85	0,523	0,38	0,41	3,60	1,07	1,9	414	405	218
Захід	234	0,76	0,95	0,85	0,801	0,36	0,49	18,21	0,73	14,6	275	1402	881
Горизонтальна	395	1,00	0,95	0,85	0,600	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	385	9	0
						0,36	0,49	44,03	0,80	32,3	3705	1780	

	Клімат	UA-Вінниця	Будівля	Будинок	Внутрішня температура 21 °C												Рік	кКгод
					Тип будівлі - Призначення Житловий будинок													
					Обчислювана площа будівлі Аопл 111 м²													
					Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень		
Градуса-Години опалення - З	19,9	17,3	15,8	10,0	5,9	3,7	2,2	2,6	6,0	10,4	14,8	19,0	128					
Градуса-Години опалення - П	13,3	13,6	14,8	12,3	9,3	4,9	1,9	0,2	0,9	3,0	6,2	10,2	91					
Втрати - Зовнішні	3236	2802	2557	1618	960	605	360	418	975	1684	2408	3085	20709	кВт-год				
Втрати - Зовнішні	361	367	400	332	252	131	51	5	25	82	168	275	2449	кВт-год				
Сума Первинних втрат	32,5	28,6	26,7	17,6	10,9	6,6	3,7	3,8	9,0	15,9	23,3	30,4	209,2	кВт-год/м²				
Сонячні надходження - Північ	31	46	77	101	128	137	137	114	77	53	32	26	959	кВт-год				
Сонячні надходження - Схід	26	37	68	78	94	91	96	94	71	52	23	20	749	кВт-год				
Сонячні надходження - Південь	23	28	47	44	46	42	45	50	45	40	18	16	445	кВт-год				
Сонячні надходження - Захід	74	105	195	222	269	261	273	269	202	149	66	56	2142	кВт-год				
Сонячні надходження - Горизонтальна	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	кВт-год				
Сонячні надходження - Неприступні	59	81	141	154	181	176	184	182	143	111	52	45	1509	кВт-год				
Внутрішні теплові надходження	173	156	173	167	173	167	173	173	167	173	167	173	2037	кВт-год				
Сума Первин. Прибутків, Сон.	3,5	4,1	6,3	6,9	8,0	7,9	8,2	8,0	6,4	5,2	3,2	3,0	70,8	кВт-год/м²				
Коефіцієнт використання	100%	100%	100%	100%	95%	77%	45%	48%	96%	100%	100%	100%	84%					
Щорічний попит опалення	3211	2716	2257	1186	366	62	2	3	324	1188	2217	3025	16558	кВт-год				
Питомий попит опалення	29,0	24,5	20,4	10,7	3,3	0,6	0,0	0,0	2,9	10,7	20,0	27,3	149,5	кВт-год/м²				



	Внутрішня Температура: 25 °C												Рік	кКгод
	Тип Будівлі/Признач.: Житловий будинок													
	Обчислена Площа Будівлі Аопл: 111 м²													
Градуса-Години Опалення - Г	22,8	19,9	18,6	12,8	8,8	6,5	5,1	5,5	8,8	13,2	17,6	21,9	161	
Градуса-Години Опалення - П	16,3	16,2	17,7	15,2	12,3	7,7	4,8	3,2	3,8	6,0	9,1	13,2	126	
Втрати - Зовнішні	4458	3882	3639	2492	1718	1274	997	1065	1718	2589	3443	4278	31553	кВт-год
Втрати - Грунт	441	439	480	410	332	209	131	86	103	163	246	356	3397	кВт-год
Втрати Літня Вентиляція	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	801	кВт-год
Сума Первинних Теплопостач.	44,2	39,0	37,2	26,2	18,5	15,2	12,6	13,4	16,4	24,9	33,3	41,9	323,8	кВт-год/м²
Сонячне Навантаження Північ	35	52	87	114	145	164	165	129	87	60	36	29	1082	кВт-год
Сонячне Навантаження Схід	28	40	75	85	103	100	105	103	78	57	25	21	823	кВт-год
Сонячне Навантаження Південь	24	30	49	46	48	44	48	53	47	42	19	17	468	кВт-год
Сонячне Навантаження Захід	78	111	206	235	284	276	289	285	214	158	70	59	2265	кВт-год
Сонячне Навантаження Гориз.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	кВт-год
Сонячне Навантаження Неприступні	59	81	141	154	181	176	184	182	143	111	52	45	1509	кВт-год
Внутрішні Теплові Надходження	173	156	173	167	173	167	173	173	167	173	167	173	2037	кВт-год
Сума Первин. Прибутків, Сон.	3,6	4,2	6,6	7,2	8,4	8,3	8,6	8,4	6,7	5,4	3,3	3,1	73,9	кВт-год/м²
Коефіцієнт Використання Теплопостач.	8%	11%	18%	28%	45%	61%	61%	60%	40%	22%	10%	7%	23%	
Корисне Енергоспожив. Охол.	0	0	0	1	9	20	108	33	4	0	0	0	175	кВт-год
Питоме Спожив. Охолодження	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	кВт-год/м²



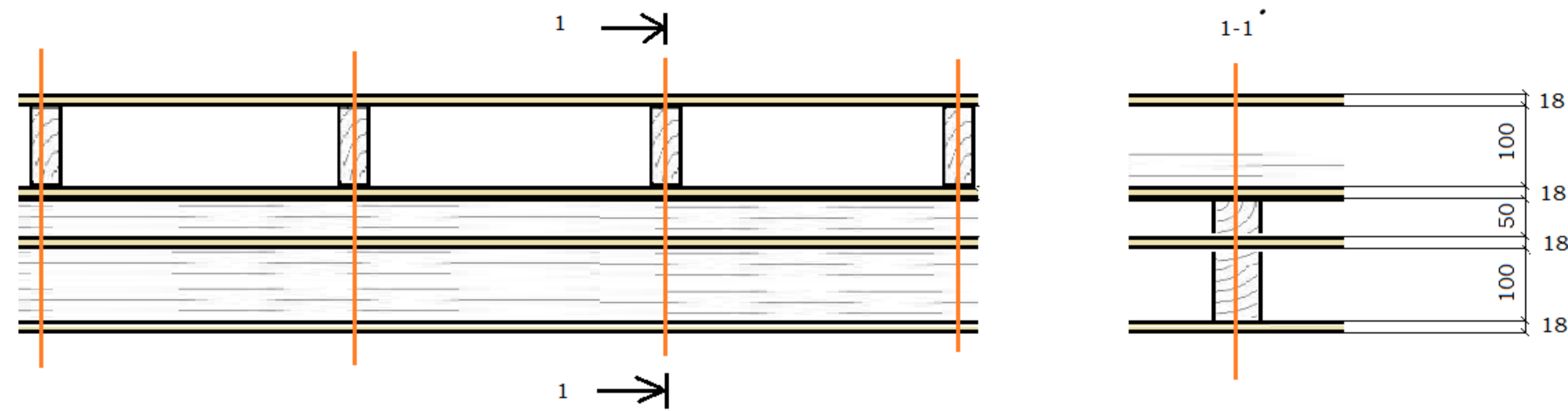
Класи енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребой	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомої енергопотребі EP від максимально допустимого значення EP_max (EP - EP_max) / EP_max * 100 %	Значення EP_max, кВт-год/м² для температурної зони України	
		I	II
A	Мінус 50 та менше		
B	Від мінус 49 до мінус 10		
C	Від мінус 9 до 0		
D	Від 1 до 25		
E	Від 26 до 50		
F	Від 51 до 75		
G	76 та більше		

Щорічний Попит Опалення: Порівняння			
EN 13790 Місячний Метод	16558	кВт-год/рік	149,5
PHPP, Метод Періода Опалення	16197	кВт-год/рік	146,3

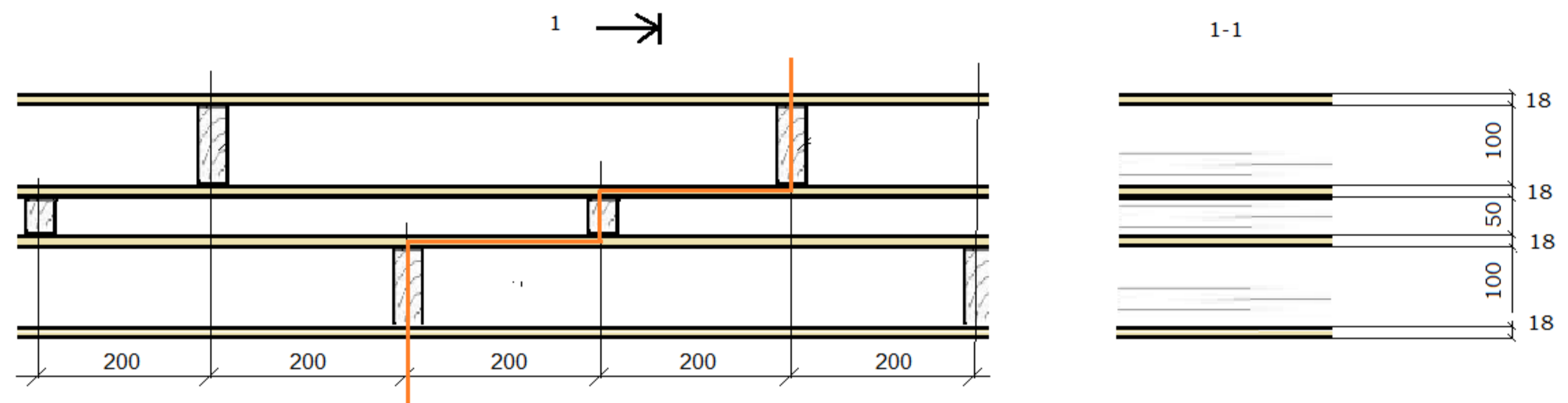
		кВт*год/м²	
Ерmax 1 зона		120	
EP проект		185	
Клас енергоефективності:		54	F



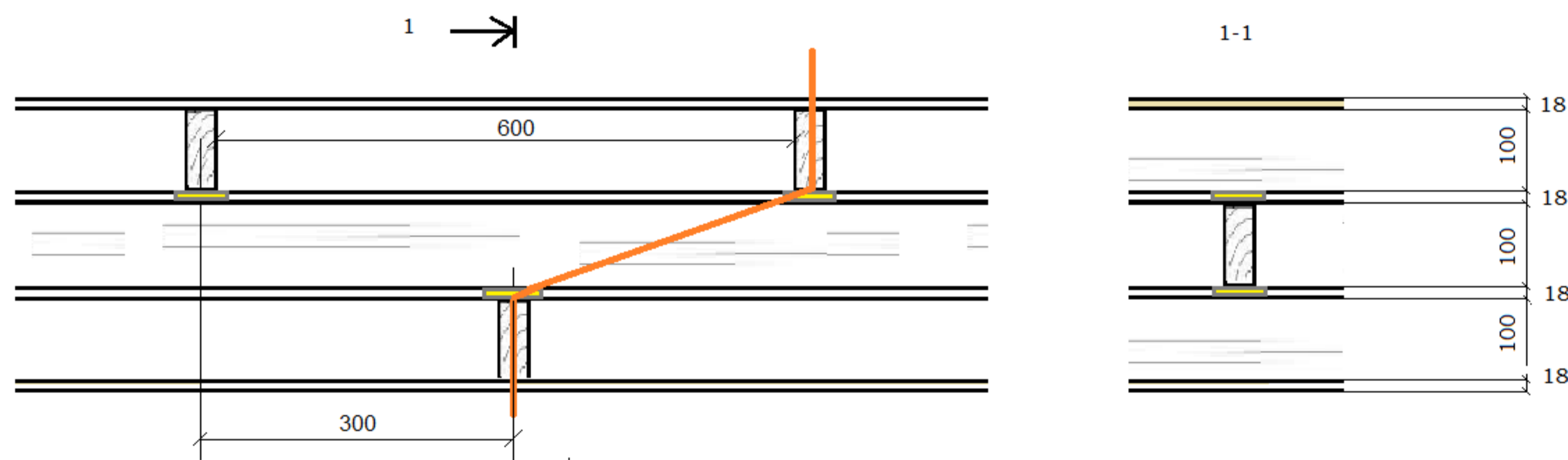
ОДИНАРНИЙ СЕНДВІЧ З УТЕПЛЕННЯМ



ПОТРІЙНИЙ СЕНДВІЧ СТІНОВИЙ

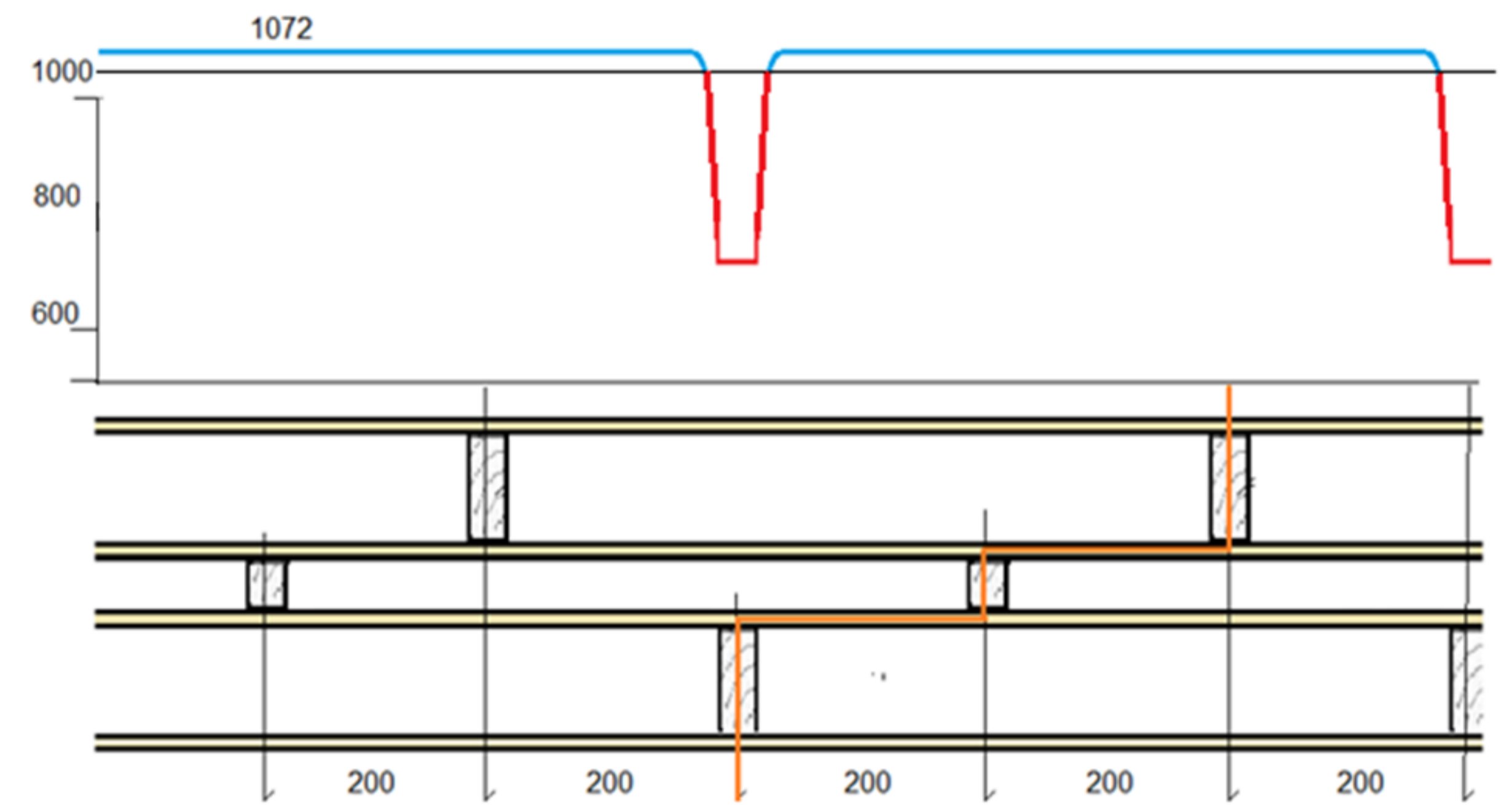


ПОТРІЙНИЙ СЕНДВІЧ ПЕРЕКРИТТЯ



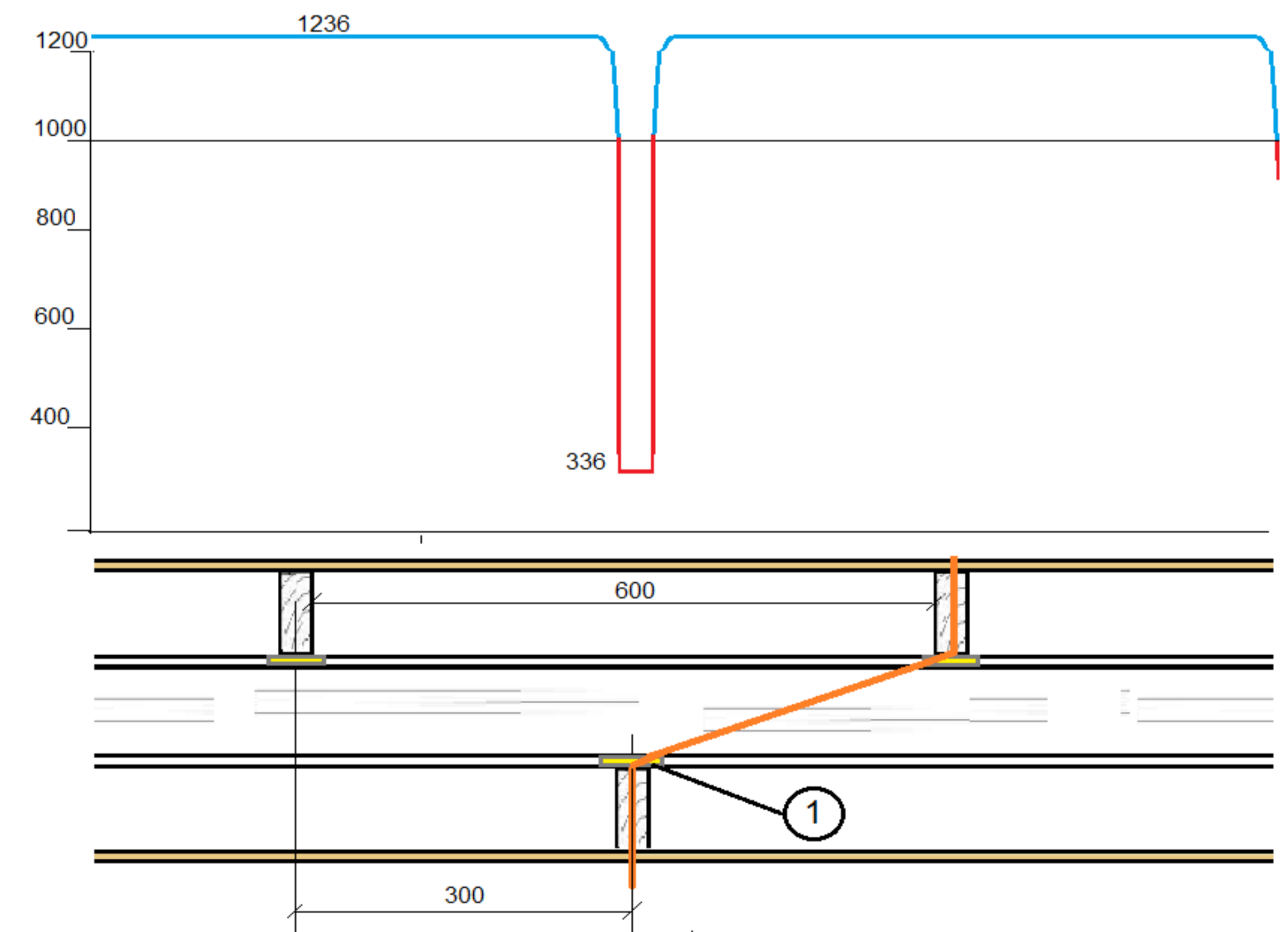
ЕПЮРА ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ СТІНОВОГО СЕНДВІЧА

(Виразена в міліметрах товщини деревини)



ЕПЮРА ЕФЕКТИВНОСТІ УТЕПЛЕННЯ СЕНДВІЧА ПЕРЕКРИТТЯ

(Виразена в міліметрах товщини деревини)



$$K_3 = K_p \times (E_{пр} - E_f) / E_{пр} = 0,143 \times (1050 - 722) / 1050 = 0,045$$

Де  $E_{пр}$  – проектне значення ефективності утеплення,  $E_f$  – фактичне значення ефективності утеплення в теплопровідних включеннях,  $K_p$  – коефіцієнт площі неефективного утеплення до загального утеплення площі (  $86/600 = 0,143$  )

$$1072 \times (1 - 0,045) = 1023,76 \quad R = 1,02376 / 0,15 = 6,825$$

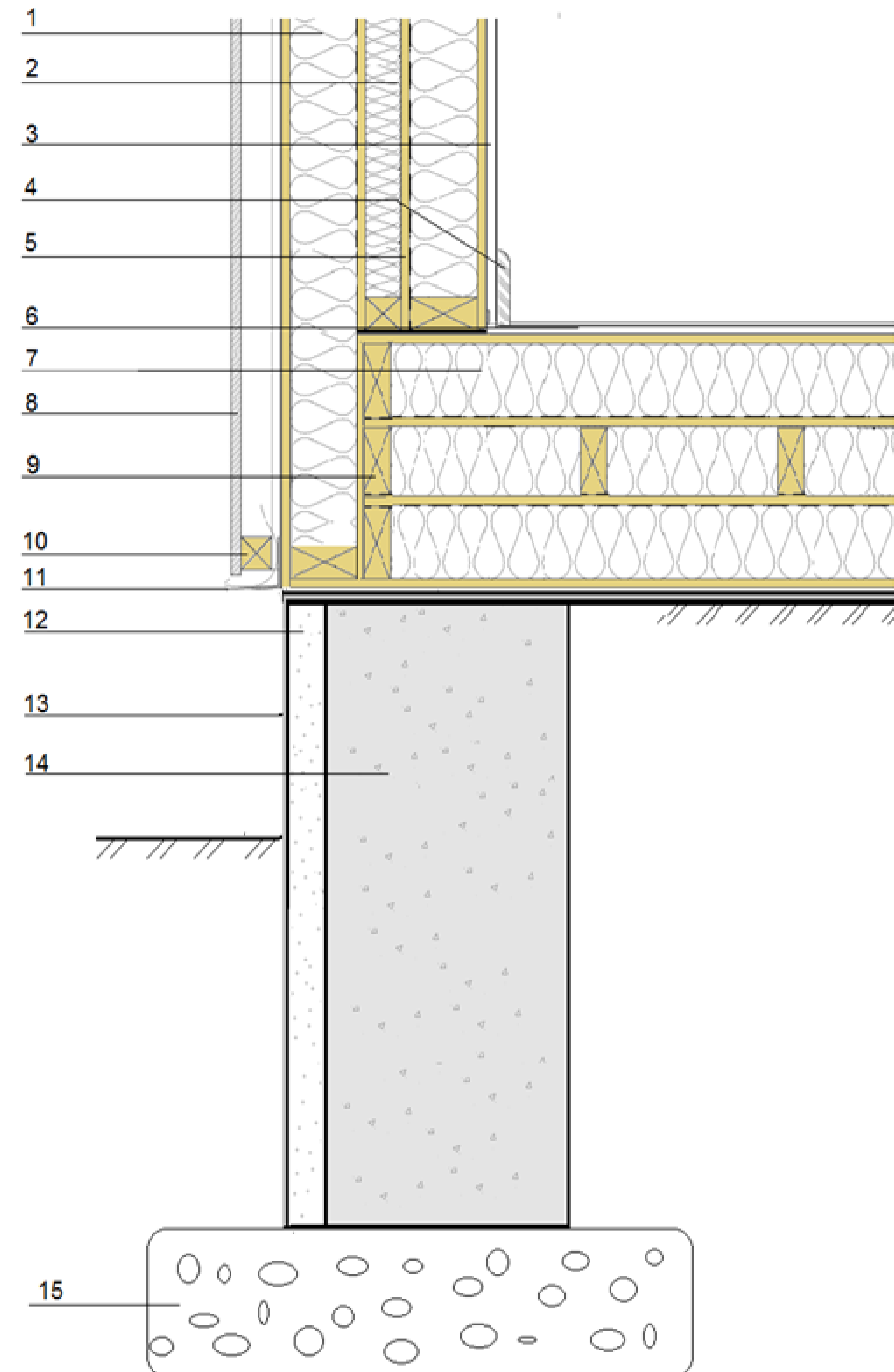
$$R_{min} = 1 / 0,15 = 6,67$$

Така конструкція відповідає вимогам утеплення пасивних будинків

						08-08.МКР.006-АР/АБ		
						Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів		
Зм.	Корд.	Лист	Надк.	Підп.	Дата	Енергоефективний будинок "БУМЕРАНГ"		
Розробив	Горішніч П.П.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Андрухов В.М.					МКР	АР5	12
						Потрійний сендвіч фанера, OSB, дерево, утеплювач - мінеральна вата		
						ВНТУ КБМГА		

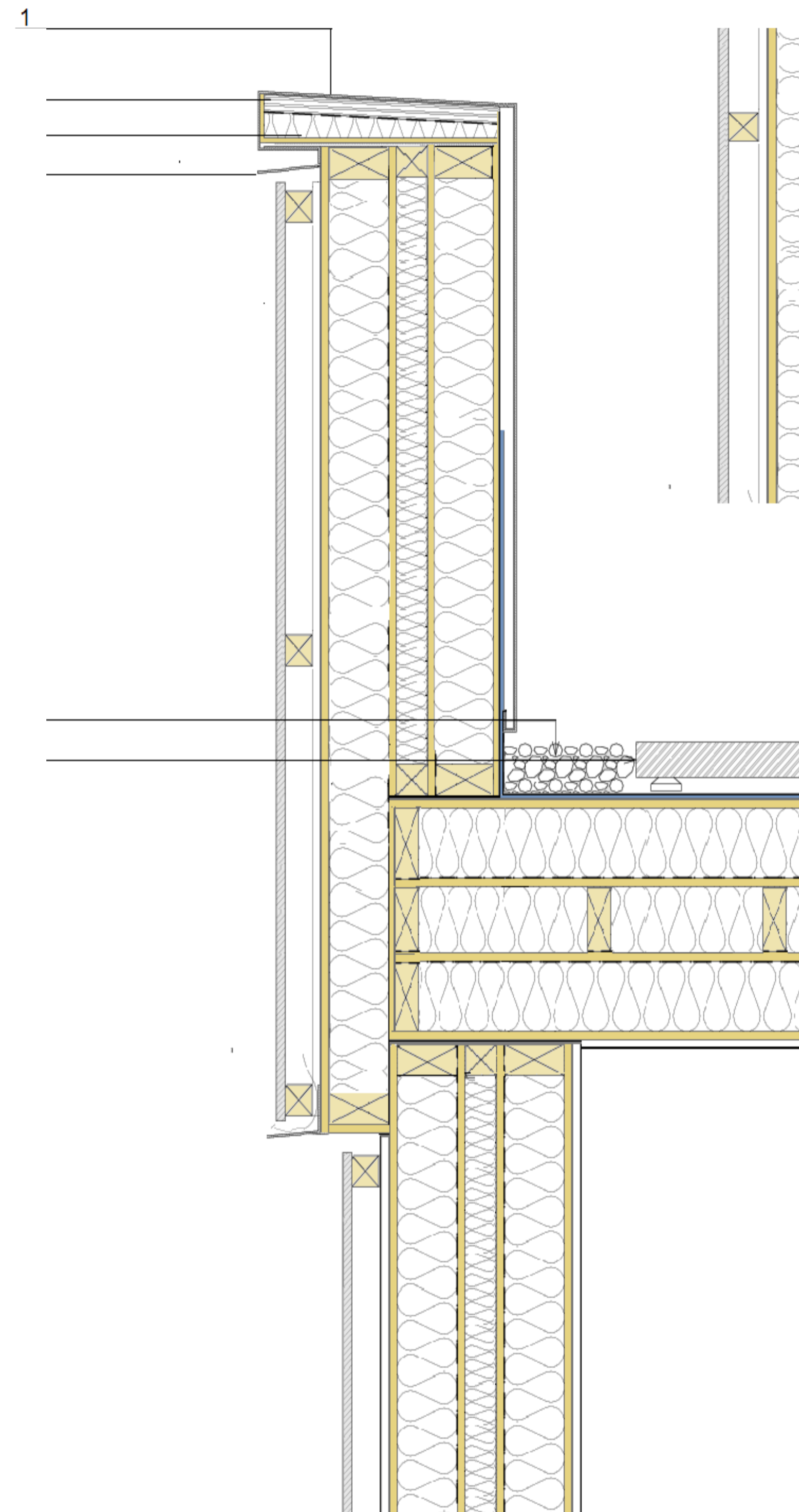
# КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ ПОТРІЙНИМ ЗБІРНИМ СЕНДВІЧЕМ

## УТЕПЛЕННЯ ПЕРЕКРИТТЯ НАД ФУНДАМЕНТОМ



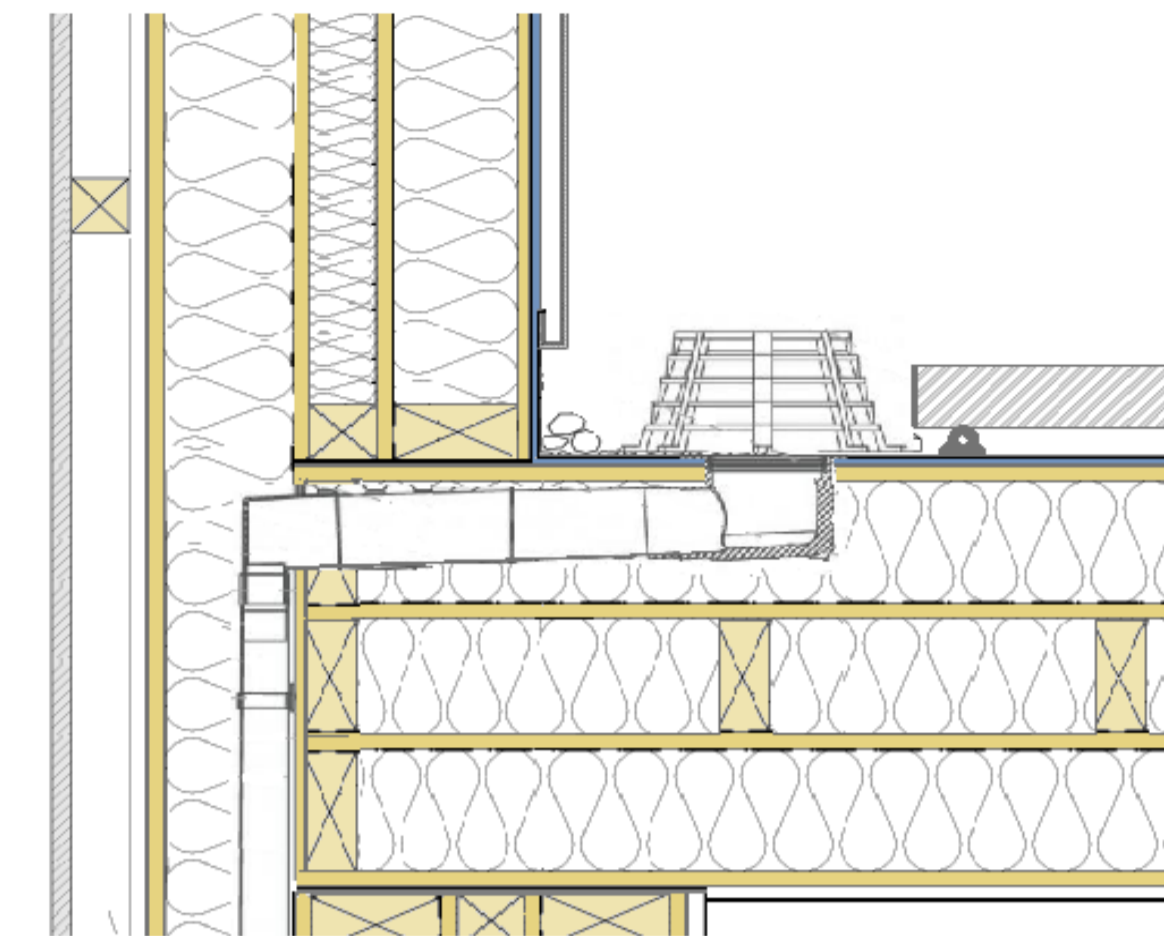
1	Жорстка мінераловатна плита 100мм
2	Жорстка мінераловатна плита 50мм
3	Внутрішня обшивка гіпсокартонними листами
4	Плінтус
5	OSB перегородка
6	Паркетна дошка на підкладці
7	Жорстка горизонтальна мінераловатна плита 100 мм
8	Вентильований фасад
9	Брус-рейка 50x100 потрійного сандвіча перекриття
10	Брус-рейка 50x50 вентильованого фасаду
11	Водовідлив з оцинкованої сталі 0,5 мм
12	Техноплекс 50мм
13	Гідроізоляція обклеювальна
14	Фундамент стрічковий 350x1000 бетон
15	Щебенева підготовка ущільнена

## УТЕПЛЕННЯ ПАРАПЕТІВ

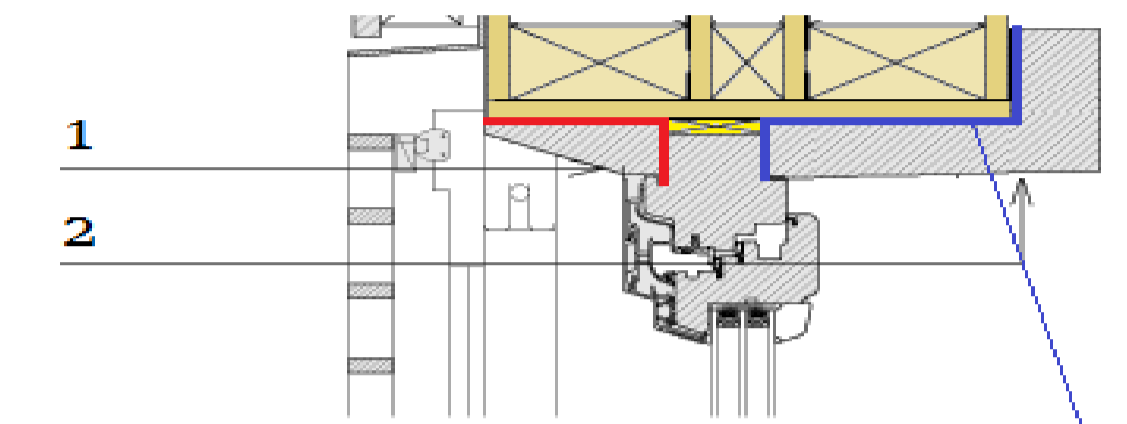


1	Накриття парпетів з оцинкованої пофарбованої сталі 0,5 мм
2	Жорстке накриття парпетів (фанера, OSB)
3	Утеплювач мінераловатний 30мм
4	Відлив накриття парпетів з жести
5	Гравій - баласт
6	Технічні трапи з гумовими опорами для пересування дахом

## ВЛАШТУВАННЯ ЛІЙОК

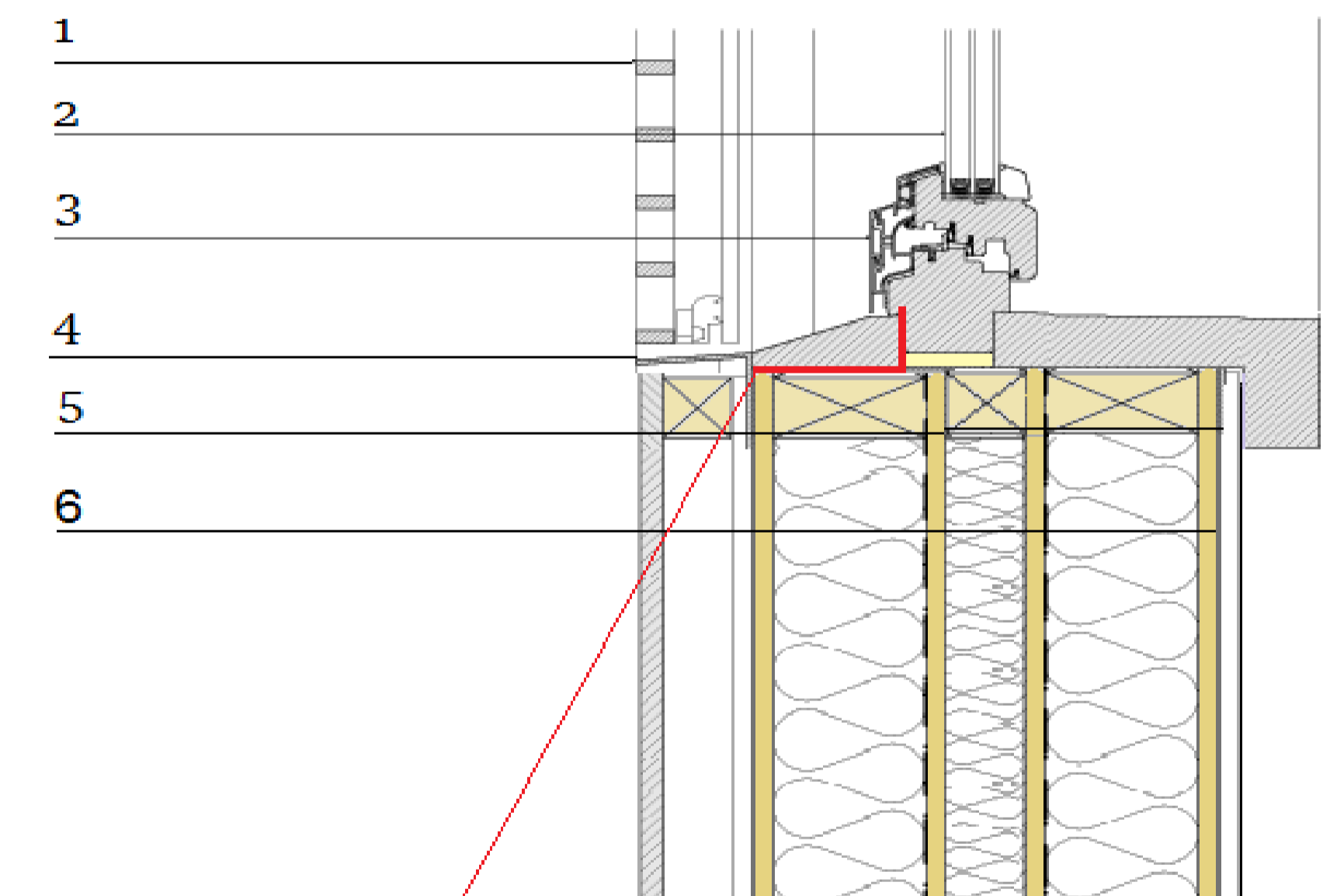


## ГЕРМЕТИЗАЦІЯ ВІДКОСІВ



Полотно Мегафом F 3 мм

1	Зовнішня ущільнююча відкосна рама
2	Внутрішня ущільнююча відкосна рама



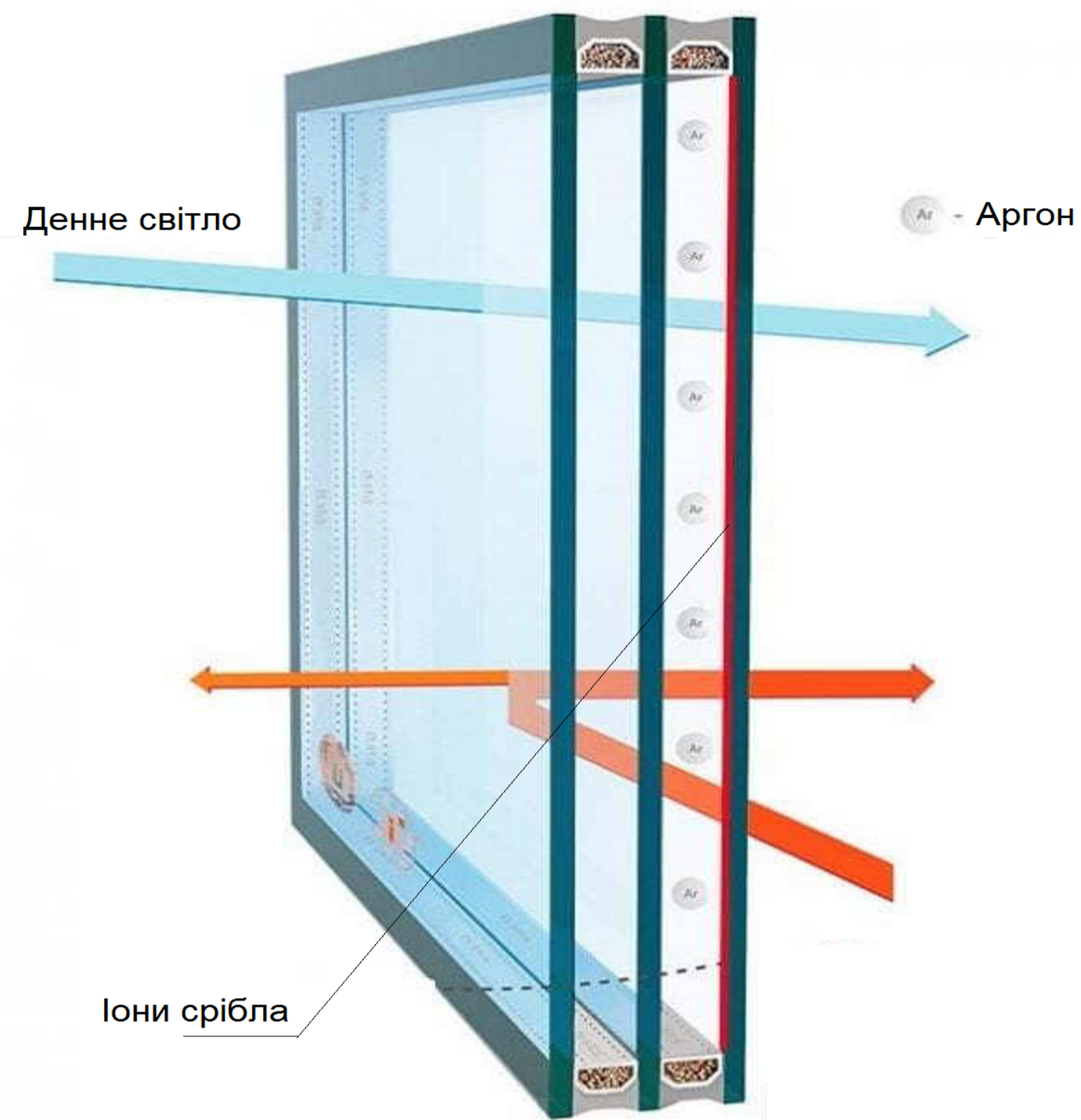
Прокладка Evergel товщиною 3мм

1	Захисні ролети
2	Двокамерний склопакет з аргонним наповненням
3	Шестикамерний віконний профіль з трьома ущільнювачами
4	Відлив
5	Гіпсокартонна обшивка внутрішня
6	Паробар'єр між OSB і гіпсокартоном

						08-08.МКР.006-АР/АБ					
						Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів					
Зм.	Кв.д.	Лист	№доку	Підп.	Дата	Розробив	Гордійчук П.П.	Енергоєфективний будинок "БУМЕРАНГ" Конструкції основних вузлів	Стадія	Архуш	Архушів
						Перевірив	Андрухов В.М.		МКР	АР6	12
						Потрійний сендвіч фанера, OSB, дерево, утеплювач - мінеральна вата			ВНТУ КБМГА		

# КОНСТРУКЦІЇ ВІКОН І ДВЕРЕЙ

## ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ДВОКАМЕРНИЙ СКЛОПАКЕТ

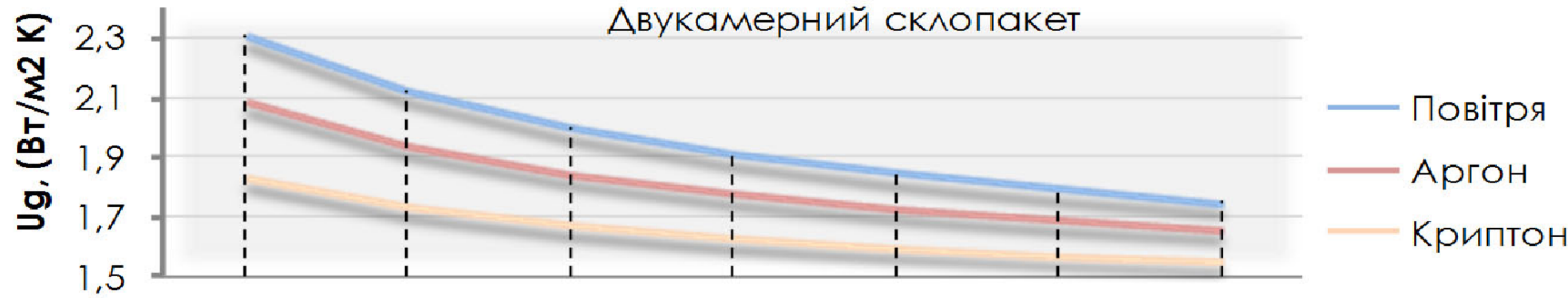


## ТАБЛИЦЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ СКЛОПАКЕТІВ

Товщина (мм)	Конфігурація склопакету (скло, рамка)	Опір теплопередачі ( $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ )
20	4-12-4	0,3
20	4-12-4i	0,56
24	4-16-4	0,32
24	4-16-4i	0,59
32	4-10-4-10-4	0,47
32	4-10-4-10-4i	0,71
32	4i-10-4-10-4i	0,83
44	4-16-4-16-4	0,52
44	4-16-4-16-4i	0,86
44	4i-16-4-16-4i	1,02

## КЛАСИФІКАЦІЯ ВІКОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

№ п/п	Пункт	Показник/значення/одиниці виміру	Класифікація/значення										Клас/заявлене значення	
1	4.2	Опір вітровому навантаженню Випробувальний тиск P1, Па	пнв	1 (400)	2 (800)	3 (1200)	4 (1600)	5 (2000)	Exxxx	5 (> 2000)				
2	4.2	Опір вітровому навантаженню Вигин рами	пнв	A ( $\leq 1/150$ )		B ( $\leq 1/200$ )		C ( $\leq 1/300$ )		B				
3	4.3	Стійкість до снігового і статичного навантаження	пнв	Заявлена інформація про заповнення 4-16-4 (наприклад, тип і товщина скла)										4-16-4
4	4.4.1	Вогнестійкість	пнв	F	E	D	C	B	A2	A1	D			
5	4.4.2	Зовнішня вогнестійкість	пнв	V <sub>ман, t1</sub>							пнв			
6	4.5	Водонепроникність Неекрановані, (A) Випробувальний тиск, Па	пнв	1 A (0)	2 A (50)	3 A (100)	4 A (150)	5 A (200)	6 A (250)	7 A (300)	8 A (450)	9 A (600)	Exxx (>600)	8A
7	4.5	Водонепроникність Екрановані, (B) Випробувальний тиск, Па	пнв	1 B (0)	2 B (50)	3 B (100)	4 B (150)	5 B (200)	6 B (250)	7 B (300)	пнв			
8	4.7	Стійкість до ударних навантажень Висота падіння, (мм)	пнв	200	300	450	700	950	450					
9	4.8	Несуча здатність пристроїв безпеки	пнв <sup>a</sup>	Витримано		Граничне значення				Витримано				
10	4.11	Акустичні показники Звукоізоляція, R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> ), дБ	пнв	30(-1;-5)		33(-1;-5)		Заявлені значення			33 (-1; -5)			
11	4.12	Коефіцієнт теплопередачі U <sub>w</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> · К)	пнв	1,7		Заявлене значення				1,5				
12	4.13	Випромінювальні властивості Сонячний фактор, g	пнв	0,55		Заявлене значення				0,55				
13	4.13	Випромінювальні властивості Пропускання світла, t <sub>v</sub>	пнв	Заявлене значення				0,75		0,75				
14	4.14	Повітропроникність Макс. випробувальний тиск, Па Еталонна повітропроникність при 100 Па, м <sup>3</sup> /(год · м <sup>2</sup> ) або м <sup>3</sup> /(год · м)	пнв	1 (150)	2 (300)	3 (600)	4 (600)							
Пояснення				○	Фактичні показники вікна									
				△	Необхідні показники для використання у відповідності з призначенням									

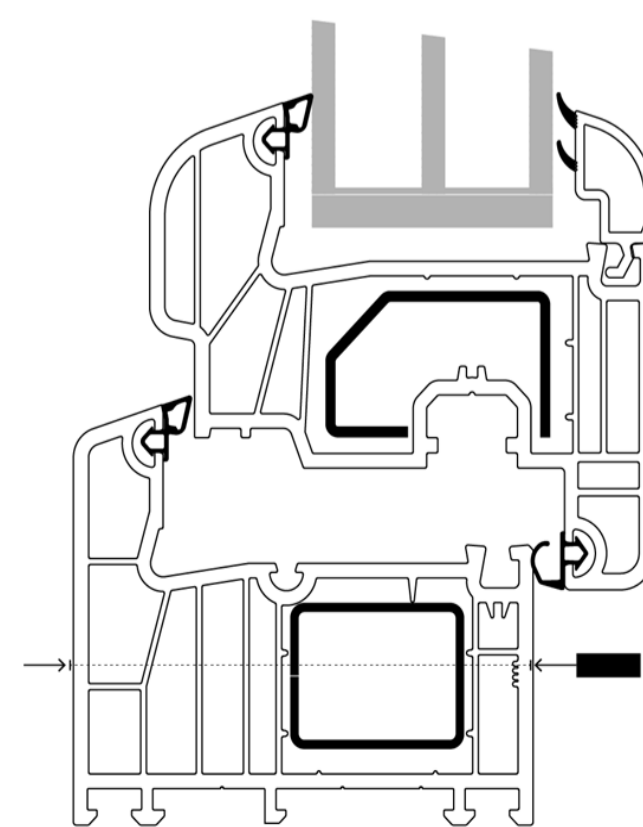


СДК 4/6/4/6/4 СДК 4/8/4/8/4 СДК 4/10/4/10/4 СДК 4/12/4/12/4 СДК 4/14/4/14/4 СДК 4/16/4/16/4 СДК 4/18/4/18/4

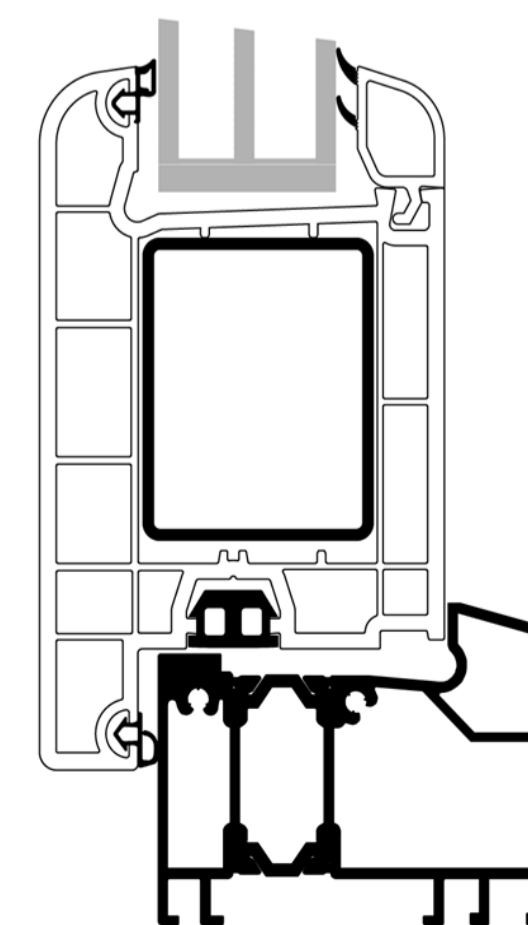
формула склопакета, мм

Клас енергоефективності	Тепловий опір, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$
A+++	> 1.05
A++	0.95–1.04
A+	0.85–0.94
A1	0.80–0.84
A2	0.75–0.79
B1	0.70–0.74
B2	0.65–0.69
B1	0.60–0.64
B2	0.55–0.59
G1	0.50–0.54

### ВІКОННИЙ 6-КАМЕРНИЙ ПРОФІЛЬ



### ПОСИЛЕНИЙ ДВЕРНИЙ ПРОФІЛЬ

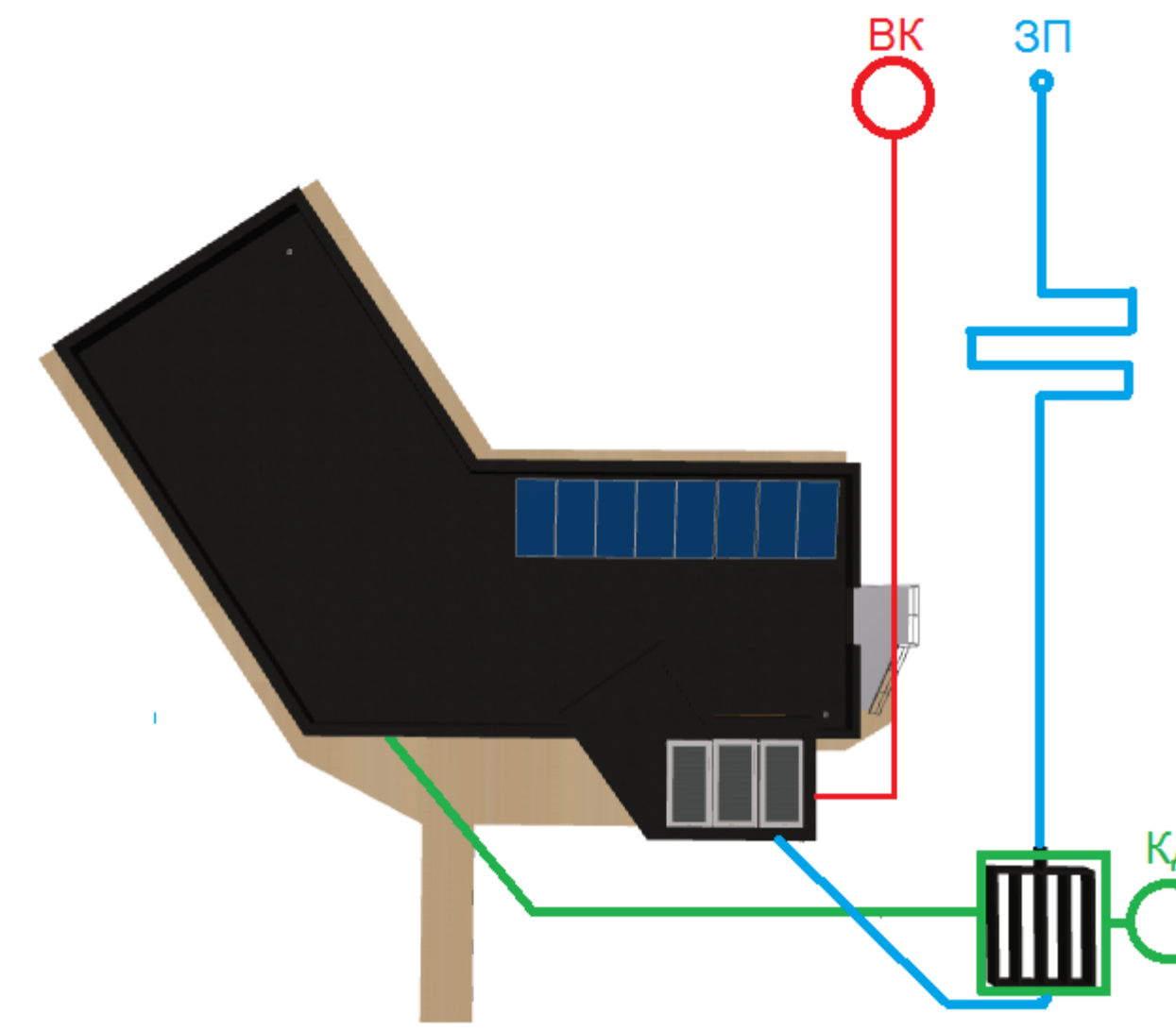




# ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОВИТРАТ СИСТЕМИ "БУМЕРАНГ"

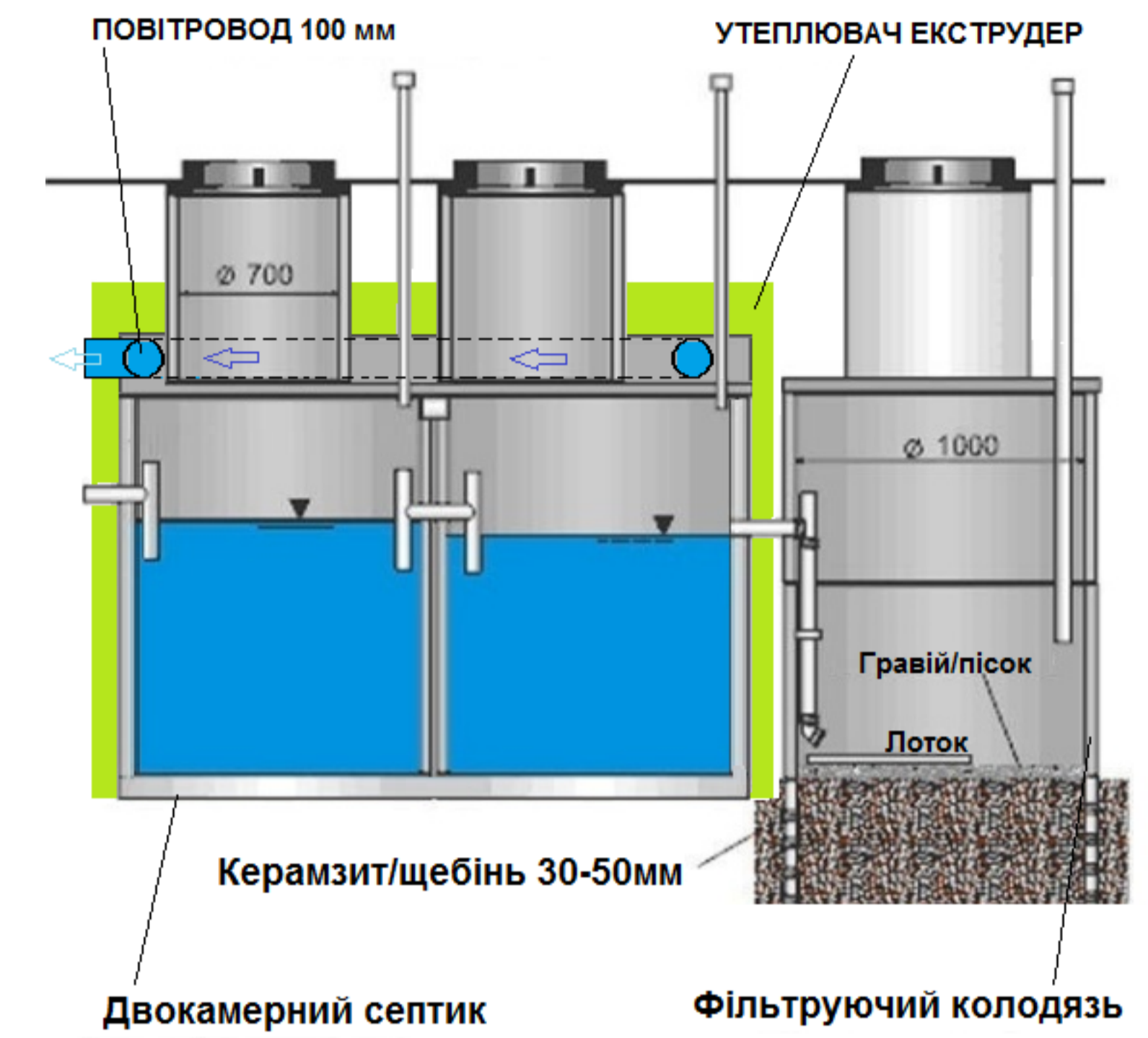
- 1 ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ І ГЕРМЕТИЗАЦІЇ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ
- 2 ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ПІДІГРІВУ (ОХОЛОДЖЕННЯ В ЛІТНІЙ ПЕРІОД) ПРИТОЧНОГО ПОВІТРЯ
- 3 ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ СТОКІВ І АНАЕРОБНИХ ПРОЦЕСІВ В КАНАЛІЗАЦІЙНОМУ КОЛЕКТОРІ ДЛЯ ДОДАТКОВОГО ПІДІГРІВУ ПРИТОЧНОГО ПОВІТРЯ
- 4 РЕКУПЕРАЦІЯ ПРИТОЧНОГО ПОВІТРЯ
- 5 КІНЦЕВИЙ ПІДІГРІВ ПРИТОЧНОГО ПОВІТРЯ ГУМУСНИМ КОТЛОМ
- 6 ПІДІГРІВ ГАРЯЧОЇ ВОДИ ЗА РАХУНОК ГУМУСНОГО КОТЛА В ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПЕРІОД
- 7 СУМІЩЕННЯ ГУМУСНОГО КОТЛА З ГЕЛІОСИСТЕМОЮ ДЛЯ РОБОТИ В ЛІТНІЙ ПЕРІОД
- 8 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ ЗА РАХУНОК СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ 5 кВт

СХЕМА ЗАВНІШНІХ МЕРЕЖ

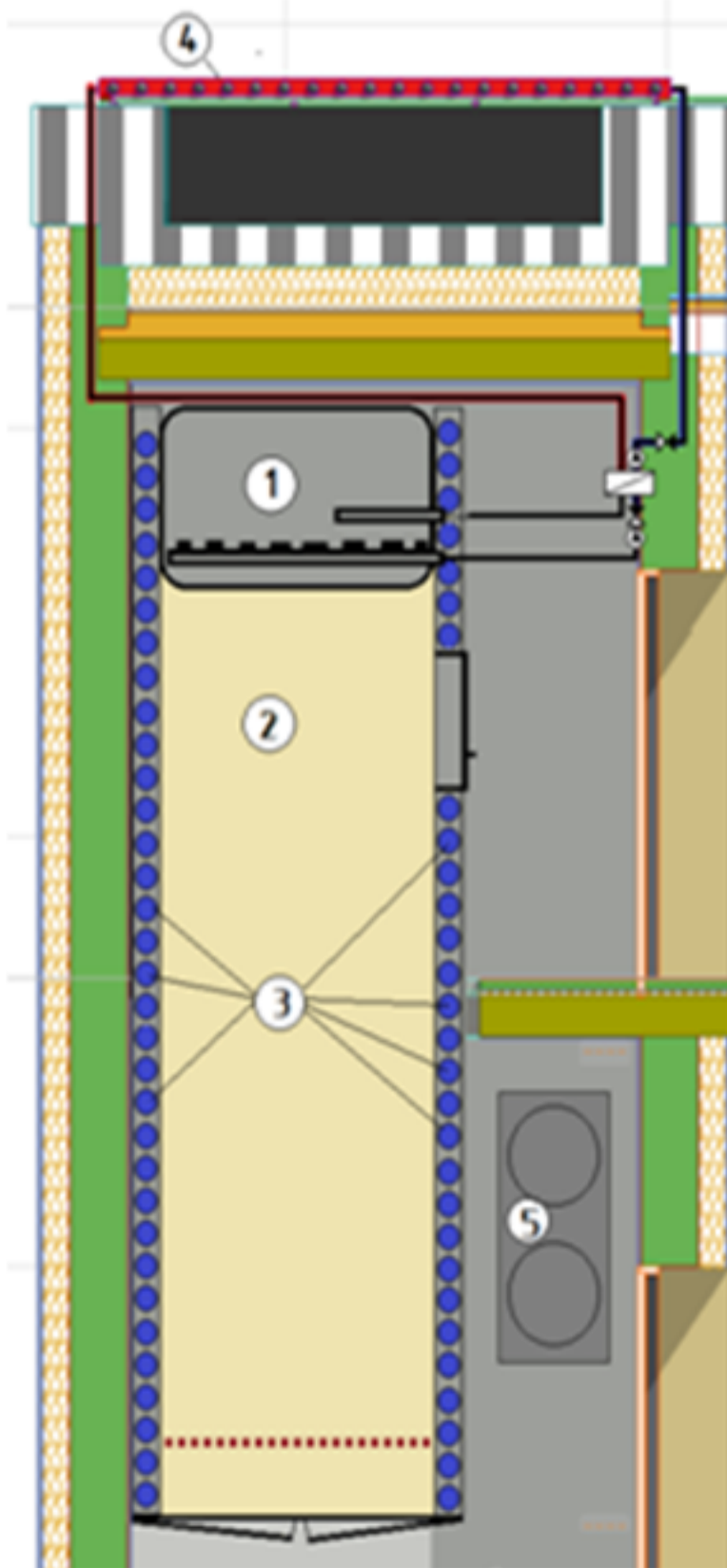


VK - Колодязь водозабірний  
ЗП - Забір повітря  
КД - колодязь дренажний

ПІДІГРІВ ПОВІТРОЗАБОРУ В КРИЩІ СЕПТИКА

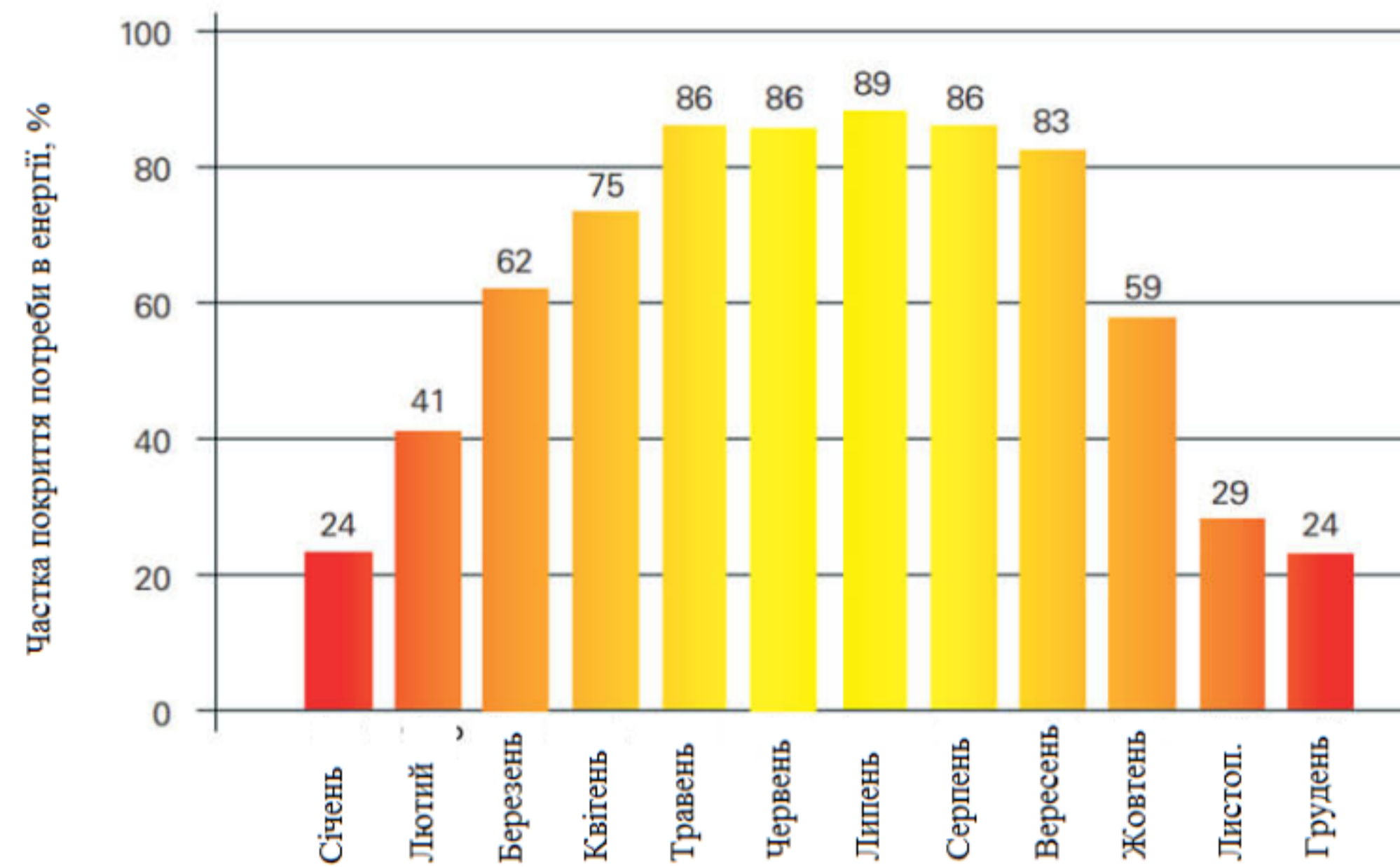


## СУМІЩЕНА СИСТЕМА ГЕОПАНЕЛЕЙ І БІОЛОГІЧНОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА



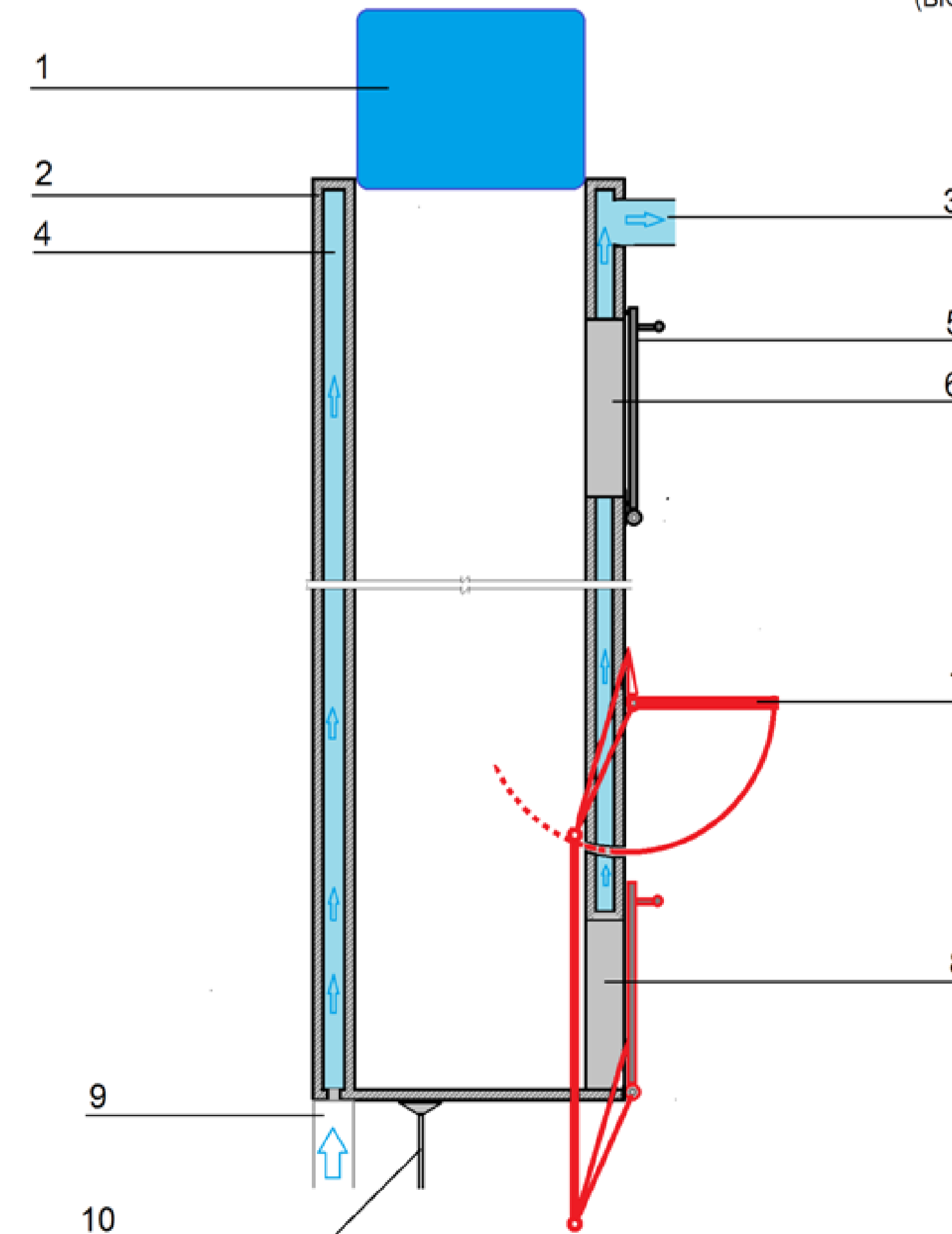
- 1 - Теплообмінний резервуар  
2 - Біогенератор тепла  
3 - Тепловідбірні канали вентиляції  
4 - Гелвопанелі  
5 - Рекуператор

ПОКРИТТЯ ПОТРЕБИ В ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПІДІГРІВУ ЗА РАХУНОК ГЕЛІОСИСТЕМИ

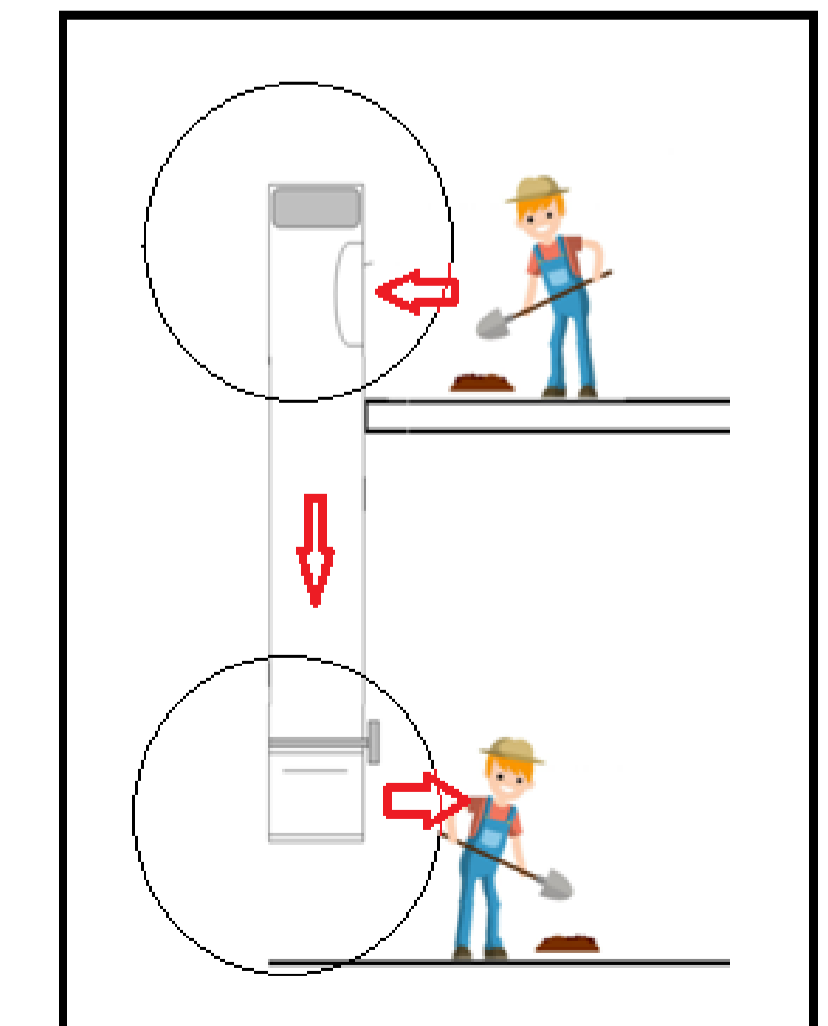


## СХЕМА КОНСТРУКЦІЇ ГУМУСНОГО КОТЛА

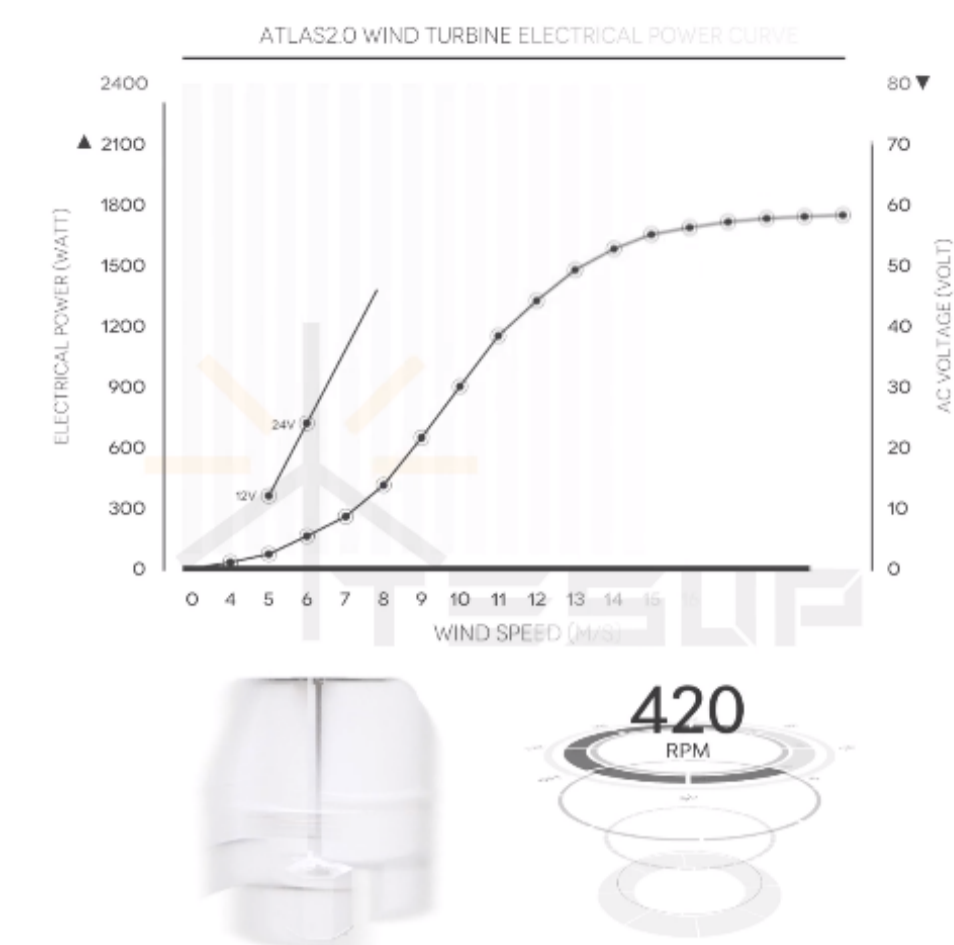
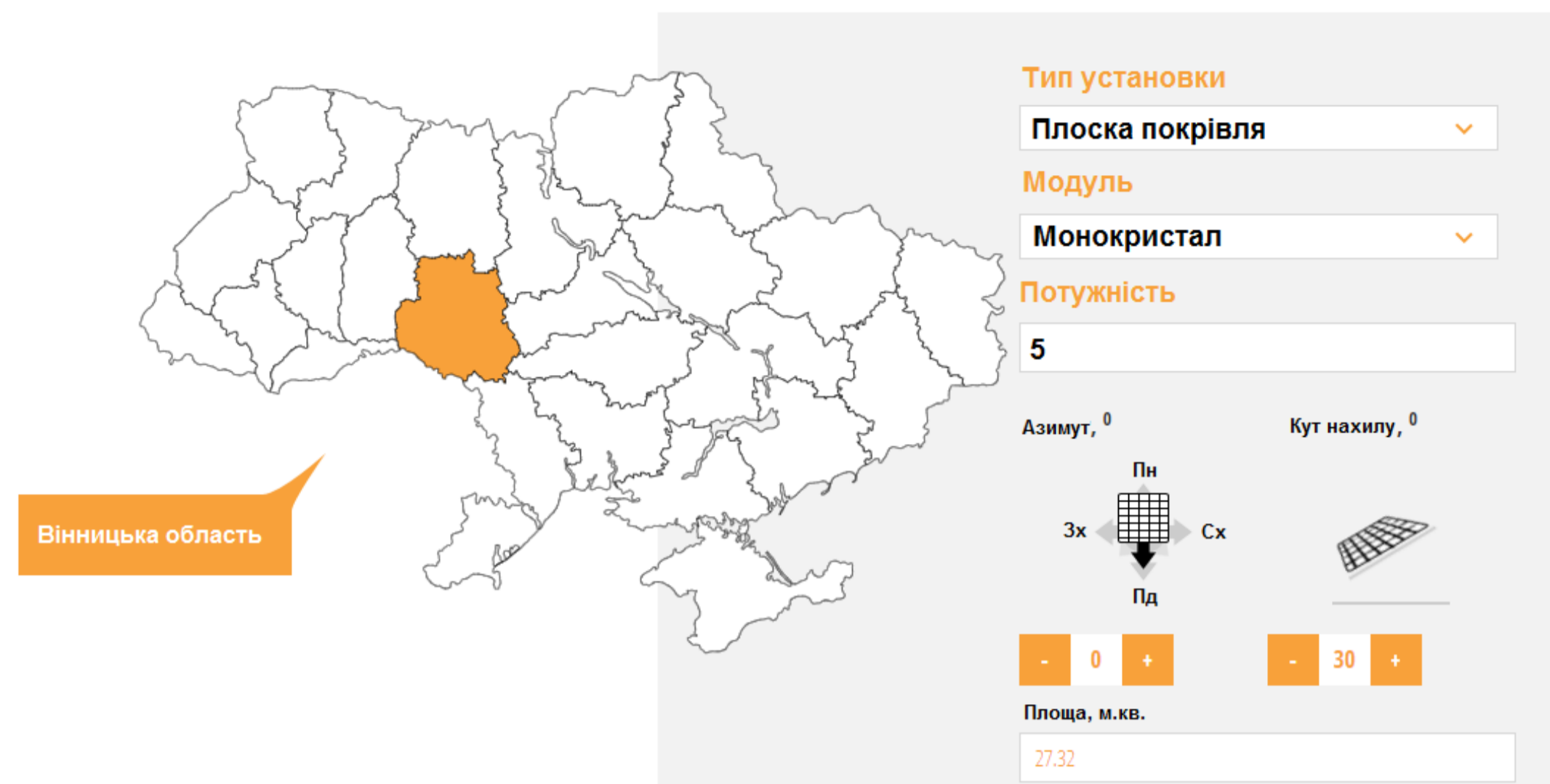
(БІОЛОГІЧНОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА)



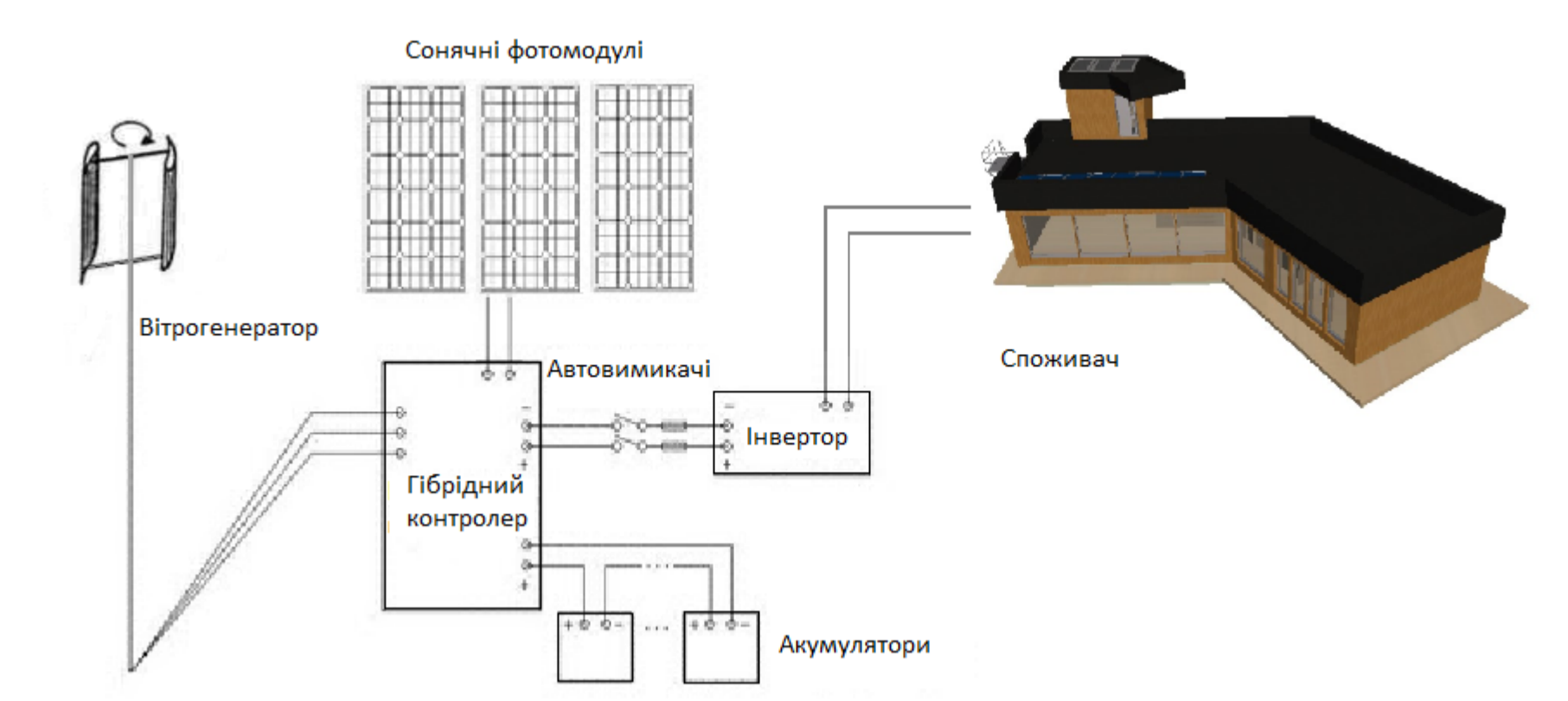
1. Накопичувальний резервуар сумісний з геліопанеллю
2. Корпус котла
3. Вихід вентиляційного повітропроводу 100 мм
4. Повітряна теплообмінна камера
5. Люк отвору заправки гумуса
6. Отвір заправки гумуса
7. Механізм приводу механічних фіксаторів гумусу
8. Отвір вивезення гумусу
9. Вхід вентиляційного повітропроводу 100 мм
10. Відвід надлишкової води в котлі



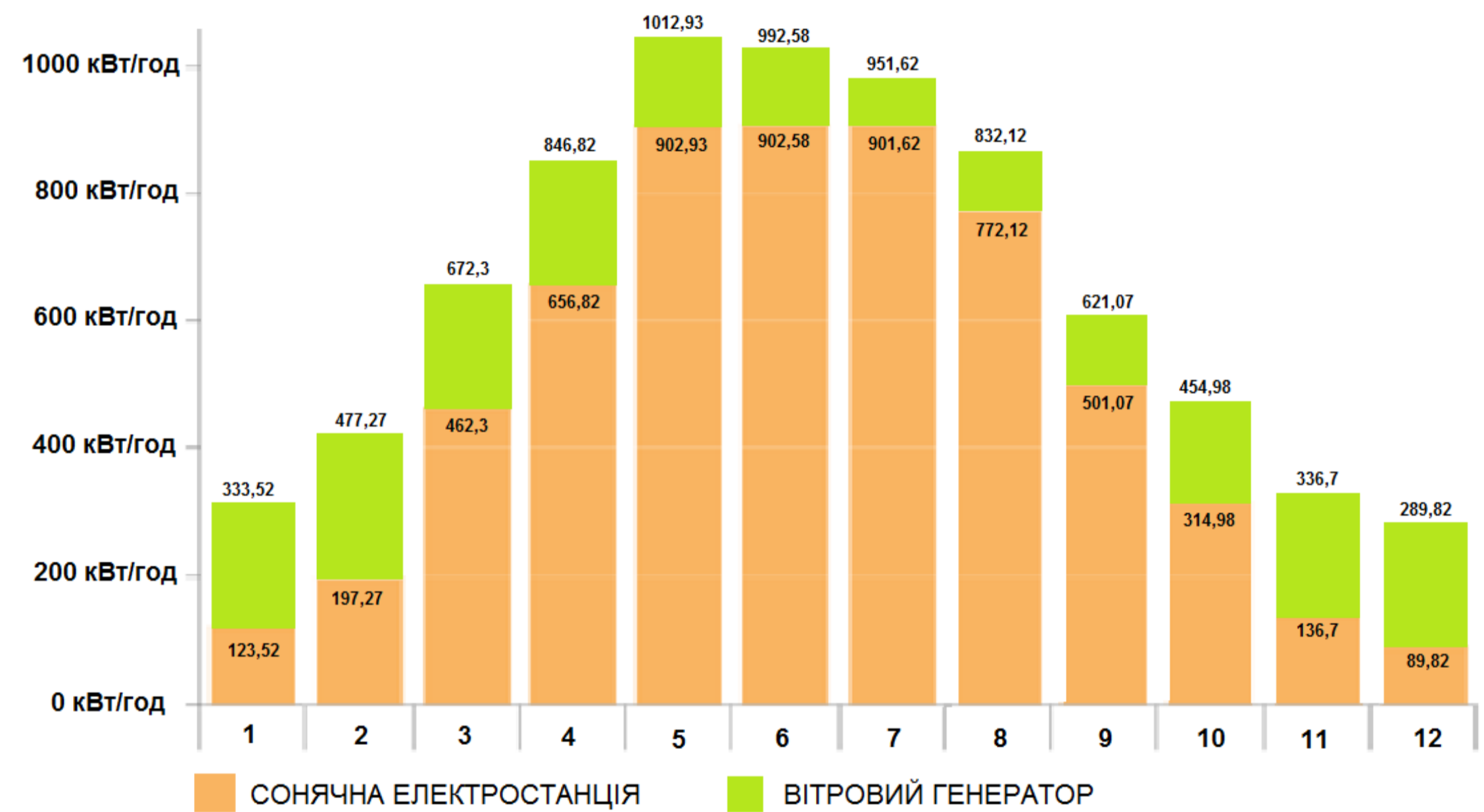
# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУМІЩЕНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ



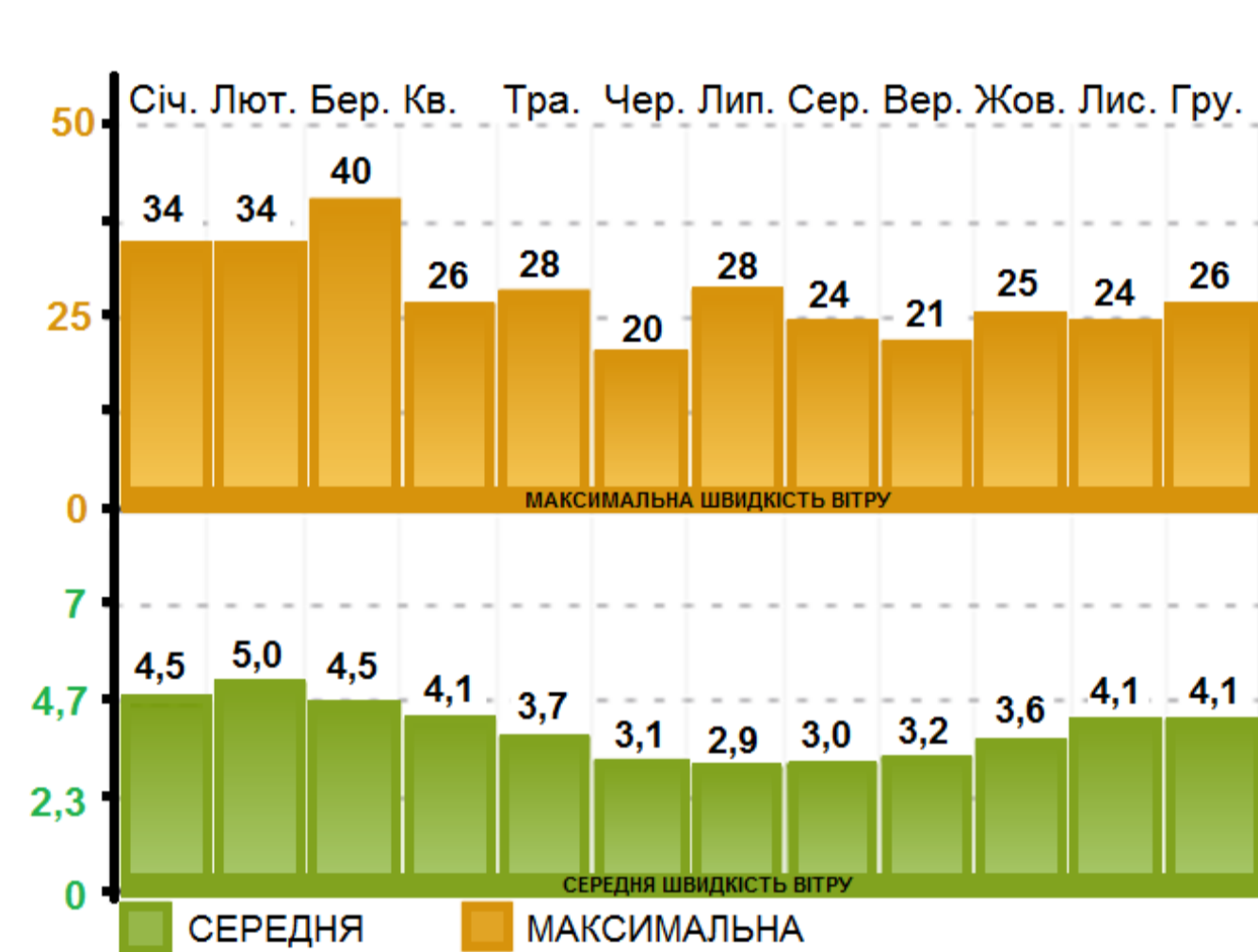
## ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ СЕС



## РІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ВИРОБІТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ (СОНЦЕ/ВІТЕР)



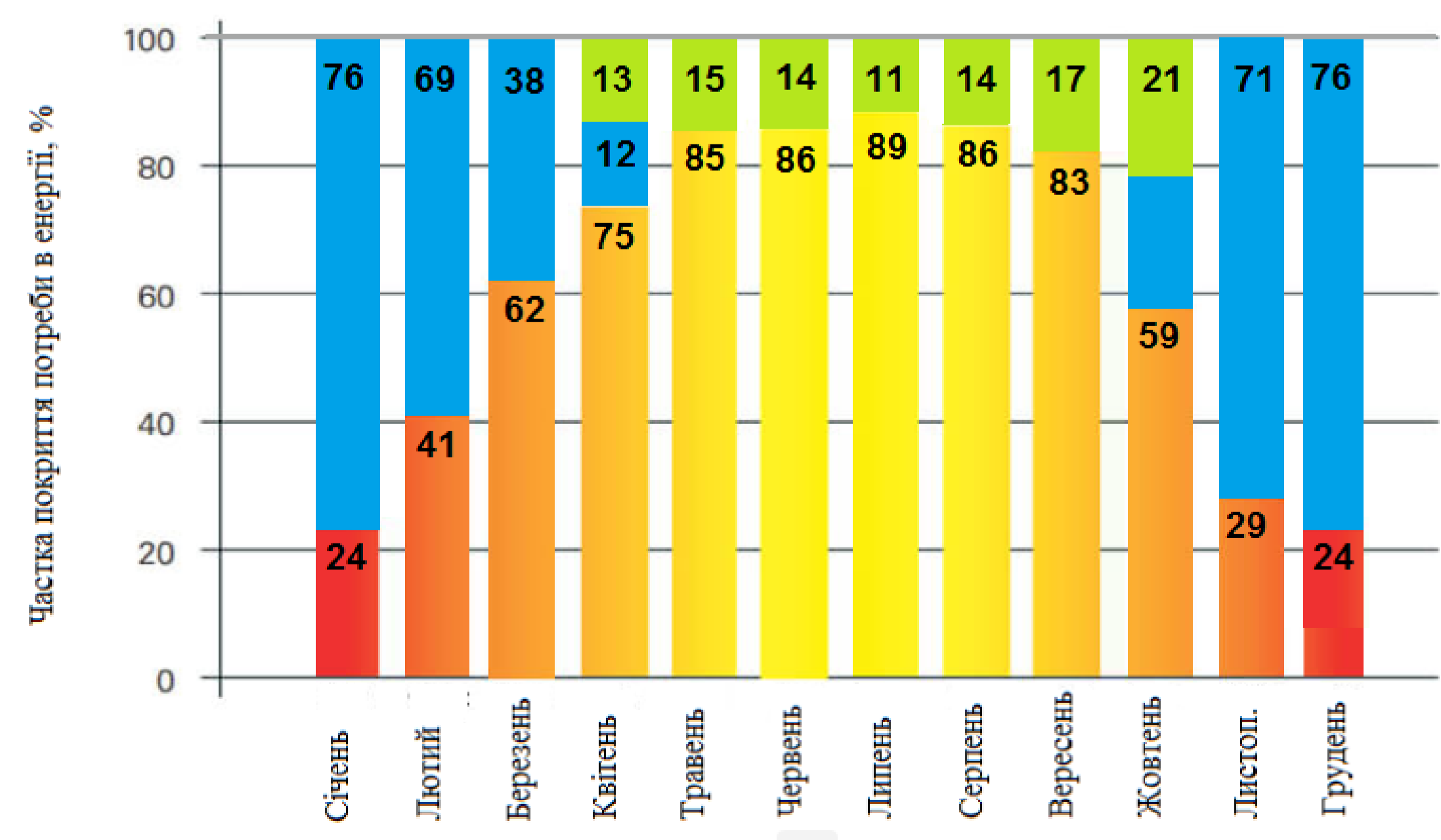
## РІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ШВИДКОСТІ ВІТРУ (м/с)



## СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ АВТОНОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

1.	Сонячна панель Risen 500W	10 шт
2.	Мережевий інвертор Afore HNS5000TL	1 шт
3.	Система кріплення на горизонтальну поверхню	10 шт
4.	Витратні матеріали	1 к-т
5.	Кабель для сонячних панелей	80 м.п.
6.	Комплект захисної автоматики	1 к-т
7.	Акумулятор 210 А/год	2 шт
8.	Вітрогенератор 2 кВт/год	1 шт

## РОЗПОДІЛ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗА СУМІЩЕНОЮ СИСТЕМОЮ



100% - 260 кВт/год на місяць

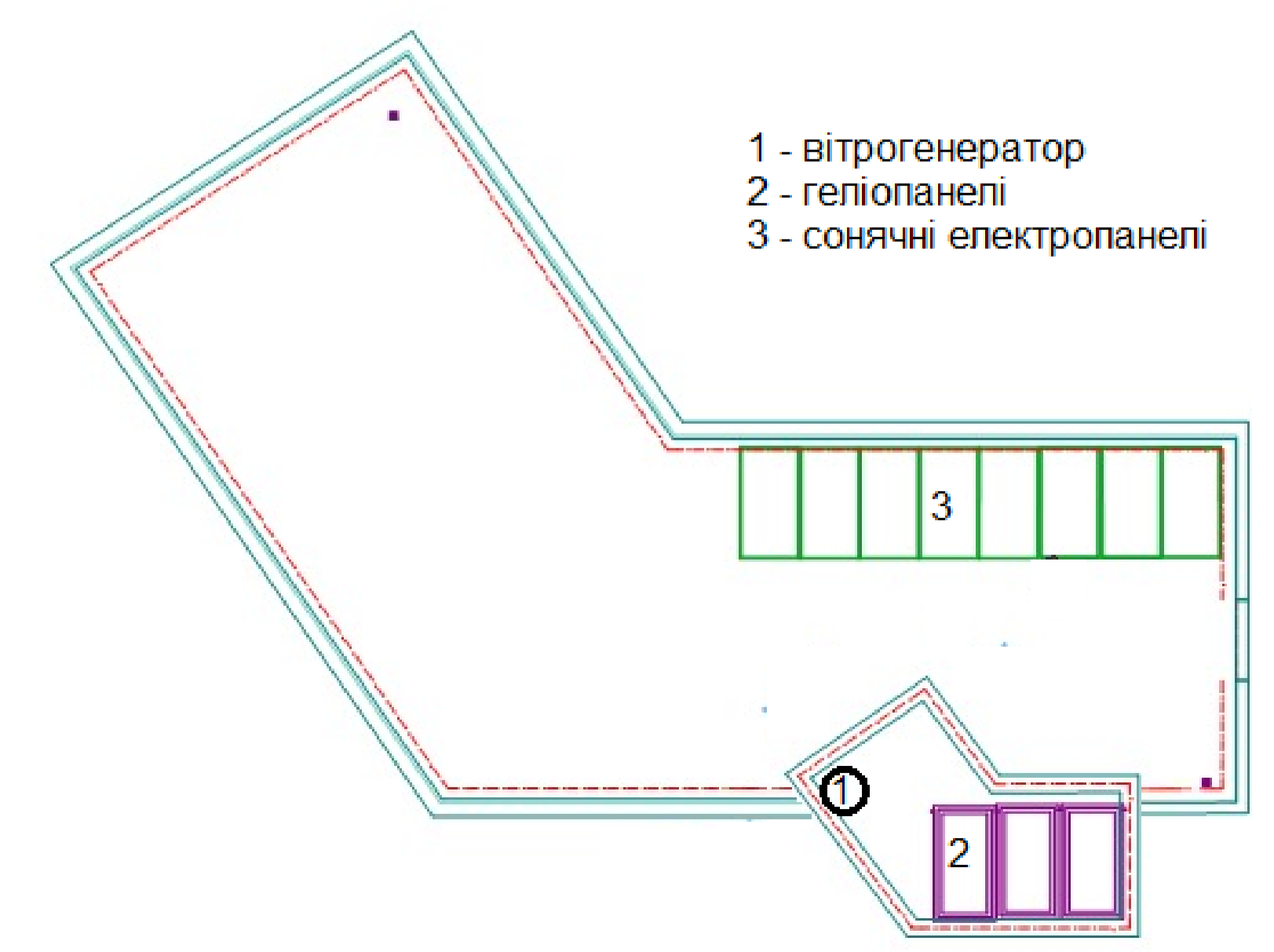
273 кВт/год на рік

941,2 кВт/год на рік

1931,8 кВт/год на рік

Загальні витрати на ГВП - 3146 кВт/год

## СХЕМА РОСТАШУВАННЯ ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ



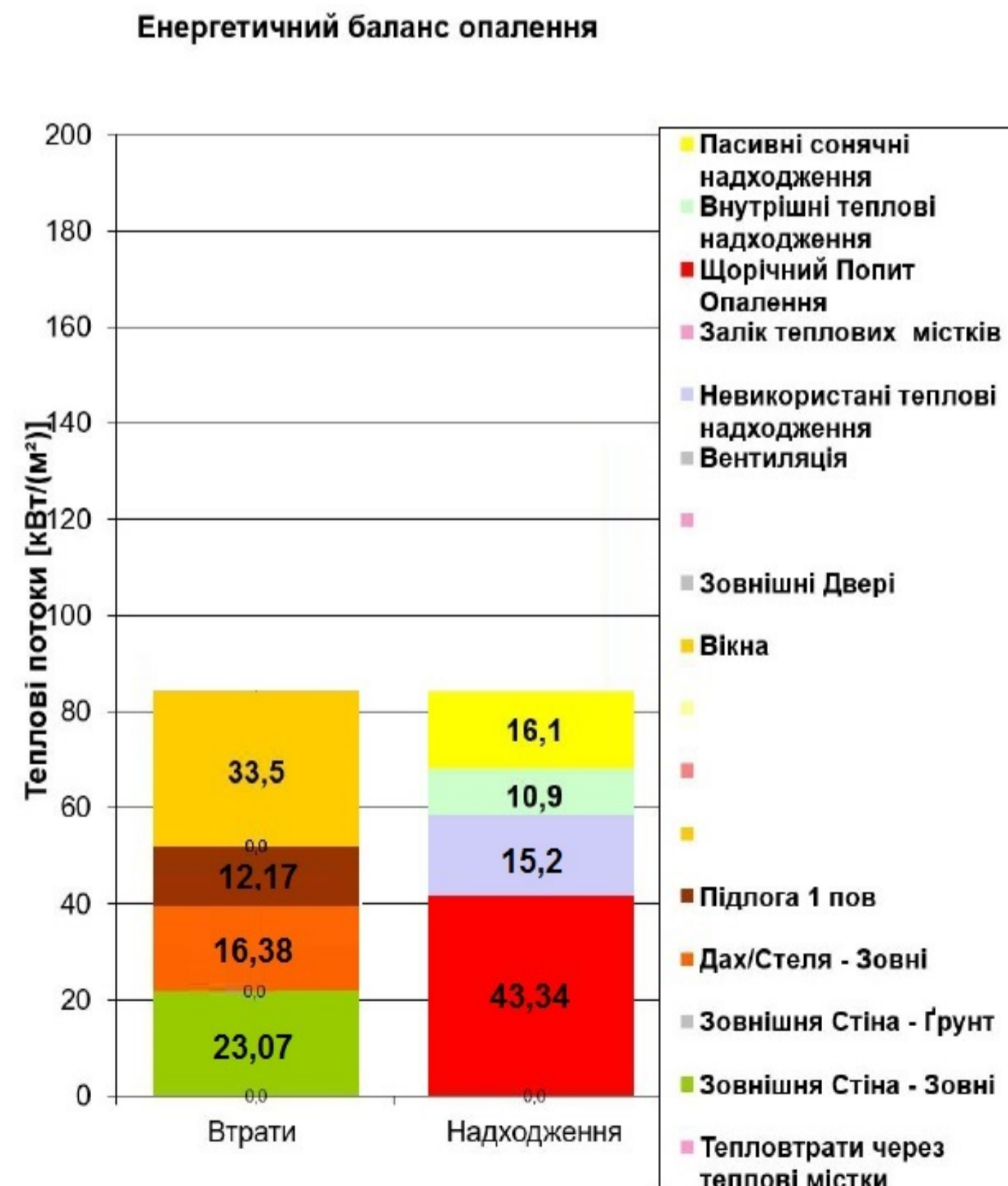
# АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДИНКУ ПІСЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ

## ЗМІНИ В ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Будівля:	Будинок											Щорічний попит опалення:	40	кВт год/(м² рік)	Градусо-години опалення:	105,1
Клімат:	UA - Вінницьк													105,1		
Орієнтація площі вікна	Глобальна радіація (кардинальні точки)	Затінення	Бруд	Неперпендикулярна падаюча радіація	Частка скління	g-Значення	Коефіцієнт ослаблення для сонячної радіації	Площа вікна	U-Значення Вікна	Площа скління	Середня глобальна радіація	Втрати Передачі	Теплонадходження сонячної радіації			
максимум:	кВт год/(м² рік)							м²	Вт/(м²·К)	м²	кВт год/(м² рік)	кВт год/рік	кВт год/рік			
Північ	128	0,84	0,95	0,85	0,755	0,36	0,51	15,57	0,77	11,8	130	1263	373			
Схід	234	0,94	0,95	0,85	0,617	0,36	0,47	6,65	0,91	4,1	275	634	308			
Південь	422	0,96	0,95	0,85	0,523	0,36	0,41	3,60	1,07	1,9	414	405	218			
Захід	234	0,76	0,95	0,85	0,801	0,36	0,49	18,21	0,73	14,6	275	1402	881			
Горизонтальна	395	1,00	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	395	0	0			
Повне або Середнє Значення для Всіх Вікон						0,36	0,49	44,03	0,80	32,3		3705	1780			

№ Конст р.	Тип	Опис конструкції	Загальна товщина	U-Значення
1	Зовнішня стіна		0,322	0,147
2	Підлога		0,366	0,130
3	Покрівля		0,328	0,129

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС



Загальна потреба в опаленні:

**4797,738 кВт/год на рік**

Загальний потенціал утепленого септика

при ККД-70%:

$(5,57+8) \times 176_{\text{днів}} / 100 \times 70\% = 1672 \text{ кВт/год}$

за опалювальний сезон

15,2 кВт/год на м2

Потенційний вихід теплової енергії з ТПВ –

**9802,5 кВт/год**

При ККД гумусного котла - 70%

6861,75 кВт/год

**62 кВт/год на 1м²**

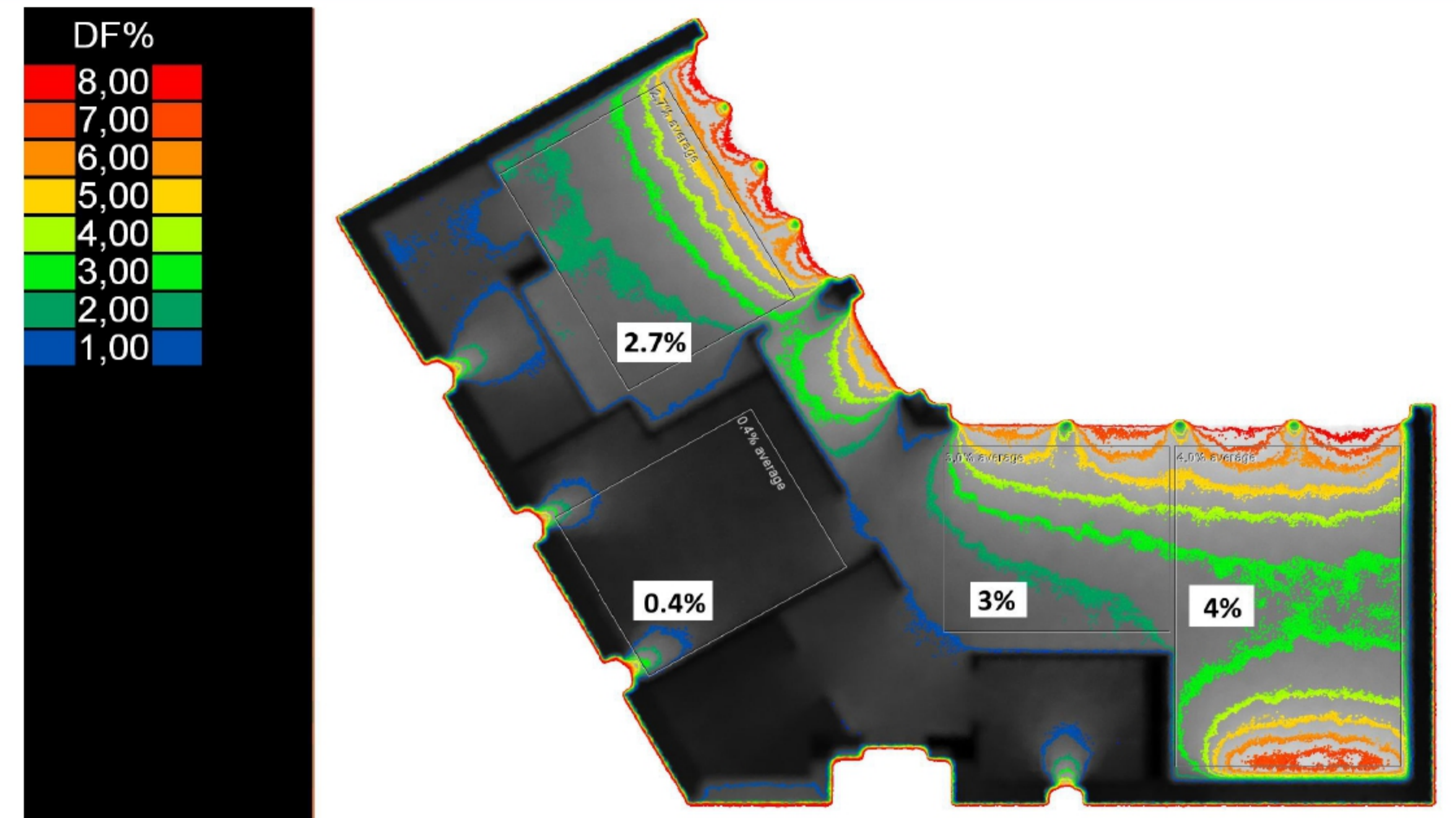
Надлишок виробленої теплової енергії

18,66 кВт/год на 1 м²

2065,662 кВт/год

З них 941,2 кВт/год - спрямовуються на ГВП

## ОЦІНКА ОСВІТЛЕНОСТІ ПРИМІЩЕНЬ DF-3 (ДОБРЕ)



## ВИТРАТИ НА ОБСЛУГОВУВАННЯ

Опалення	0	кВт*г
Охолодження.	0	кВт*г
ГВП	-273	кВт*г
Побутова	-3480	кВт*г
<b>Разом:</b>	<b>-3753</b>	<b>кВт*г</b>

Соціальні нормативи (норми) користування житлово-комунальними послугами:

додатково 30 кВт·г на місяць на кожного іншого члена сім'ї (домогосподарства) на житлове приміщення (будинок), але не більш як 230 кВт·г на місяць

110+90=200 кВт/год на місяць  
Індукційна електроплита - 3 кВт/год на добу - 90 кВт/год на місяць

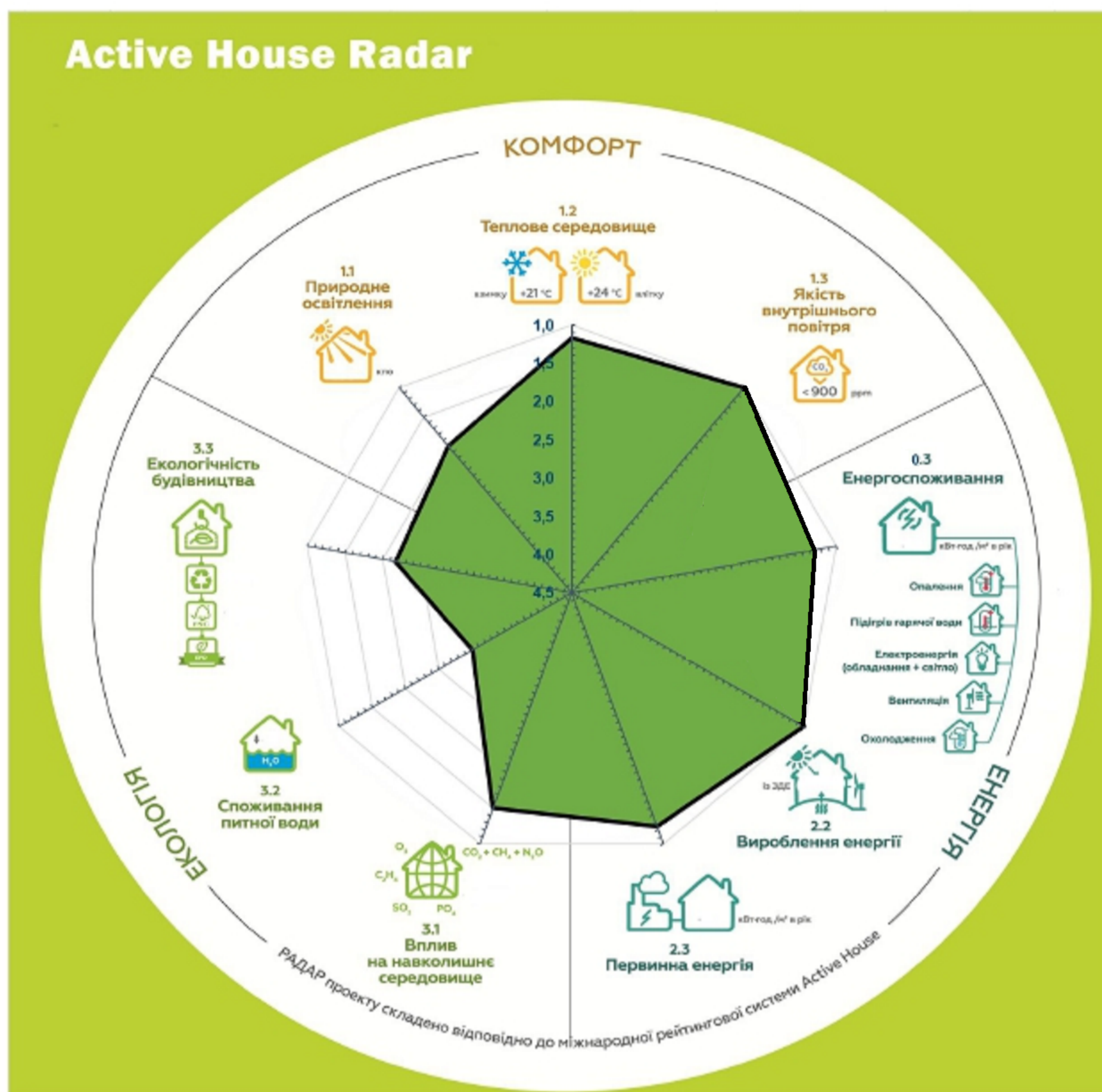
200+90 = 290 кВт/год на місяць на сім'ю з 4-х осіб  
(3480 кВт/год на рік)

## РОЗПОДІЛЕННЯ ВИТРАТ НА ОБСЛУГОВУВАННЯ БУДИНКУ



	кВт*год/м2
Ермах 1 зона	120
ЕР проект	43
Клас енергоефективності паспорт (тепловтрати по конструкціям):	-64 <b>A+</b>

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС БУДІВЛІ

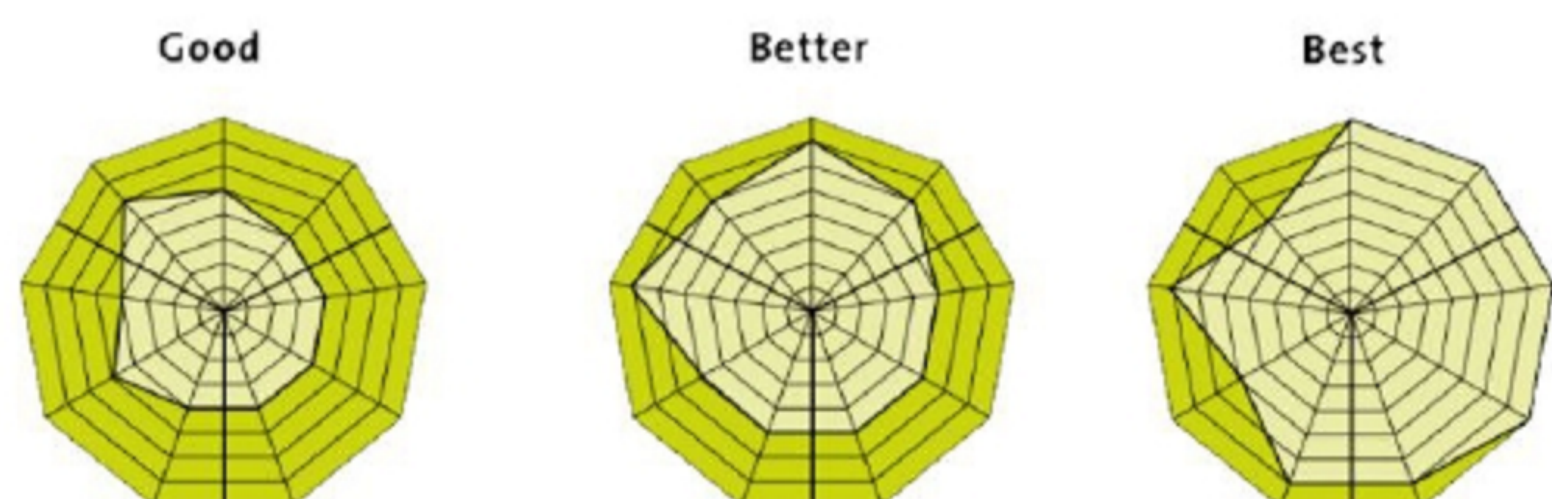
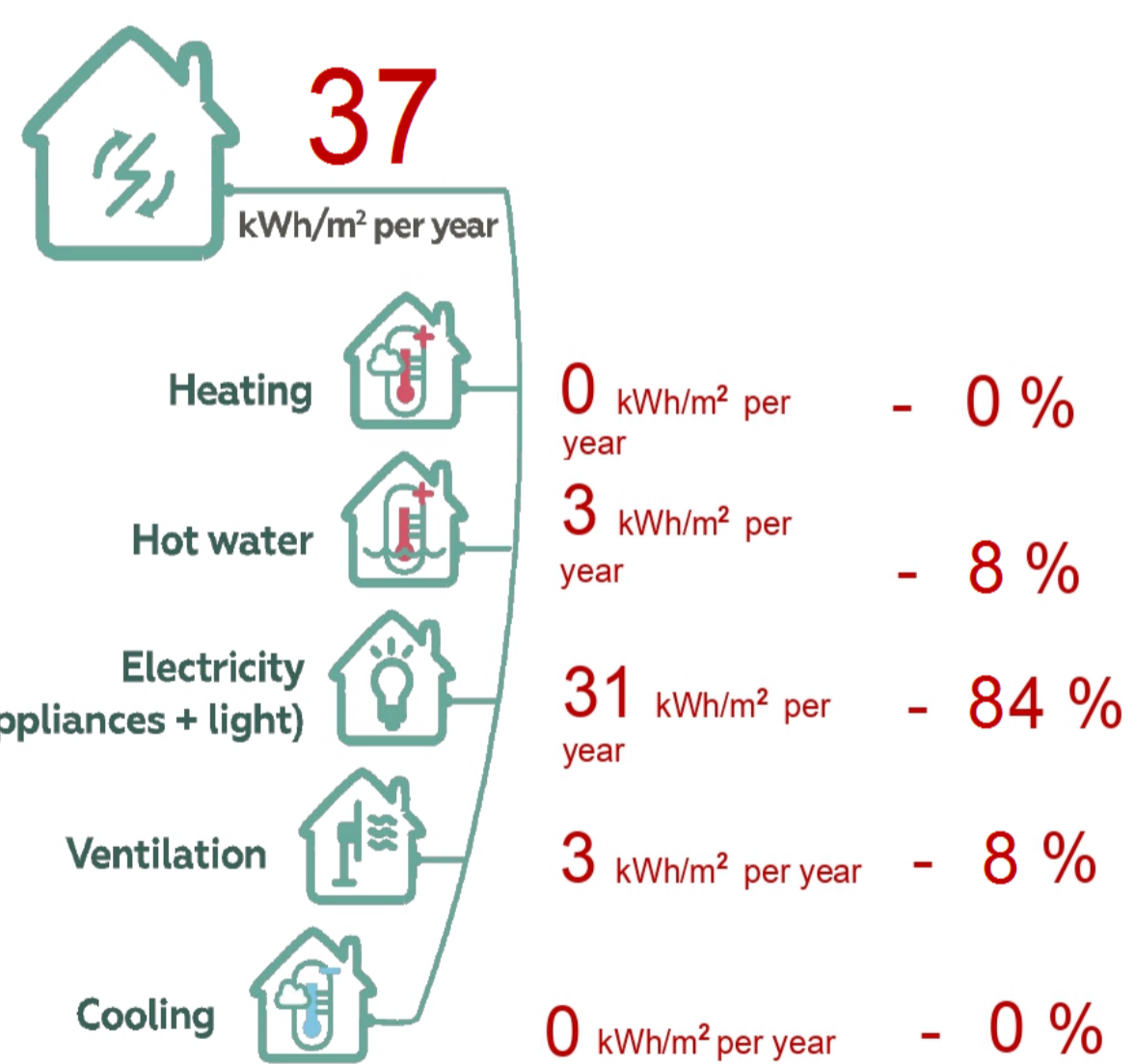


Місяць	Споживання - Генерація							Баланс кВт*ч:
	Опалення (кВт*г)	Охолодження (кВт*г)	ГВП (кВт*г)	Побутова (кВт*г)	Геліо (кВт*г)	Біогумус (кВт*г)	PV + вітров. (кВт*г)	
Січень	-800	0	-260	-290	62,4	997,6	333,52	+43,52
Лютий	-800	0	-260	-290	106,6	979,4	477,27	+231,47
Березень	-800	0	-260	-290	161,2	898,8	672,3	+382,3
Квітень	-398	0	-260	-290	195	429,2	846,82	+883,02
Травень	0	0	-260	-290	221	0	1012,93	+683,93
Червень	0	0	-260	-290	223,6	0	992,58	+666,18
Липень	0	0	-260	-290	231,4	0	951,62	+633,02
Серпень	0	0	-260	-290	223,6	0	832,12	+505,72
Вересень	0	0	-260	-290	215,8	0	621,07	+286,87
Жовтень	-400	0	-260	-290	153,4	452	454,98	+110,38
Листопад	-800	0	-260	-290	75,4	984,6	336,7	+46,7
Грудень	-800	0	-260	-290	62,4	997,6	289,82	-0,18
<b>Загалом (кВт*г):</b>	<b>-4798</b>	<b>0</b>	<b>-3120</b>	<b>-3480</b>	<b>1931,8</b>	<b>6861,75</b>	<b>7821,73</b>	<b>5217,28</b>

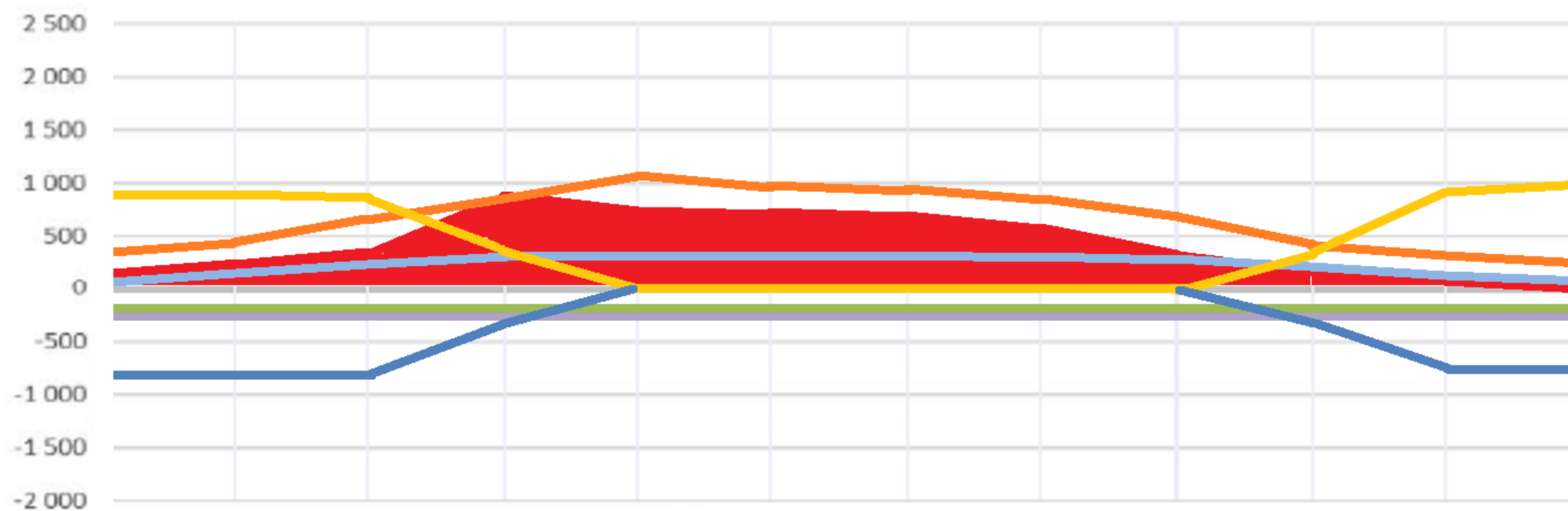
### ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

**3 753**  
кВт\*год в рік  
на всі потреби

**110 m<sup>2</sup>**  
опалювальна  
площа



### ГЕНЕРАЦІЯ - ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ



	кВт*год/м2	
Ермах 1 зона	120	
ЕР проект	43	
Клас енергоефективності паспорт (тепловтрати по конструкціям):	-64	<b>A+</b>
Клас енергоефективності. Гумусний котел	-99	<b>A+</b>



# ВИСНОВКИ

Друга половина ХХ століття відзначилась високими темпами урбанізації. Велика кількість населення з сільської місцевості перемістилось в міста, що вимагало розвитку централізованих систем енергопостачання. На сьогоднішній день такі явища, як заводи з десятками тисяч працівників, стають дедалі рідкіснішими. Економічної необхідності у великій скупченості населення в містах немає. Окрім того, епідемія COVID-19 внесла ще більші корективи в життєвий уклад земного населення. Збільшилась кількість віддалених робочих місць, дистанційним стає навчання і робота. Надання адміністративних послуг високими темпами переводиться в online-режим.

Відповідно, необхідно змінювати і напрямки розвитку житлового фонду. Як зазначалось у вступі, із-за більш холодних кліматичних умов, в Україні не рентабельно впроваджувати систему пасивних будинків, на зразок європейських. Зрозуміло, що в Україні немає впливу теплих атлантичних течій на погодні умови, і наші зими холодніші. Але наш клімат, на відміну від європейського, сприяє посиленому росту рослинності, котра теж є еквівалентом енергії, за умови правильного підходу.

Концепція пасивного будинку вимагає підтримування балансу між витратами енергії на утримання будинку і виробленням енергії самим будинком. Такий баланс носить назву енергоефективність.

А енергоефективний будинок неможливо запроектувати без якісного енергоаудиту. В ході цієї роботи я провів попередній енергоаудит земельної ділянки в 0,1 га для будівництва будинку на 4-х чоловік площею 110 м<sup>2</sup> і виявив:

1. За умови дотримання європейських принципів теплопровідності огорожуючи конструкцій 0,15 Вт/м<sup>2</sup>К, теплопровідності прозорих конструкцій - 0,8 Вт/м<sup>2</sup>К, рекуперації повітря з ефективністю не менше 80% (досягається геотермальним попереднім підігрівом повітря), необхідність в витратах теплової енергії залишається досить незначна - 4798 кВт/год.
2. Щорічні втрати енергії від невикористання теплової енергії компосту з ТПВ садово-городнього походження складають - 9802,5 кВт/год
3. Щорічні втрати теплової енергії в зливах каналізації складають - 1672 кВт/год
4. В разі ефективного використання енергоресурсів, відмічених в п.2-3, загальне енергоспоживання будинку на побутові потреби складає - 3753 кВт/год.
5. Для забезпечення будинку електроенергією достатньо сонячної електростанції 5 кВт (виробітком 5962.26 кВт/год), але вона нездатна забезпечувати будинок в зимовий період, тому необхідно використати комбіновану вітро-сонячну електростанцію, з додаванням горизонтального вітрогенератора, потужністю 2 кВт. За гідрометеорологічними даними, середня швидкість вітру взимку зростає, що дозволяє закрити необхідну недостачу найефективніше.
6. Для забезпечення гарячого водопостачання також необхідно використовувати комбіновану біологічно-геліо систему, котра здатна забезпечити цілорічне гаряче водопостачання, а в літні місяці догрів гарячої води в дні недогріву проводити електричним догрівом, оскільки електроенергія влітку виробляється з надлишком.

Щодо конструктивних рішень, то досягнення необхідного опору огорожуючи конструкцій справа непросте. Нам знадобиться еквівалент дерев'яної стіни товщиною в 1м. Навіть використання легкого утеплювача, котрий замінює значну частину дерев'яної стіни, то при такій товщині утеплення зростає кількість містків холоду, які зводять на нівець саме утеплення. Тому для досягнення необхідного опору теплопередачі зовнішньої стіни, підлоги, покрівлі, необхідно розробляти нові, ефективні конструкції.

Важливим фактором є підлога в будинку. Значні втрати теплової енергії спостерігаються в напрямку стіна-грунт. Для створення енергозберігаючого будинку важливо створенні замкненої системи, в котрій конструкція стін в наземного перекриття будуть єдиними і нерозривними. Жоден із заходів утеплення фундаменту не виключає теплові втрати між стіною і грунтом. Енергоефективний будинок має бути збудований за принципом малих архітектурних форм (являти собою цілісний і замкнений виріб, встановлений на фундамент. Стіни мають опиратися на нижнє утеплене перекриття, виключаючи втрати теплової енергії в грунт.

Використання комбінованих систем і акумуляція енергії дозволяють оптимізувати витрати на будівництво і покращити якість і стабільність енергозабезпечення.

Розрахунок одноповерхового базового проекту був зумовлений потребою у великій площі даху для розміщення сонячних систем, котра існує в традиційних будівлях. Приведений енергетичний баланс проектованої будівлі дає можливість суттєво зменшити площу для розміщення сонячних панелей до 27,3 м<sup>2</sup>. Цього вдалось досягти за рахунок оптимізації витрат і використання суміщеної системи енергогенерації. Це дає можливість розробити на базі запропонованого проекту, двоповерховий варіант. Зменшення площі покрівлі і цоколя суттєво зменшить витрати на 1 м<sup>2</sup> житлової площі.

Пісивний будинок в Україні - реальність за доступною ціною і, в найближчий час, такий вид будівництва стане одним із найпоширеніших видів житлового будівництва, котре наблизатиме Україну до повної енергетичної незалежності.

## ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи  
магістранта Петра Петровича Гордійчука

### Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів»

Виконана згідно з завданням, відповідає темі, містить  
(не)згідно (не)відповідає  
         аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку з          сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1 Актуальність теми, наявність замовлення проекту підприємством організацією науково-інженерної діяльності є безумовно актуальною, тому що спрямована на виконання найважливіших питань підвищення енергоефективності та енергозбереження

2 Основний розділ МДР розрахунково-конструктивний

3 Кількість пророблених варіантів проектних рішень у основному розділі, ступінь доцільності прийнятих студентом варіантів, їх спрямованість на пошук оптимального рішення з урахуванням останніх досягнень науки і техніки. Застосування варіантних підходів при вирішенні решти проектних рішень всі питання увага до яких приділена в роботі розглянуто в широкому форматі, для прикладу стіновий захист розглянуто та проаналізовано в трьох можливих варіантах конструктивного вирішення, альтернативних джерел теплової енергії проаналізовано понад п'ять і т. і.

4 Глибина обґрунтувань прийнятих рішень стиль викладення пояснювальної записки переконливий, обґрунтовувальний з посиланням на пункти норм чи підтверджується інженерними розрахунками за прийнятими методиками

5 Рівень інженерної підготовки і ерудиції магістранта достатній для самостійної подальшої фахової діяльності, як і інженерному так і в дослідницькому сенсі

6 Творчий потенціал і ступінь самостійності магістранта у вирішенні поставлених задач МКР опрацьовано творчо, самостійно і з спрямуванням до отримання практично цікавого результату

7 Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень рівень досліджень, яким присвячена робота виконано на достатньо зрілому, фаховому рівні, спрямованому на отримання практичного цінного результату, комплексно та в широкому сенсі вирішення задач, які поставала при виконанні.

8 Застосування ЕОМ для вирішення задач основної частини проекту (оптимізація, моделювання, САПР, технічні розрахунки складних систем та ін.), наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ і режиму використання, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у проекті всі розділи та складові даної МКР роботи розроблено та оформлено з використання ПППЗ, досить різнопланових

9. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлення в основному відповідає вимогам норм та діючим стандартам

10 Дотримання магістрантом графіка проектування працював системно, етапи роботи розроблялись та представлялись вчасно, відповідально та на доброму фаховому рівні

11 Практична цінність роботи, можливість її реалізації виконання досліджень в роботі та оцінка їх результатів на всіх етапах роботи була спрямована та виконувалась під кутом практичної цінності та об'єктивної реальності

12 У магістерській кваліфікаційній роботі можна відмітити такі недоліки:

1. Робота виглядала значно цікавіше, за умови представлення ізополів температурних полів отриманих на основі чисельних моделювань для захисних конструкцій та вплив на них зміни варіантів конструктивних рішень

2. За напрямком роботи слід було б більшу увагу приділити розробці та аналізу сертифікату енергетичної ефективності з більш поглибленим аналізом тих результатів які було отримано при його розробці.

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на відповідному рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку відмінно а студент заслуговує на присвоєння кваліфікації магістр-будівництва

Керівник роботи Доцент кафедри БМГА, к.т.н., доцент

(посада, науковий ступінь)

(підпис)

В. М. Андрухов

(прізвище)



## ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу  
магістранта П. П. Гордійчука

на тему «Будівлі з близьким до нуля споживанням енергетичних ресурсів»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно з завданням,  
(не)згідно

вдповідає темі, містить      аркушів графічного матеріалу і пояснювальну  
(не)вдповідає  
записку з      сторінок.

2 Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) не викликає сумнівів, тому що спрямована на вирішення найактуальніших державних питань в розрізі напрацювання досвіду проектування та будівництва будівель з найбільш раціональним використанням енергетичних ресурсів та зведенням його до мінімуму при збереженні комфортності в будівлі на необхідному рівні

3 Наукова новизна та практична цінність роботи, в державі на даному етапі відсутній поки що практичний поширений інженерний досвід з проектування та будівництва такого класу будівель, тому це і є в певному сенсі і новизною, і практичною цінністю

4 Наявність багатоваріантного аналізу проектних рішень у основному розділі, спрямованого на пошук оптимального рішення з урахуванням останніх досягнень науки і техніки, техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанту. Застосування варіантних підходів при вирішенні решта проектних рішень при розробці та пошуку тих чи інших інженерних рішень в роботі, як правило розглядалось декілька рівноцінних варіанти і на базі порівняння результатів приймалось рішення про найбільш доцільний варіант

4 Глибина обґрунтувань прийнятих рішень, ступінь врахування факторів безпеки життєдіяльності тощо інженерно-технічні рішення прийняті, розглянуті та опрацьовані в роботі мають підтвердження або вимог ДБН, або відповідними розрахунками за прийнятими методиками з одночасним врахуванням факторів безпеки життєдіяльності

5 Рівень пророблення основного рішення (аналіз, технічні розрахунки тощо), достатність глибини пророблення основного рішення для виконання у практиці будівництва розроблено та представлено на достатньо професійному рівні, на базі аналізу, технічних розрахунків, при переконливій глибині проробки

6 Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень для МКР рівень досліджень та аргументованості прийнятих рішень на достатньо переконливому фаховому рівні

7 Застосування ЕОМ для вирішення задач основної частини проекту (оптимізація, моделювання, САПР, технічні розрахунки складних систем та ін.), обґрунтування вибору типу ЕОМ і режиму використання, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у проекті всі розділи та складові роботи розроблено та оформлено з використанням професійної лінійки ПППЗ

8 Наявність у пояснювальній записці обґрунтування усіх проектних рішень, стиль її написання (обґрунтовальний чи описовий), відповідність оформлення до вимог діючих стандартів стиль подачі матеріалів в ПЗ обґрунтовальний, а оформлення в основному відповідає вимогам норм

9 Повнота відображення графічним матеріалом основного змісту роботи, відповідність графічних матеріалів конкретному об'єкту проектування, вимогам ЄСКД та СПДБ в графічній частині роботи в достатній для розуміння мірі продемонстровано суть та зміст роботи, представлені матеріали відповідають об'єкту дослідження, а оформлення відповідає вимогам ЄСКД та СПДБ

10 Наявність економічного ефекту від впровадження результатів розробки на досить професійному та всесторонньому аналізі та економічній оцінці виконана оцінка розглянутих та запропонованих в роботі заходів та інженерно-технічних рішень

11 У магістерській кваліфікаційній роботі можна відмітити такі недоліки:

1. Креслення технічної частини (архітектурно-будівельна частина) носять схематичний характер.

2. Відсутній Генплан території, хоча з подальшого змісту роботи слідує, що це важливий фактор, та в деякій мірі підтвержував би реальність запропонованих заходів та прогнозованих варіантів надходжень до біогенератора

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на відповідному рівні, магістрант заслуговує присвоєння кваліфікації магістр-будівництва за роботу при відповідному захисті може бути виставлена оцінка відмінно

Рецензент

(посада, місце роботи)

К.Т.Н., проф. каф. ІСБ

(підпис)

(прізвище)