

**Міністерство освіти і науки України**  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет інженерії машин, споруд і технологій  
(повна назва факультету)  
Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

## Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект відпочинкового комплексу з дослідженням  
енергоефективності

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МБнм  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Кіцак І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Коваль І.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Данильченко С.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій  
(повна назва факультету)  
Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
ЯСНІЙ В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)  
студенту Кіцаку Ігорю Михайловичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект відпочинкового комплексу з дослідженням енергоефективності

Керівник роботи К.т.н. доц. Ігор Коваль  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 04 » 04 2022 року № 4/7-207

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.05.2022р

3. Вихідні дані до роботи Тематика досліджень

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ, огляд літератури, методика досліджень, експериментальна частина, охорона праці, бібліографія

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
15-20 слайдів з коротким та змістовним оглядом роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання приймав
Охорона праці	Володимир КАСПРУК		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Володимир СТРУЧОК		
Нормоконтроль	Світлана ДАНИЛЬЧЕНКО		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	07.04.22	
	Огляд літератури	12.04.22	
	Визначення методики проведення досліджень	16.04.22	
	Опрацювання результатів експериментів	15.05.22	
	Узагальнення результатів і висновки, щодо них	17.05.22	
	Опрацювання розділу Охорона праці та цивільна безпека	20.05.22	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кіцак І.М. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Коваль І.В. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 Огляд літературних джерел</b> .....	<b>8</b>
1.1 Еволюційні процеси розвитку відпочинкових комплексів .....	8
1.2 Проблематика енергоефективності будівлі .....	10
1.2.1 Аналіз за узагальнення напрямків дослідження .....	12
1.2.2 Формулювання завдань для власних досліджень .....	14
1.3 Висновки за розділом 1 .....	15
<b>РОЗДІЛ 2 Методики дослідження</b> .....	<b>17</b>
2.1 Обґрунтування вибору напрямку досліджень .....	17
2.2 Методи вирішення завдань дослідження й їхні порівняльні оцінки .....	17
2.3 Загальна методика проведення досліджень .....	19
2.3.1 Етапи вимірювання значення коефіцієнта теплопередавання на місці .....	19
2.3.2 Умови для отримання близького до реального значення коефіцієнта теплопередавання. ....	20
2.3.3 Проведення вимірювань .....	21
2.3.4 Особливості збору даних .....	22
2.3.5 Аналіз отриманих даних .....	23
2.4 Висновки за розділом 2 .....	23
<b>РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	<b>25</b>
3.1 Результати досліджень .....	25
3.1.1 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з дерев'яними стінами .....	25
3.1.2 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з цегляною кладкою .....	28
3.1.3 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з стінами із піноблоку .....	32
3.1.4 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з цегляною кладкою та підвищеним споживанням енергії .....	36

3.2	Аналіз результатів досліджень.....	40
3.2.1	Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі з дерев'яними стінами.....	40
3.2.2	Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі з цегляною кладкою.....	42
3.2.3	Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі зі стінами із піноблоку.....	44
3.2.4	Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі з цегляною кладкою та підвищеним споживанням енергії.....	46
3.3	Обробка результатів дослідження.....	48
3.4	Висновки за результатами дослідження.....	51
<b>РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....</b>		<b>53</b>
4.1	Охорона праці.....	53
4.1.1	Законодавча та нормативна база України з охорони праці.....	53
4.1.2	Загальні положення охорони праці.....	55
4.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	57
4.2.1	Цивільна оборона України в надзвичайних ситуаціях.....	57
4.2.2	Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості.....	58
<b>Загальні висновки.....</b>		<b>62</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ :.....</b>		<b>64</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Важливість збереження комфортної для людини температури перебування із мінімальними втратами енергії є безсумнівно одним із найважливіших факторів, що забезпечують потрібні санітарно-гігієнічні умови проживання людей у будівлях створених для відпочинку. Проте для забезпечення таких умов із мінімальними втратами енергії є неможливим без додаткових витрат фінансових, тому необхідним є баланс між цими показниками. За умов коли вартість вичерпних ресурсів постійно зростає, незалежно від їх виду, необхідно постійно підвищувати мінімальні вимоги до характеристик енергоефективності. Також є важливим не лише покращувати енергоефективність нових будівель, але й аналізуючи поточні значення та їх зміну в часі пропонувати шляхи покращення енергоефективності існуючих будівель та користуючись отриманими даними вдосконалювати існуючі заходи для використання їх у майбутньому. Крім цього є потрібно забезпечувати високий рівень енергозбереження, яке можна отримати завдяки новітнім архітектурними та інженерними рішеннями із застосуванням сучасних конструктивних підходів. Зважаючи на викладене вище, досить важко переоцінити актуальність теми дослідження, оскільки результати можуть покращити енергоефективність відпочинкових комплексів.

**Мета й завдання дослідження.** Мета даної роботи полягає в обґрунтуванні необхідності контролю теплоізоляційних характеристик відпочинкових комплексів шляхом використання сучасних методів досліджень із врахуванням отримання можливих неточних даних.

Мета дозволяє сформулювати основні завдання, котрі будуть вирішені в даній роботі:

- дослідити особливості, з історичної точки зору, характерні для відпочинкових комплексів;
- описати визначення поняття енергоефективність;
- обґрунтувати необхідність зведення енергоефективних будівель;

- розглянути теоретичні основи теплообмінних процесів, що відбуваються в будинках;
- проаналізувати складові тепловтрат та дослідити відсотковий вклад кожної із цих складових ;
- описати тенденції в енергоефективності будівель;
- розглянути методи дослідження коефіцієнту теплопередавання та опору теплопередачі;
- проаналізувати переваги моніторингу реальних тепловтрат в існуючих будівлях;
- обґрунтувати важливість енергоефективності при теплоізоляції відпочинкових комплексів ;
- описати особливості охорони праці;
- обґрунтувати безпеку в надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження.** Об'єкт дослідження – енергоефективність відпочинкових комплексів.

**Предмет дослідження.** Предметом дослідження є використання сучасних методик для розрахунку коефіцієнту теплопередавання та опору теплопередачі, і як наслідок використання сучасних матеріалів для підвищення енергоефективності.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає у виявленні недоліків у теплоізоляційних характеристиках у зведених відпочинкових комплексах та прогнозуванні можливих їх причин.

Практичне використання результатів роботи полягає у можливості впровадження запропонованих результатів та здійснених у ній заходів для покращення планування побудови однотипних будівель та може дати позитивний ефект для підвищення рівень енергоефективності і сприяти збільшенню економії ресурсів у існуючих будівлях.

**Публікації.** Результати магістерської роботи опубліковано у одній праці - збірнику тез доповідей науково-технічної конференції. За результатами досліджень опубліковано тези доповідей загальним обсягом 0,38 др. арк.

**Ключові слова:** енергоефективна будівля, коефіцієнт теплопередавання, опір теплопередачі, енергоефективність, відпочинковий комплекс.



## РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1 Еволюційні процеси розвитку відпочинкових комплексів

Туризм як форма дозвілля особливо чутливий до цілей, які ставить перед собою споживач. На них базуються такі види туризму, як навчальний, лікувально-пізнавальний. Нині до них додаються альпінізм, катання на лижах, ковзанах, велосипеди та автомобілі, подорожі з природоохоронною та рекреаційною метою. У той же час, соціокультурна мотивація подорожей в сучасну епоху виявилася домінуючою.

Великобританія 18-19 століть була країною, яка найбільше заохочувала подорожувати. Її острівне положення, її статус великої морської держави, величезні заморські володіння та самі світові інтереси сприяли розширенню кругозору англійського джентльмена за допомогою подорожей. Англія стала батьківщиною багатьох видів туризму[1].

Готель «Тремонт» був відкритий у Бостоні в 1829 році. Це був перший першокласний готель у США, який спровокував готельний бум, який охопив спочатку міста східного узбережжя, а потім і Середній Захід, Захід і Південь. До кінця 19 століття вже були поширені два типи готелів: великі й розкішні, з одного боку, а з іншого — маленькі й застарілі.

Перші роки 20 століття відзначаються як початок будівництва готелів для бізнесменів і купців. У 1908 році відкрито у Буфало готель під назвою «The Buffalo Statler». Це була принципово нова концепція в індустрії гостинності, заснована на забезпеченні клієнтам максимальної зручності. Найголовніше, що цей перший у своєму роді готель був орієнтований виключно на бізнесменів.

Наприкінці 70-х і на початку 80-х готельні компанії продовжували глибше сегментувати, пропонуючи дедалі ширший спектр варіантів розміщення. Багато компаній почали займатися азартними іграми, промисловою кулінарією та рекламою. Стара як світова тенденція пільгового будівництва готелів поблизу транспортних вузлів дала нові прояви пов'язаний зі стрімким розвитком

повітряного транспорту. Тепер готельні компанії почали боротися з захопленням територій поблизу аеропортів і на реконструйованих землях великих міст.

Екологічні види туризму є похідними від лікувально-оздоровчих форм подорожей. Екологічна мотивація для здійснення подорожей виникла разом із утворенням національних парків і заповідників у ряді країн. Цей вид туризму виник дещо пізніше, коли почало розвиватися усвідомлення екологічних проблем, рух за збереження природи, видів рослин і тварин.

Сьогодні національні парки Великобританії займають приблизно 7% території країни.

Таким чином, різні соціально-культурні фактори формували інтерес до різних видів подорожей і поступово визначали відмінність у видах туризму: діловому, спортивно-оздоровчому, культурно-освітньому тощо. Основний акцент слід приділяти мотивації туриста, мета його поїздки. У 19-21 століттях з появою масового туризму, нових видів транспорту та технічних новинок стрімко розширюється арсенал видів туризму: велосипедний, гірськолижний, автомобільний, екологічний туризм та ін. Традиційними видами туризму є також переживають певну модернізацію: оздоровчу, культурно-освітню. Однак найважливішою зміною в туризмі є те, що докорінно змінюється ставлення туриста до туристичного об'єкта. Масовий туризм починає трансформувати курортні місця відповідно до своїх уявлень про відпочинок, виходячи з потреб власної мотивації подорожей. Курортні локації набувають загального вигляду, структури обслуговування та культурної атмосфери, що різко відрізняється від некурортних. До 21 століття туризм стає впливовим чинником не лише економічного життя, а й соціально-культурних та екологічних процесів[1]. Особливо значним є вплив саме екологічного напрямку, оскільки на сьогоднішній день значно посилився вплив життєдіяльності людства на кліматичний баланс на нашій планеті. Варто зауважити, що згідно із міжнародним визначення поняття «зелених технологій» визначальними є такі частини, котрі стосуються створення певного рівня енергоефективності будівель. Для забезпечення цього необхідно проводити заходи для оптимізації використання енергії, що надійшла в будівлю. Саме для цього

проводяться більш детальні розрахунки, математичне і комп'ютерне моделювання процесів всередині відпочинкового комплексу. Також не є можливим применшити вплив енергозбереження, котре досягається позитивними змінами при в архітектурному та інженерному проектуванні та використанні сучасних конструктивних і технологічних рішень. Дотичним до цього є розташування відпочинкового комплексу відносно напрямків світу, необхідно враховувати вибір матеріалів покриття для зовнішніх конструкцій, а також кліматичні особливості регіону розташування. Наступною частиною, що забезпечить енергоефективність є використання енергії з рециркуляційних та відновних джерел. І останнім у цьому переліку є засадження плоских дахів рослинами (газонами). Таке рішення дозволяє зменшити температуру приміщення влітку та втрати тепла в опалювальний період і додатково знизити і об'єм та швидкість відведення стічних вод.

## **1.2 Проблематика енергоефективності будівлі**

Енергетична ефективність; енергоефективність (energy efficiency) – це співвідношення (коефіцієнт) або інший кількісний взаємозв'язок між отриманим результатом (вихідний показник), тобто між виконаною роботою, послугами, товарами чи енергією і вхідним показником, тобто вхідним рівнем енерговитрат[2].

Внаслідок проведеної роботи групою іноземних експертів із США з енергоефективності було визначено, що визначення самого поняття енергетичної ефективності фактично неможливо відобразити одним показником, оскільки існує достатньо багато підходів як до змісту, який у нього вкладається так і до його кількісного вираження. Згідно із одним із них, енергоефективність це мінімальний рівень енерговитрат для забезпечення певного рівня благополуччя за одною або кількома одночасно характеристиками: економічною, соціальною, і т. д.). Для іншого визначення енергоефективністю є цілий комплекс значень, котрі самі по собі залежать від середовища у якому знаходяться та їх зміна досягається шляхом постійного покращення із врахуванням усіх допустимих заходів щодо

вдосконалення технологій. І останнє із прорахованих визначень говорить, що поняття енергоефективності це значенням, що обернене до поняття енергоємності.

Отже, якщо дати коротке визначення енергоефективності, що відобразить його суть, то узагальнено енергоефективний будинок, той котрий споживає мінімум енергії, необхідної для комфортного проживання людини, при втратах, що наближаються до нуля. Однак «завдяки» існуванню такого явища, як ентропія, втрати неможливо звести до нуля. Тому розглянемо детальніше теплообмінні процеси, котрі призводять до втрат, а саме (рис 1.1):

- трансмісія (теплопровідність);
- конвекція;
- випромінювання.

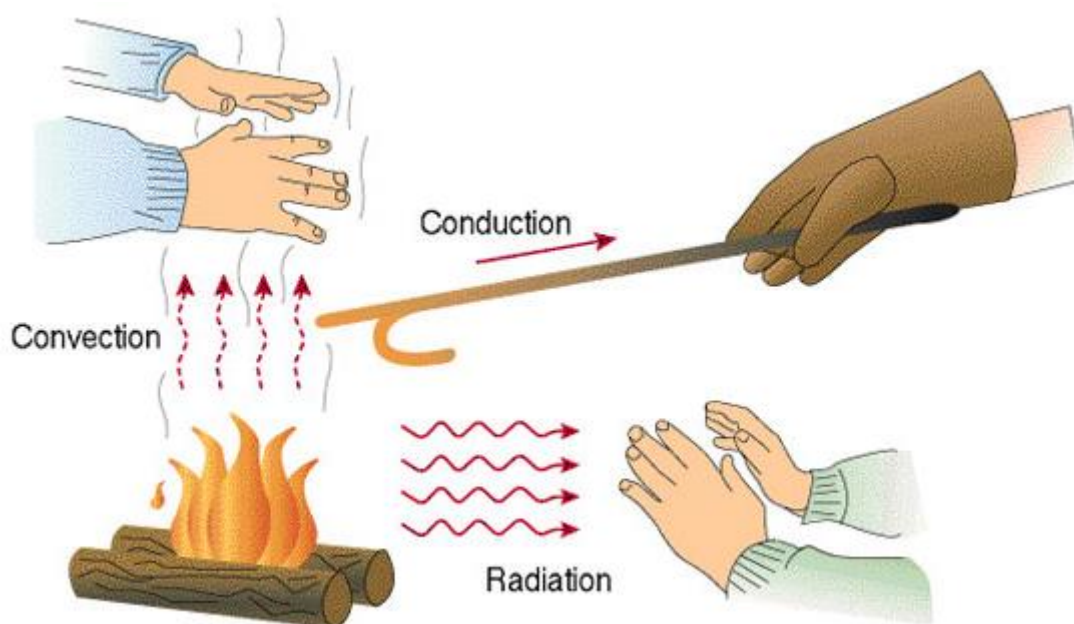


Рисунок 1.1 – Теплові втрати

Теплопровідність – здатність речовини переносити теплову енергію, а також кількісна оцінка цієї здатності: фізична величина, що характеризує інтенсивність теплообміну в речовині, яка дорівнює відношенню густини теплового потоку до градієнта температури [3].

Конвекція – явище завдяки якому відбувається перемішування і вирівнювання тепла в середовищах із різними агрегатними станами, шляхом використання потоків цієї ж матерії.

Випромінювання (теплове) – це випромінювання речовини із температурою вище абсолютного нуля з допомогою електромагнітних хвиль, які утворюються внаслідок теплового руху частинок із позитивним/негативним зарядом в матерії [4].

### 1.2.1 Аналіз за узагальнення напрямків дослідження

Суму теплообмінних процесів можна відобразити з допомогою схеми зображеної на рис 1.2.

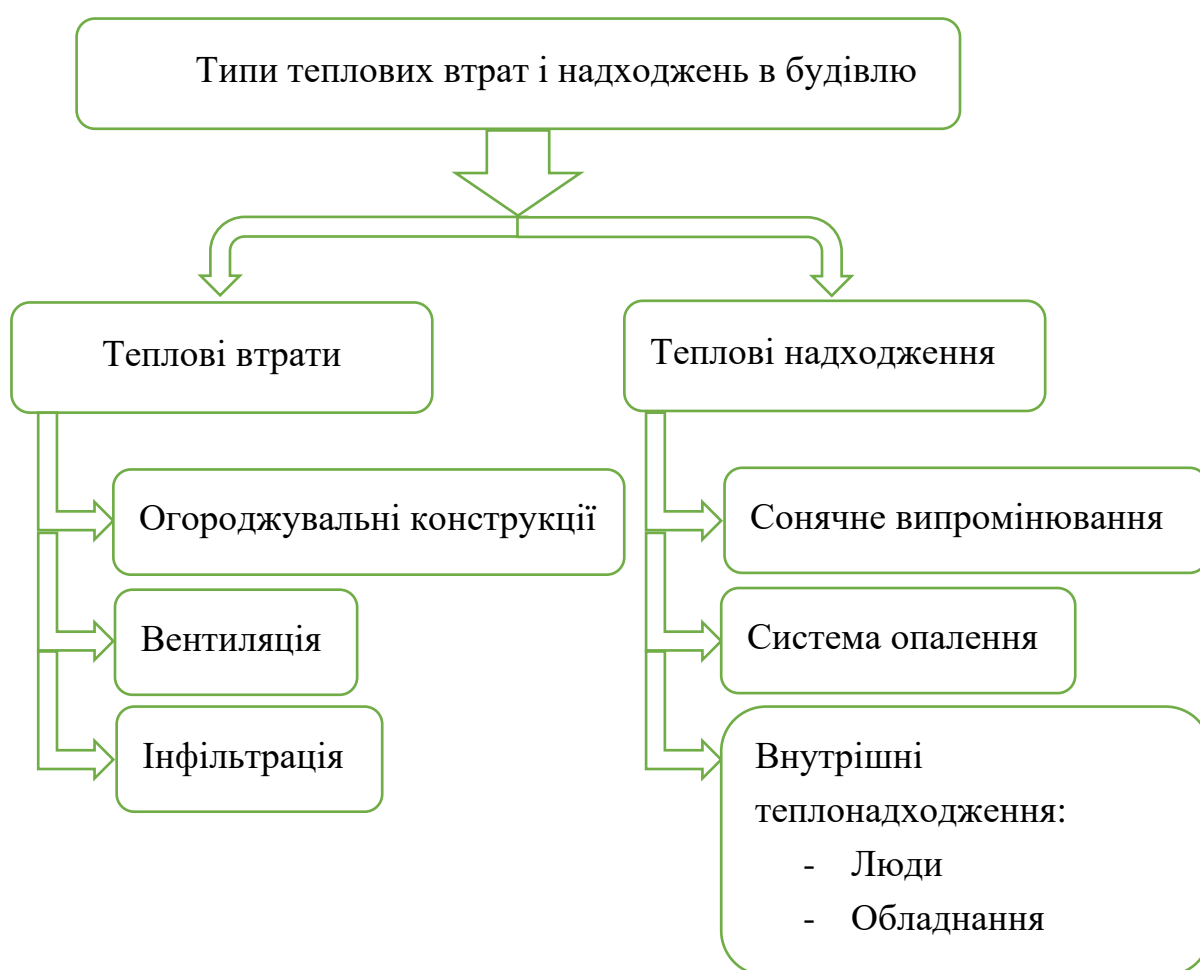


Рисунок 1.2 – Типи теплових втрат і надходжень в будівлю

Розглянемо детальніше кожен із видів втрат у будівлі. Інфільтрація – втрати тепла через з'єднання у конструкції. Їх можливо зменшити виконавши герметизацію вузлів з'єднання огорожувальних конструкцій. Вентиляція – втрати тепла через виведення повітря із підвищеним вмістом вуглекислого газу. В цьому випадку доцільно буде використовувати теплообмінники, без перетікання

відпрацьованого повітря, або можна провести рекуперація тепла, проте вона є доцільною лише при низькому рівні інфільтрації, приклад принципової схеми роботи рекуператора зображено на рисунку 1.3.

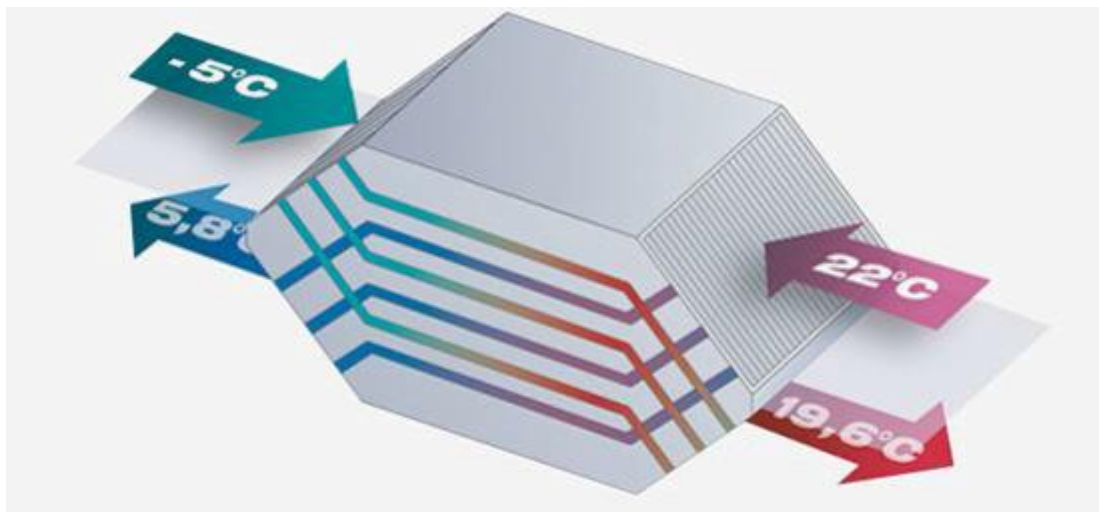


Рисунок 1.3 – Схема роботи рекуператора

Огороджувальні конструкції – втрати тепла через поверхні, що відділяють два середовища. Тому найбільш ефективним буде саме дослідження шляхів зменшення таких втрат. Було проведено аналіз літератури [5-10], щодо теплових втрат в будівлі. Результатом проведеного дослідження є діаграма тепловтрат, що приведена на рис 1.4.



Рисунок 1.4 – Діаграма тепловтрат

Оскільки найбільше втрат відбувається через стіни, то саме дослідження їхніх теплоізоляційних характеристик є найбільш перспективним. Підтвердити такий висновок можна спостерігаючи динаміку зміни європейських норм з 1974 року для опору теплопередачі, а зміна стандартів, в першу чергу, пов'язана з постійним зростанням вартості енергоносіїв(рис.1.5).

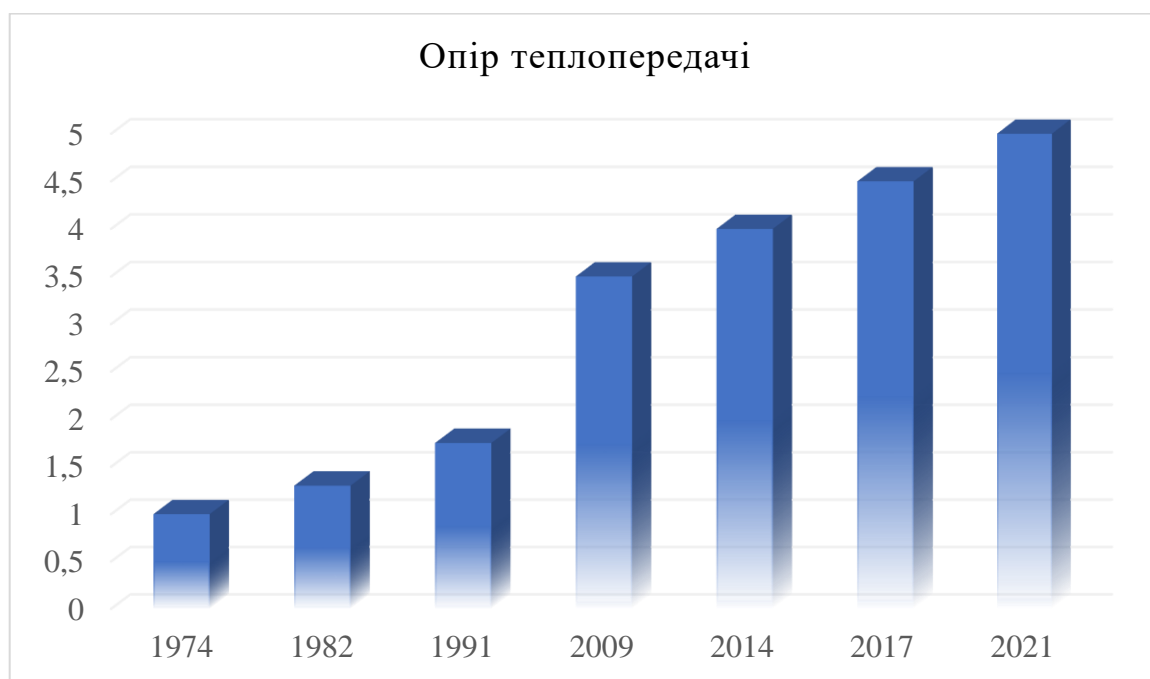


Рисунок 1.5 – Зміна стандартів опору теплопередачі

Оскільки більшість втрат тепла відбувається через стінові конструкції, а визначальним за таких умов є коефіцієнт теплопередавання, то проведено дослідження для визначення оптимальних рішень у будівлі. Вивчення впливу температурної різниці середовищ, що дасть змогу виконувати проектування та будівництво будівель і споруд, використовуючи практичні значення коефіцієнту теплопередачі для існуючих будівель різного віку, для комфортного та безпечного перебування та відпочинку людей без ризику, для життя і здоров'я.

### 1.2.2 Формулювання завдань для власних досліджень

Аналізуючи проведені дослідження існуючого стану проблеми щодо важливості енергоефективності для відпочинкових комплексів, оскільки лише

розумне співвідношення вартості енергоефективних заходів та комфортного відпочинку для клієнта, можна виділити:

- важливість енергоефективності для забезпечення комфортного проживання;
- неможливість забезпечення «нульових» втрат енергії;
- зростаючу необхідність в забезпеченні вищих показників опору теплопередачі;
- необхідність в моніторингу реальних тепловтрат в існуючих будівлях, задля контролю правильності виконаних робіт та для будівництва однотипних будівель.

### 1.3 Висновки за розділом 1

В розділі було проведено огляд літератури щодо перспективи будівництва відпочинкових комплексів та акцентовано увагу на напрямках для розвитку цієї галузі. Показано, що поняття «зелених технологій», яке широко застосовується в усьому світі, зокрема й в Україні, включає в себе багато різносторонніх аспектів, які забезпечують високий рівень енергоефективності будівлі. Для цього необхідно оптимізувати використання вхідної енергії, шляхом застосування засобів моніторингу існуючого стану енергоефективності та приладів для рециркуляції енергії й отриманні її із відновних джерел. Ось тому необхідно проводити більш детальні дослідження та розрахунки, які включають математичне і комп'ютерне моделювання й моніторинг, процесів всередині відпочинкового комплексу. Ще одним аспектом, що забезпечить енергоефективність є використання рослин як для покриття для дахів. Такі рішення дозволяє зменшити температуру приміщення влітку та втрати тепла в опалювальний період і додатково знизити і об'єм та швидкість відведення стічних вод.

Згідно із проведеним оглядом літератури, втрати тепла у відпочинковому комплексі відбуваються переважно через стінові конструкції. Головним



показником, що характеризує втрати тепла через стіну є коефіцієнт теплопередавання, то доцільним буде дослідження цього показника у будівлі. Вивчення реальних значень коефіцієнту теплопередавання та опору теплопередачі, дасть змогу виконувати проектування та будівництво будівель і споруд, використовуючи їх для будівництва нових, для комфортного та безпечного перебування та відпочинку людей без ризику, для життя і здоров'я.

## РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Обґрунтування вибору напрямку досліджень

У існуючих житлових приміщеннях оцінка теплового опору (позначається  $R$ ) або коефіцієнта теплопередавання (позначається  $U$ ) може бути складною з наступних причин:

- матеріали, які традиційно використовуються в будівлях, не є однорідними і їх значення теплопровідності невідомі;
- встановлення точних розмірів шарів матеріалів потребує руйнівних методів, які в більшості випадків неможливі.

### 2.2 Методи вирішення завдань дослідження й їхні порівняльні оцінки

В принципі, значення коефіцієнта теплопередавання можна отримати шляхом вимірювання теплового потоку через елемент за допомогою теплового витратоміра разом із записом температури з обох боків елемента в стаціонарних умовах. Оскільки стаціонарні умови, на практиці, ніколи не досягають на місці, існує кілька методів подолання цих ускладнень:

а) досягнення усталеного стану за допомогою використання гарячої та холодної коробки; цей метод зазвичай використовується в лабораторії [11].

б) припущення, що середні значення швидкості теплового потоку та температури за тривалий період часу дають оцінку стаціонарного стану.

в) використання динамічної теорії для врахування коливань теплового потоку та температур при аналізі записаних даних, а [12] містить опис методу, який дозволяє встановлювати значення стін у існуючих житлових приміщеннях за допомогою вимірювань на місці.

Коефіцієнт теплопередавання будівельного елемента ( $U$ ) визначається як «швидкість теплового потоку в усталеному стані, поділена на площу та на різницю

температур між навколишнім середовищем з кожного боку системи». Значення коефіцієнта теплопередавання можна отримати шляхом вимірювання швидкості теплового потоку через елемент за допомогою теплового витратоміра разом із моніторингом температури з обох боків елемента в умовах стаціонарного режиму. Тепловий витратомір є тонкою термічно резистивною пластиною з датчиками температури, розташованими таким чином, що електричний сигнал, який подають датчики, безпосередньо пов'язаний з тепловим потоком через пластину. Стаціонарний стан системи або процесу — це умова, що не змінюється в часі; загалом це умова, яка змінюється лише незначно протягом певного часу. Відповідно до [12], значення коефіцієнта теплопередавання можна отримати шляхом вимірювання швидкості теплового потоку через елемент за допомогою теплового витратоміра, якщо температури з обох боків елемента знаходяться в стаціонарних умовах. Однак на практиці на об'єкті ніколи не досягаються стаціонарні умови. Стаціонарні умови можна досягти в лабораторії, а значення коефіцієнта теплопередавання можна виміряти відповідно до [11], але це громіздко в польових умовах. Відповідно до стандарту [12] існують шляхи подолання проблеми досягнення стаціонарного стану, якщо припустити, що середні значення швидкості теплового потоку та температури протягом достатньо тривалого періоду часу дають оцінку, котра близька до стаціонарної. Цей метод можна застосовувати якщо:

- 1) теплові властивості матеріалів і коефіцієнти теплопередавання є постійними в діапазоні коливань температури, що виникають під час випробування;

- 2) зміна кількості тепла, що зберігається в елементі, є незначною в порівнянні з кількістю тепла, що проходить через елемент.

Цей метод може призвести до тривалих періодів вимірювання і може давати помилкові результати в певних випадках і потребувати кількох тестів властивостей для встановлення середнього результуючого коефіцієнта теплопередавання. Згідно [12] існує кілька методів аналізу даних. Ця робота зосереджена на «середньому методі» і не включає деталі «Методу динамічного аналізу», який є аналізом даних

за допомогою більш складної динамічної теорії для врахування коливань швидкості теплового потоку та температур при аналізі записаних даних.

## **2.3 Загальна методика проведення досліджень**

У цій роботі випробування проводяться згідно методики, приведеної у [12] стандарті, яка спирається на припущення, що середні значення швидкості теплового потоку та температури протягом досить тривалого періоду часу (мінімум 72 години) дають оцінку стаціонарного стану.

### **2.3.1 Етапи вимірювання значення коефіцієнта теплопередавання на місці.**

Стандарт описує метод вимірювання теплового потоку для вимірювання властивостей теплопередачі плоских компонентів будівель, які в основному складаються з непрозорих шарів, перпендикулярних до теплового потоку, зокрема – стіни. Властивості, які можна виміряти, такі:

- загальний тепловий опір;
- коефіцієнт теплопередавання з середовища в середовище, якщо температури навколишнього середовища обох середовищ (внутрішня і зовнішня температура) чітко визначені.

Цей метод не призначений як високоточний метод, який замінює лабораторні інструменти, такі як гарячі бокси [11]. Стандарт описує вимірювальні прилади, процедуру встановлення та вимірювання та метод розрахунку теплового опору. Існує кілька етапів/компонентів вимірювання коефіцієнту теплопередавання:

1) вибір відповідних лічильників теплового потоку, (мінімальна точність +/- 5%) з урахуванням того, що більші лічильники теплового потоку мають вищу чутливість, але їх складніше приєднати до стіни;

2) вибір відповідних температурних датчиків, (мінімальна точність 0,3 К) їх слід вибирати відповідно до температури, що вимірюється; якщо коефіцієнт

теплопередавання визначається відношенням густини теплового потоку до різниці температур повітря, слід використовувати датчики температури повітря (а не датчики температури поверхні).

- 3) калібрування лічильників теплового потоку та датчиків температури;
- 4) вимірювання (включає врахування місця вимірювання, встановлення теплового витратоміра та датчиків температури та отримання даних);
- 5) аналіз даних.

### **2.3.2 Умови для отримання близького до реального значення коефіцієнта теплопередавання.**

Цей метод передбачає, що провідність або коефіцієнт теплопередавання можна отримати шляхом ділення середньої густини теплового потоку на середню різницю температур, причому середнє значення береться за досить тривалий період часу. Оцінку коефіцієнта теплопередавання, отримують за формулою нижче в пункті 2.3.5. Це значення наближається до реального, якщо виконуються такі умови:

- а) теплоємність елемента однакова наприкінці та на початку вимірювання (однакові температури та однаковий розподіл вологи);
- б) тепловий витратомір не піддається впливу прямого сонячного випромінювання.
- в) теплопровідність ( $\lambda$ ) елемента є постійною під час випробування.

Якщо ці умови не виконуються, можна отримати недостовірні результати.

Для легких елементів (наприклад, стін з дерев'яним каркасом), які мають питому теплоємність на одиницю площі менше 20 кДж/(м<sup>2</sup> К), рекомендується проводити аналіз лише на даних, отриманих вночі. (з 1 години після заходу до сходу сонця), щоб уникнути впливу сонячної радіації. Випробування може бути припинено, якщо результати після трьох наступних ночей не відрізняються більш ніж на  $\pm 5\%$ . В іншому випадку його слід продовжувати. Для більш важких

елементів (наприклад, стін з цегли), які мають питому теплоємність на одиницю площі понад  $20 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \text{ К})$ , аналіз слід проводити протягом періоду, який є кратним 24 годинам. Випробування може бути завершено, коли виконуються такі умови:

1 — тривалість випробування не менше 72 годин (три дні), якщо температура навколо теплового витратоміра стабільна, інакше тривалість може бути значно більшою. Однак фактична тривалість випробування повинна бути визначена шляхом використання критеріїв до значень, отриманих під час випробування. Ці значення повинні бути отримані без переривання процесу збору даних. У будівлях з великою теплоємністю середній коефіцієнт теплопередавання можна отримати шляхом вимірювання протягом тривалішого періоду (не менше 96 годин) а для аналізу використовуються коефіцієнти теплової маси.

2 — значення опору теплопередачі, отримане в кінці випробування, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5 \%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.

3 — значення опору теплопередачі, отримане шляхом аналізу даних першого періоду часу протягом  $\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3)$  днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5 \%$  від значень, отриманих за даними останнього періоду часу тієї ж тривалості (DT — тривалість тесту в днях; INT — ціла частина).

### 2.3.3 Проведення вимірювань

Датчики (теплового потоку та температури) монтуються відповідно до мети випробування. Датчики монтуються таким чином, щоб гарантувати результат, який є репрезентативним для всього елемента. Датчики теплового потоку повинні перебувати в безпосередньому тепловому контакті з поверхнею стіни по всій площі датчика. Може бути доцільним встановлення кількох датчиків теплового потоку, щоб отримати репрезентативне середнє значення.

Для вимірювання коефіцієнту теплопередавання або опору теплопередачі слід використовувати датчики температури навколишнього середовища. Ці датчики вимірюватимуть температуру, яка використовується для визначення

коефіцієнту теплопередавання, тобто температуру повітря (а не температуру поверхні стіни). Їх вибирають і встановлюють відповідно з обох боків вимірюваного елемента. Це принципова схема тесту наведена на рис 2.1.

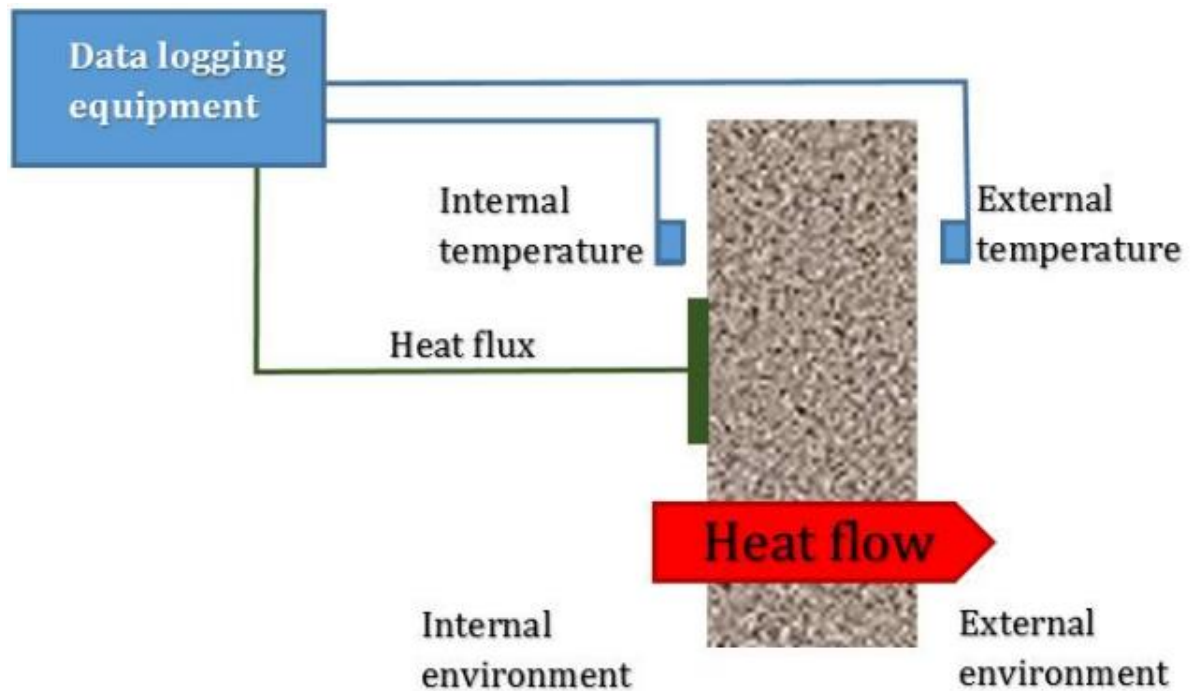


Рисунок 2.1 – Принципова схема тесту

#### 2.3.4 Особливості збору даних

Електричні дані від датчиків теплового потоку і датчиків температури записуються безперервно або з фіксованими інтервалами від 10 до 30 хвилин протягом цілих днів. Максимальний проміжок часу між двома записами та мінімальна тривалість тесту залежать від — природи елемента (важкий, легкий); — температура в приміщенні та на вулиці (середня та коливання, до та під час вимірювання); — метод, який використовується для аналізу. Мінімальна тривалість випробування становить 72 години (3 дні), якщо температура навколо датчиків теплового потоку стабільна.

### 2.3.5 Аналіз отриманих даних

Цей метод передбачає, що значення коефіцієнту теплопередавання можна отримати шляхом ділення середньої густини теплового потоку на середню різницю температур, причому середнє значення береться за тривалий період. Оцінку  $U$ -значення отримують за допомогою:

$$U = \frac{\sum q}{\sum (T_i - T_e)} \quad (2.1)$$

де:

$q$  – щільність теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;

$T_i$  – температура внутрішнього повітря, °С або К

$T_e$  – температура зовнішнього повітря, °С або К

## 2.4 Висновки за розділом 2

Середній метод підходить для вимірювань значень коефіцієнту теплопередавання на місці, але може призвести до тривалих періодів вимірювання та може давати помилкові результати в деяких випадках. Процедура застосовується лише тоді, коли для розробки в різний час виконується певна кількість вимірювань для обчислення середнього значення коефіцієнту теплопередавання. Однак метод встановлення коефіцієнту теплопередавання на місці може бути використаний для інших цілей, наприклад отримання репрезентативних значень коефіцієнтів теплопередавання стін для інших більш вартісних забудов. Наприклад, він може надати уточнене значення коефіцієнту теплопередавання стін для:

- ✓ проектів із реконструкції для місцевих органів влади, де житла мають однакову конструкцію стін;
- ✓ підтвердження підозр у неналежному виконанні робіт на забудові;
- ✓ дослідження проблем з вологістю;
- ✓ старіння матеріалів тощо.



Оскільки метод вимірювання коефіцієнту теплопередавання на місці стає все більш широкою практикою, схеми сертифікації повинні розглянути розвиток механізмів моніторингу та аудиту набору даних. Вони повинні включати огляд усього обладнання та методології разом із порівняльним тестуванням «пліч-о-пліч» для забезпечення відповідності стандарту [12].

## РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 3.1 Результати досліджень

#### 3.1.1 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з дерев'яними стінами

Проведення досліджень проводили у двоповерховій будівлі із дерев'яними несучими стінами. Саме цю будівлю було обрано, оскільки від її будівництва вже пройшло більше 10 років, й було на меті перевірити чи не відбулось старіння матеріалів через ймовірне неналежне виконання робіт при будівництві, внаслідок чого погіршились їхні теплоізоляційні властивості. З метою пришвидшення досліджень було обрано мінімальний час 72 години, а періодичність встановлення даних на датчиках становила 30 хвилин. Згідно із проектом будова стіни повинна була б бути такою як зображено на рисунку 3.1.

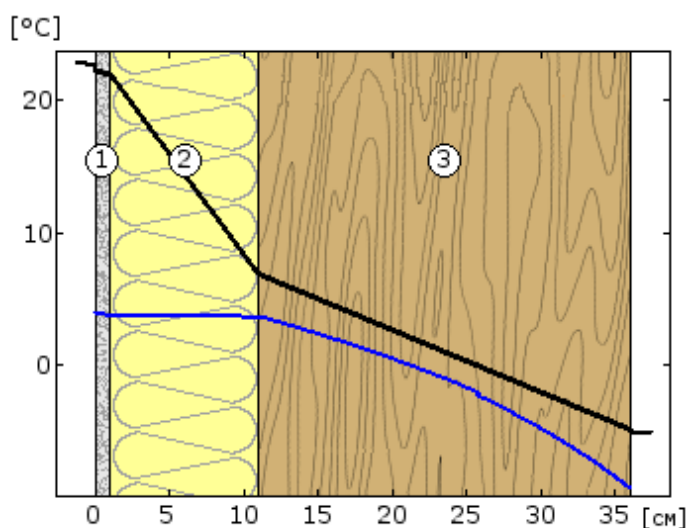


Рисунок 3.1 – Будова стіни згідно проекту (1 – штукатурний шар, 2 – шар утеплювача, 3 – шар дерев'яний)

Провівши теоретичні розрахунки, було встановлено, що за такої будови стіни опір теплопередачі повинен становити близько  $4,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Дані проведених досліджень представлено нижче у таблиці 3.1.

Результати розрахунків, згідно отриманих даних, наведено нижче в кваліфікаційній роботі у підпункті 3.2.1

Таблиця 3.1 – Дані досліджень проведених для дерев'яної стіни впродовж трьох діб

Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °С	Зовнішня температура, °С	Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °С	Зовнішня температура, °С
<b>10.12.2021</b>				8:47	3,41	18,9	-1,0
21:17	3,37	19,53	3,6	9:17	3,48	18,8	-1,1
21:47	3,51	20,03	3,9	9:47	3,44	19,0	-0,8
22:17	3,59	19,84	3,5	10:17	3,70	18,8	-0,9
22:47	3,10	20,15	3,7	10:47	3,84	19,0	-0,7
23:17	3,44	20,15	3,6	11:17	3,71	18,9	-0,6
23:47	3,29	20,22	3,6	11:47	4,09	18,6	-0,6
<b>11.12.2021</b>				12:17	4,11	18,8	-0,1
0:17	3,45	20,06	3,5	12:47	3,86	19,0	0,5
0:47	3,34	19,80	3,2	13:17	4,07	18,9	0,8
1:17	2,99	20,16	3,6	13:47	4,00	19,0	1,2
1:47	3,14	19,82	3,1	14:17	4,04	18,9	1,2
2:17	3,02	20,25	3,3	14:47	3,89	19,0	1,6
2:47	3,17	19,96	2,9	15:17	4,01	18,7	1,4
3:17	3,22	19,89	2,6	15:47	3,89	18,8	1,7
3:47	3,27	19,73	2,3	16:17	3,87	19,0	1,7
4:17	3,22	19,81	2,3	16:47	3,80	18,7	1,5
4:47	3,47	19,67	2,1	17:17	3,90	18,5	1,3
5:17	3,31	20,06	2,5	17:47	3,77	18,8	1,5
5:47	3,34	19,89	2,2	18:17	4,76	18,5	1,0
6:17	3,19	20,17	2,4	18:47	5,80	18,8	1,1
6:47	3,29	19,83	2,0	19:17	6,50	18,8	1,0
7:17	3,20	19,86	1,9	19:47	6,90	19,0	1,0
7:47	2,95	20,02	2,0	20:17	9,02	19,4	1,0
8:17	2,62	20,00	1,9	20:47	10,31	19,3	0,4
8:47	2,64	19,68	0,5	21:17	7,62	20,2	0,7
9:17	2,70	19,62	1,4	21:47	7,72	20,8	0,7
9:47	3,09	19,56	1,3	22:17	8,10	21,0	0,2
10:17	2,65	19,70	1,5	22:47	7,42	21,4	0,0
10:47	2,62	19,33	1,2	23:17	6,25	21,7	-0,1
11:17	2,58	19,61	1,7	23:47	6,44	21,7	-0,2
11:47	2,50	19,33	1,6	<b>13.12.2021</b>			
12:17	2,60	19,20	1,7	0:17	5,92	21,3	-0,5
12:47	2,55	19,31	2,0	0:47	4,64	21,2	-0,3

Продовження таблиці 3.1

13:17	2,53	19,11	2,0	1:17	2,47	20,8	-0,4
13:47	2,45	19,40	2,4	1:47	3,98	20,1	-1,1
14:17	2,68	18,84	1,9	2:17	3,13	20,3	-0,9
14:47	2,55	18,85	2,0	2:47	3,28	20,0	-1,2
15:17	2,47	19,09	2,4	3:17	3,01	19,9	-1,3
15:47	2,59	19,11	2,5	3:47	2,59	19,8	-1,4
16:17	2,69	18,91	2,3	4:17	3,80	19,5	-1,6
16:47	2,87	18,75	2,1	4:47	3,75	19,5	-1,5
17:17	3,94	18,78	2,0	5:17	4,29	19,3	-1,8
17:47	3,77	18,72	1,8	5:47	4,13	19,6	-1,6
18:17	3,00	18,94	1,9	6:17	4,41	19,7	-1,5
18:47	3,15	19,03	1,9	6:47	4,69	19,1	-2,1
19:17	3,88	19,46	2,2	7:17	4,62	19,2	-2,0
19:47	3,69	19,22	1,9	7:47	3,59	19,6	-1,6
20:17	3,95	19,01	1,5	8:17	4,08	18,9	-2,2
20:47	3,72	19,40	1,7	8:47	4,17	19,1	-1,9
21:17	3,76	19,49	1,5	9:17	4,41	18,8	-2,1
21:47	3,53	19,45	1,3	9:47	3,97	18,8	-2,0
22:17	3,72	19,41	1,0	10:17	3,67	18,8	-1,9
22:47	3,53	19,66	1,2	10:47	3,47	18,8	-1,8
23:17	3,39	19,89	1,4	11:17	3,73	19,0	-1,5
23:47	3,74	19,61	1,1	11:47	4,87	18,7	-1,5
<b>12.12.2021</b>				12:17	3,47	18,9	-1,0
0:17	3,76	19,5	1,0	12:47	4,19	18,9	-0,5
0:47	3,46	19,7	1,1	13:17	4,94	19,0	0,3
1:17	3,50	19,8	1,1	13:47	4,24	19,2	0,7
1:47	3,61	19,4	0,6	14:17	4,69	19,3	0,9
2:17	3,66	19,3	0,4	14:47	4,40	19,1	0,9
2:47	3,62	19,3	0,4	15:17	4,41	19,3	1,3
3:17	3,48	19,7	0,7	15:47	4,20	19,0	1,1
3:47	3,57	19,6	0,5	16:17	3,80	19,0	1,2
4:17	3,55	19,6	0,4	16:47	4,56	19,1	1,2
4:47	3,64	19,2	0,0	17:17	4,20	19,5	1,7
5:17	3,32	19,2	-0,2	17:47	4,17	19,4	1,7
5:47	3,54	19,2	-0,3	18:17	4,34	19,0	1,4
6:17	3,64	19,1	-0,6	18:47	4,58	19,3	1,8
6:47	3,63	18,8	-1,1	19:17	4,89	19,3	1,9
7:17	3,24	18,6	-1,4	19:47	4,33	19,2	1,8
7:47	3,55	18,8	-1,3	20:17	4,48	19,2	2,0
8:17	3,70	19,0	-1,1	20:47	4,43	19,5	2,4
<b>Середні значення</b>					<b>3,91</b>	<b>19,4</b>	<b>0,8</b>

### 3.1.2 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з цегляною кладкою

Проведення досліджень проводили у двоповерховій будівлі із цегляними несучими стінами. Цю будівлю було обрано, з метою перевірити чи не мало місце неналежне виконання робіт при будівництві, внаслідок чого не забезпечувались би теплоізоляційні властивості необхідного рівня. Дослідження тривало 120 годин, а періодичність встановлення даних на датчиках становила 30 хвилин. Згідно із проектом будова стіни повинна була б бути такою як зображено на рисунку 3.2.

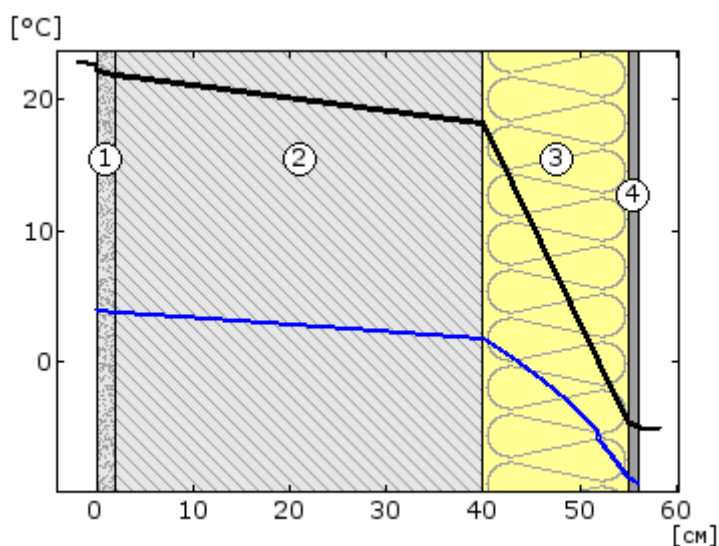


Рисунок 3.2 – Будова стіни згідно проекту (1 – штукатурний шар, 2 – цегляний шар, 3 – шар утеплювача, 4 – штукатурний шар)

Провівши теоретичні розрахунки, було встановлено, що за такої будови стіни опір теплопередачі повинен становити близько  $4,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Дані проведених досліджень представлено нижче у таблиці 3.2.

Результати розрахунків, згідно отриманих даних, наведено нижче в кваліфікаційній роботі у підпункті 3.2.2

Таблиця 3.2 – Дані досліджень проведених для стіни із цегли впродовж п'яти діб

Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °C	Зовнішня температура, °C	Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °C	Зовнішня температура, °C
<b>15.12.2021</b>				13:22	1,37	13,4	4,3
1:22	1,32	15,4	1,3	13:52	1,36	13,4	4,4
1:52	1,77	15,3	1,4	14:22	1,44	13,3	4,4
2:22	1,42	15,1	1,5	14:52	1,42	13,3	4,5
2:52	1,82	15,0	1,6	15:22	1,35	13,2	4,5
3:22	1,54	14,7	1,7	15:52	1,40	13,2	4,6
3:52	1,72	14,5	1,8	16:22	1,46	13,2	4,6
4:22	1,96	14,4	1,9	16:52	1,44	13,2	4,5
4:52	2,07	14,3	2,1	17:22	1,59	13,3	4,5
5:22	2,25	14,3	2,4	17:52	1,71	13,3	4,4
5:52	2,13	14,2	2,7	18:22	1,51	13,4	4,4
6:22	2,17	14,2	3,0	18:52	2,03	13,4	4,3
6:52	2,19	14,2	3,4	19:22	2,14	13,5	4,3
7:22	2,27	14,1	3,8	19:52	1,96	13,5	4,2
7:52	2,21	14,1	4,1	20:22	2,06	13,6	4,1
8:22	2,19	14,1	4,5	20:52	2,10	13,7	4,0
8:52	2,21	14,1	4,8	21:22	1,88	13,8	3,8
9:22	2,22	14,0	5,1	21:52	2,15	13,8	3,6
9:52	2,27	14,0	5,4	22:22	1,98	13,9	3,5
10:22	2,18	14,0	5,8	22:52	2,02	13,9	3,4
10:52	1,56	14,0	6,3	23:22	2,02	13,9	3,4
11:22	1,98	13,9	6,9	23:52	1,94	13,8	3,3
11:52	2,10	13,9	7,5	<b>18.12.2021</b>			
12:22	1,99	13,9	8,0	0:22	1,89	13,8	3,3
12:52	1,57	13,9	8,5	0:52	1,94	13,8	3,2
13:22	1,56	13,9	9,0	1:22	1,94	13,8	3,1
13:52	1,94	14,0	9,4	1:52	1,94	13,8	3,0
14:22	2,10	14,0	9,7	2:22	1,92	13,8	2,9
14:52	1,57	14,0	9,9	2:52	1,98	13,7	2,8
15:22	1,70	14,1	9,8	3:22	1,97	13,7	2,7
15:52	2,18	14,1	9,7	3:52	1,97	13,7	2,6
16:22	2,03	14,1	9,5	4:22	1,96	13,7	2,5
16:52	2,15	14,2	9,2	4:52	1,85	13,6	2,4
17:22	2,12	14,2	8,9	5:22	1,79	13,6	2,2
17:52	2,18	14,3	8,6	5:52	1,67	13,5	2,0
18:22	2,07	14,4	8,4	6:22	1,85	13,4	1,7
18:52	2,08	14,5	8,3	6:52	1,64	13,3	1,4

## Продовження таблиці 3.2

19:22	2,18	14,6	8,2	7:22	1,71	13,2	1,2
19:52	2,03	14,7	8,1	7:52	2,00	13,2	1,1
20:22	2,07	14,7	7,9	8:22	1,80	13,2	1,1
20:52	2,16	14,8	7,7	8:52	1,83	13,1	1,2
21:22	2,13	14,8	7,5	9:22	1,77	13,1	1,2
21:52	2,14	14,9	7,3	9:52	1,94	13,1	1,3
22:22	2,14	14,9	7,1	10:22	2,01	13,1	1,3
22:52	2,03	14,9	6,9	10:52	2,00	13,1	1,4
23:22	1,86	14,8	6,8	11:22	2,09	13,1	1,6
23:52	2,00	14,8	6,7	11:52	2,18	13,1	1,9
<b>16.12.2021</b>				12:22	2,10	13,1	2,2
0:22	2,08	14,7	6,6	12:52	2,10	13,1	2,6
0:52	1,98	14,7	6,5	13:22	2,22	13,1	3,0
1:22	1,87	14,7	6,4	13:52	2,14	13,1	3,3
1:52	2,00	14,6	6,4	14:22	2,19	13,1	3,5
2:22	2,00	14,6	6,3	14:52	2,18	13,1	3,7
2:52	1,86	14,6	6,3	15:22	2,15	13,2	3,9
3:22	2,05	14,5	6,2	15:52	2,10	13,2	4,1
3:52	1,92	14,5	6,1	16:22	2,10	13,2	4,0
4:22	2,07	14,5	6,0	16:52	2,10	13,2	4,0
4:52	1,82	14,5	6,0	17:22	2,11	13,1	3,9
5:22	1,80	14,5	6,1	17:52	2,07	13,1	3,8
5:52	2,01	14,6	6,2	18:22	2,02	13,1	3,6
6:22	2,06	14,6	6,3	18:52	2,00	13,1	3,4
6:52	1,87	14,6	6,4	19:22	2,72	13,1	3,3
7:22	2,08	14,6	6,6	19:52	3,17	13,2	3,2
7:52	1,87	14,6	6,6	20:22	5,23	13,5	3,1
8:22	1,59	14,5	6,7	20:52	5,22	13,9	3,0
8:52	1,83	14,5	6,7	21:22	5,16	14,4	2,9
9:22	1,89	14,5	6,7	21:52	5,46	14,9	2,8
9:52	2,06	14,5	6,8	22:22	5,99	15,4	2,6
10:22	1,51	14,5	6,8	22:52	5,45	15,8	2,4
10:52	1,41	14,4	6,8	23:22	6,18	16,0	2,2
11:22	1,50	14,4	6,8	23:52	4,51	15,9	2,0
11:52	1,49	14,4	6,7	<b>19.12.2021</b>			
12:22	1,46	14,3	6,7	0:22	3,19	15,6	1,8
12:52	1,49	14,3	6,7	0:52	2,57	15,2	1,7
13:22	1,39	14,2	6,7	1:22	1,37	14,9	1,6
13:52	1,37	14,2	6,6	1:52	2,08	14,7	1,5
14:22	1,35	14,1	6,6	2:22	1,45	14,5	1,3
14:52	1,46	14,1	6,6	2:52	2,06	14,3	1,1
15:22	1,41	14,0	6,5	3:22	1,40	14,1	0,9

## Продовження таблиці 3.2

15:52	1,50	13,9	6,5	3:52	1,41	13,9	0,7
16:22	1,40	13,8	6,5	4:22	2,07	13,7	0,6
16:52	1,68	13,8	6,5	4:52	2,35	13,6	0,6
17:22	1,70	13,8	6,5	5:22	2,05	13,7	0,6
17:52	1,71	13,9	6,5	5:52	2,22	13,7	0,5
18:22	1,56	13,9	6,5	6:22	2,09	13,7	0,5
18:52	1,61	13,9	6,5	6:52	2,12	13,7	0,5
19:22	1,76	13,9	6,5	7:22	2,46	13,7	0,5
19:52	1,79	14,0	6,4	7:52	2,41	13,6	0,4
20:22	1,88	14,0	6,4	8:22	2,50	13,5	0,4
20:52	1,85	14,1	6,3	8:52	2,02	13,4	0,4
21:22	1,90	14,1	6,2	9:22	2,19	13,3	0,4
21:52	1,95	14,2	6,1	9:52	2,49	13,2	0,4
22:22	1,92	14,3	6,0	10:22	1,98	13,1	0,4
22:52	1,86	14,4	6,0	10:52	2,48	13,1	0,5
23:22	1,66	14,5	5,9	11:22	2,12	13,2	0,7
23:52	1,70	14,5	5,9	11:52	2,48	13,2	1,0
<b>17.12.2021</b>				12:22	2,49	13,3	1,4
0:22	1,73	14,4	5,8	12:52	2,30	13,3	1,9
0:52	1,90	14,4	5,8	13:22	2,68	13,3	2,6
1:22	1,65	14,3	5,7	13:52	2,26	13,3	2,8
1:52	1,66	14,3	5,6	14:22	2,18	13,4	3,0
2:22	1,67	14,3	5,4	14:52	2,26	13,4	3,2
2:52	1,65	14,3	5,2	15:22	2,23	13,4	3,4
3:22	1,67	14,2	4,9	15:52	2,04	13,4	3,5
3:52	1,74	14,2	4,8	16:22	2,03	13,4	3,6
4:22	1,73	14,2	4,7	16:52	2,05	13,5	3,6
4:52	1,76	14,2	4,6	17:22	2,21	13,5	3,7
5:22	1,82	14,2	4,6	17:52	2,42	13,5	3,8
5:52	1,80	14,2	4,5	18:22	2,17	13,5	3,9
6:22	1,75	14,2	4,4	18:52	2,19	13,5	4,0
6:52	1,82	14,2	4,3	19:22	2,66	13,5	4,1
7:22	1,73	14,2	4,2	19:52	2,43	13,6	4,2
7:52	1,62	14,1	4,1	20:22	2,46	13,6	4,4
8:22	1,74	14,1	4,0	20:52	2,24	13,7	4,6
8:52	1,44	14,1	2,9	21:22	2,37	13,8	4,8
9:22	1,56	14,0	3,8	21:52	2,40	13,9	5,0
9:52	1,44	14,0	3,7	22:22	2,23	14,0	5,1
10:22	1,45	13,9	3,7	22:52	2,39	14,1	5,0
10:52	1,34	13,9	3,8	23:22	2,35	14,0	4,8
11:22	1,38	13,8	3,9	23:52	2,33	14,0	4,6
11:52	1,42	13,7	4,0	<b>20.12.2021</b>			



Продовження таблиці 3.2

12:22	1,41	13,6	4,1	0:22	2,26	13,9	4,2
12:52	1,42	13,5	4,2	0:52	2,30	13,9	3,8
<b>Середні значення</b>					<b>2,05</b>	<b>14</b>	<b>4,3</b>

### 3.1.3 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з стінами із піноблоку

Проведення досліджень проводили у монолітній триповерховій будівлі із стінами з піноблоків. Таку будівлю було обрано, оскільки її будівництво щойно завершилось та із врахуванням вимог до енергоефективності, було на меті перевірити чи не відбулось неналежне виконання робіт при будівництві, внаслідок чого погіршились теплоізоляційні властивості. Дослідження було проведено впродовж 120 годин, а періодичність встановлення даних на датчиках становила 30 хвилин. Згідно із проектом будова стіни повинна була б бути такою як зображено на рисунку 3.3.

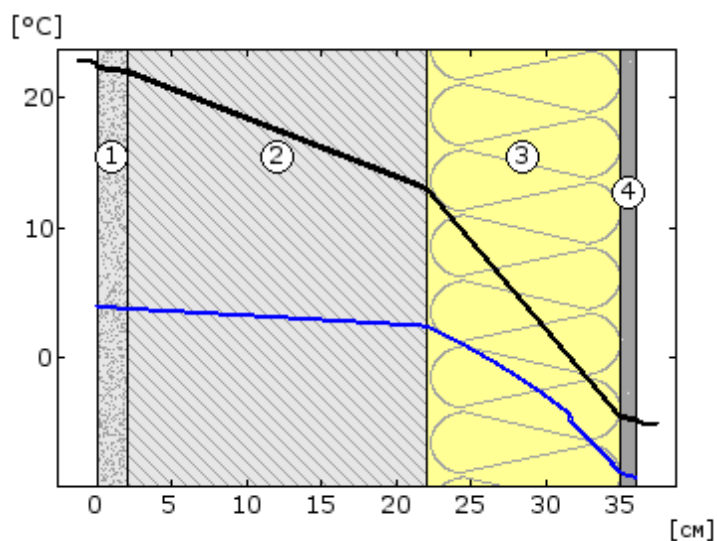


Рисунок 3.3 – Будова стіни згідно проекту (1 – штукатурний шар, 2 – шар піноблоку, 3 – шар утеплювача, 4 – штукатурний шар) 5,26

Провівши теоретичні розрахунки, було встановлено, що за такої будови стіни опір теплопередачі повинен становити близько  $5,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Дані проведених досліджень представлено нижче у таблиці 3.3.

Результати розрахунків, згідно отриманих даних, наведено нижче в кваліфікаційній роботі у підпункті 3.2.3

Таблиця 3.3 – Дані досліджень проведених для стіни із піноблоку впродовж п'яти діб

Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °С	Зовнішня температура, °С	Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °С	Зовнішня температура, °С
<b>21.12.2021</b>				13:08	3,09	20,8	-2,3
1:08	2,95	22,6	-5,5	13:38	3,05	20,7	-2,3
1:38	3,62	22,9	-5,0	14:08	3,04	20,8	-2,1
2:08	3,71	22,5	-5,1	14:38	3,01	20,5	-2,3
2:38	3,73	22,2	-5,2	15:08	3,03	20,5	-2,2
3:08	3,23	22,1	-4,9	15:38	3,14	20,4	-2,2
3:38	3,73	21,7	-5,0	16:08	3,25	20,4	-2,2
4:08	4,46	21,9	-4,6	16:38	3,69	20,7	-2,0
4:38	4,99	21,6	-4,6	17:08	4,61	20,9	-1,9
5:08	4,49	22,0	-3,9	17:38	4,01	20,4	-2,5
5:38	5,12	21,7	-3,8	18:08	3,25	20,7	-2,3
6:08	4,54	21,4	-3,8	18:38	4,11	21,1	-2,0
6:38	5,02	21,6	-3,2	19:08	4,85	20,9	-2,3
7:08	5,03	21,1	-3,1	19:38	4,19	20,8	-2,5
7:38	5,14	21,6	-2,4	20:08	4,62	21,2	-2,3
8:08	5,00	21,7	-1,9	20:38	4,62	20,7	-3,0
8:38	5,14	21,7	-1,6	21:08	4,76	21,4	-2,6
9:08	5,04	21,5	-1,4	21:38	4,45	21,4	-2,8
9:38	4,96	21,2	-1,4	22:08	4,45	21,3	-3,1
10:08	4,95	21,4	-0,7	22:38	4,56	21,3	-3,2
10:38	3,90	21,5	-0,2	23:08	4,29	21,0	-3,5
11:08	4,24	21,3	0,3	23:38	4,50	20,9	-3,6
11:38	4,46	21,0	0,6	<b>24.12.2021</b>			
12:08	4,18	21,0	1,1	0:08	4,17	20,9	-3,6
12:38	4,47	21,5	2,1	0:38	4,22	21,0	-3,6
13:08	3,56	21,4	2,5	1:08	4,42	21,4	-3,4
13:38	4,67	21,6	3,0	1:38	4,37	21,2	-3,6
14:08	4,87	21,3	3,0	2:08	4,41	21,0	-3,9
14:38	4,34	21,4	3,3	2:38	4,36	21,0	-3,9
15:08	4,03	21,5	3,2	3:08	4,30	20,7	-4,3
15:38	4,27	21,3	2,9	3:38	4,33	20,9	-4,2
16:08	4,63	21,7	3,1	4:08	4,46	21,2	-4,0
16:38	4,88	21,6	2,6	4:38	3,93	20,6	-4,6
17:08	4,57	21,6	2,3	5:08	4,43	21,3	-4,1

## Продовження таблиці 3.3

17:38	4,93	21,8	2,1	5:38	3,83	20,8	-4,7
18:08	4,79	21,8	1,8	6:08	4,45	20,9	-4,8
18:38	4,72	21,8	1,6	6:38	4,31	20,4	-5,5
19:08	4,97	22,2	1,8	7:08	3,81	20,5	-5,6
19:38	4,79	21,9	1,3	7:38	3,96	20,5	-5,6
20:08	4,81	22,4	1,6	8:08	4,58	20,5	-5,6
20:38	4,77	22,0	0,9	8:38	4,45	20,1	-5,8
21:08	4,87	22,4	1,1	9:08	4,21	20,5	-5,4
21:38	4,91	22,3	0,7	9:38	4,22	20,4	-5,4
22:08	4,87	22,5	0,6	10:08	4,56	20,6	-5,2
22:38	4,46	22,5	0,5	10:38	4,61	20,1	-5,6
23:08	4,74	21,9	-0,1	11:08	4,93	20,4	-5,1
23:38	4,18	21,8	-0,3	11:38	4,99	20,8	-4,4
<b>22.12.2021</b>				12:08	4,90	20,3	-4,6
0:08	4,42	21,9	-0,2	12:38	4,88	20,5	-4,0
0:38	4,71	22,2	0,0	13:08	5,06	20,7	-3,4
1:08	4,21	22,1	-0,2	13:38	4,92	20,7	-3,1
1:38	4,27	21,8	-0,4	14:08	5,05	20,4	-3,2
2:08	4,41	22,2	-0,1	14:38	4,99	20,8	-2,6
2:38	4,27	22,2	-0,1	15:08	4,66	20,5	-2,8
3:08	4,65	22,0	-0,3	15:38	4,97	20,3	-2,8
3:38	4,41	21,9	-0,5	16:08	4,71	20,5	-2,7
4:08	4,67	21,9	-0,6	16:38	4,46	20,4	-2,8
4:38	3,79	21,6	-0,9	17:08	4,54	20,5	-2,7
5:08	4,02	21,7	-0,7	17:38	4,46	20,3	-3,0
5:38	3,69	22,3	-0,1	18:08	4,63	20,4	-3,1
6:08	4,26	22,0	-0,3	18:38	4,84	20,5	-3,2
6:38	3,49	21,8	-0,4	19:08	6,07	20,3	-3,5
7:08	4,78	22,3	0,3	19:38	7,03	20,3	-3,7
7:38	3,92	22,0	0,0	20:08	7,26	20,9	-3,5
8:08	4,45	21,7	-0,1	20:38	7,18	21,3	-3,6
8:38	4,42	21,6	-0,2	21:08	7,07	21,7	-3,8
9:08	3,89	21,8	0,0	21:38	7,48	22,5	-3,6
9:38	3,56	22,1	0,4	22:08	6,64	22,5	-4,2
10:08	3,47	22,2	0,5	22:38	7,45	23,1	-4,3
10:38	3,39	21,9	0,3	23:08	7,62	23,5	-4,3
11:08	3,30	21,9	0,3	23:38	7,27	23,3	-4,6
11:38	3,33	22,1	0,4	<b>25.12.2021</b>			
12:08	3,11	21,4	-0,2	0:08	7,19	23,0	-4,8
12:38	3,33	21,9	0,3	0:38	5,84	22,7	-4,8
13:08	3,16	21,7	0,2	1:08	3,05	22,0	-5,2
13:38	3,12	21,6	0,0	1:38	3,13	21,9	-5,3

## Продовження таблиці 3.3

14:08	3,03	21,8	0,3	2:08	3,78	21,7	-5,5
14:38	3,39	21,6	0,1	2:38	3,57	21,8	-5,4
15:08	3,08	21,4	-0,1	3:08	4,07	21,8	-5,4
15:38	2,95	21,4	0,0	3:38	4,31	21,0	-6,2
16:08	3,17	21,3	0,0	4:08	4,65	21,0	-6,1
16:38	3,21	20,8	-0,5	4:38	4,88	21,1	-5,9
17:08	3,26	21,4	0,1	5:08	5,41	21,1	-6,0
17:38	3,79	20,9	-0,5	5:38	5,16	20,9	-6,3
18:08	3,47	21,5	0,1	6:08	5,48	20,9	-6,3
18:38	3,37	21,1	-0,3	6:38	5,10	20,9	-6,3
19:08	4,03	21,5	0,1	7:08	5,66	21,4	-5,8
19:38	4,36	21,7	0,1	7:38	4,34	20,9	-6,3
20:08	4,35	21,4	-0,2	8:08	4,67	21,2	-5,9
20:38	4,12	21,5	-0,3	8:38	4,82	20,8	-6,2
21:08	4,06	21,4	-0,5	9:08	4,80	20,8	-6,1
21:38	4,41	21,6	-0,5	9:38	5,42	20,4	-6,4
22:08	4,28	21,6	-0,7	10:08	4,46	20,5	-6,2
22:38	3,66	21,5	-0,9	10:38	4,21	20,3	-6,3
23:08	4,06	21,8	-0,8	11:08	5,54	20,3	-6,2
23:38	4,36	21,9	-0,7	11:38	5,45	20,7	-5,5
<b>23.12.2021</b>				12:08	5,67	20,7	-5,2
0:08	3,71	21,6	-1,0	12:38	5,14	20,4	-5,0
0:38	4,08	22,1	-0,5	13:08	5,07	20,9	-3,7
1:08	3,73	21,7	-0,8	13:38	4,80	20,7	-3,8
1:38	3,78	21,7	-1,0	14:08	5,40	21,0	-3,4
2:08	3,71	21,7	-1,2	14:38	4,92	20,5	-3,7
2:38	3,73	21,5	-1,6	15:08	5,23	20,7	-3,3
3:08	4,27	21,8	-1,5	15:38	5,22	20,6	-3,3
3:38	3,74	21,8	-1,6	16:08	4,51	20,6	-3,2
4:08	3,84	21,3	-2,2	16:38	5,38	21,1	-2,8
4:38	3,87	21,4	-2,2	17:08	5,40	21,2	-2,6
5:08	4,05	21,3	-2,3	17:38	5,24	21,1	-2,6
5:38	4,11	21,6	-2,1	18:08	5,34	21,1	-2,5
6:08	4,10	21,3	-2,5	18:38	5,16	20,5	-3,0
6:38	4,12	21,7	-2,2	19:08	5,90	20,7	-2,7
7:08	3,87	21,5	-2,5	19:38	5,10	20,7	-2,7
7:38	3,49	21,6	-2,4	20:08	5,25	21,1	-2,1
8:08	3,76	21,7	-2,4	20:38	5,24	21,1	-2,0
8:38	3,53	21,3	-3,9	21:08	5,14	21,0	-2,0
9:08	3,37	21,0	-3,2	21:38	4,94	20,9	-2,0
9:38	3,19	21,5	-2,8	22:08	4,90	21,0	-1,9
10:08	3,26	21,2	-3,0	22:38	5,29	21,5	-1,6

Продовження таблиці 3.3

10:38	3,09	21,0	-3,1	23:08	5,02	21,3	-1,9
11:08	3,20	21,4	-2,5	23:38	5,25	21,2	-2,2
11:38	3,13	21,2	-2,5	<b>26.12.2021</b>			
12:08	3,22	20,9	-2,6	0:08	5,18	20,9	-2,8
12:38	3,12	20,7	-2,6	0:38	5,18	20,9	-3,2
<b>Середні значення</b>					<b>4,44</b>	<b>21,3</b>	<b>-2,3</b>

### 3.1.4 Дослідження характеристик стінової конструкції будівлі з цегляною кладкою та підвищеним споживанням енергії

Досліджень проводили у двоповерховій будівлі із цегляними несучими стінами. Саме цю будівлю було обрано, оскільки вона по параметрах було схожою із будівлею приведеною в підпункті 3.1.2, але споживання енергії на опалення було на 10-20 % вищим ніж у попередньої. Тому було на меті в'яснити причину вказаного та перевірити чи не відбулось ймовірне неналежне виконання робіт при будівництві, внаслідок чого погіршились їхні теплоізоляційні властивості у порівнянні із запроектованими. Досліджень проводилось впродовж 120 годин, а періодичність встановлення даних на датчиках становила 30 хвилин. Згідно із проектом будова стіни повинна була б бути такою як зображено на рисунку 3.4.

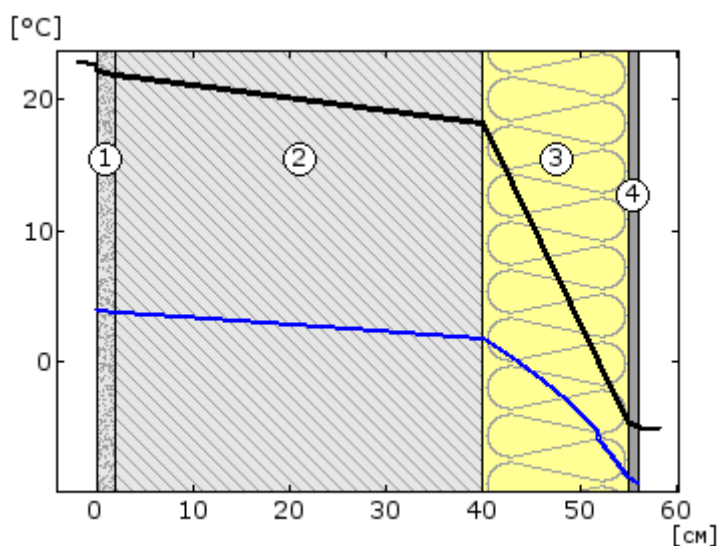


Рисунок 3.4 – Будова стіни згідно проекту (1 – штукатурний шар, 2 – цегляний шар, 3 – шар утеплювача, 4 – штукатурний шар)

Провівши теоретичні розрахунки, було встановлено, що за такої будови стіни опір теплопередачі повинен становити близько  $4,54 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Дані проведених досліджень представлено нижче у таблиці 3.4.

Результати розрахунків, згідно отриманих даних, наведено нижче в кваліфікаційній роботі у підпункті 3.2.4

Таблиця 3.4 – Дані досліджень проведених для стіни із цегли впродовж п'яти діб

Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °C	Зовнішня температура, °C	Час	Розрахований тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Внутрішня температура, °C	Зовнішня температура, °C
<b>02.01.2022</b>				12:15	2,38	15,9	1,8
0:15	2,38	18,0	-1,3	12:45	3,22	17,1	0,7
0:45	3,39	18,1	-1,4	13:15	2,46	15,7	2,0
1:15	3,83	18,1	-1,5	13:45	3,35	17,2	0,6
1:45	3,16	18,6	-2,0	14:15	3,52	17,1	0,6
2:15	3,13	17,2	-0,8	14:45	2,59	15,9	1,9
2:45	3,66	18,4	-2,1	15:15	2,69	15,9	1,9
3:15	3,43	16,9	-0,6	15:45	3,27	16,1	1,6
3:45	4,11	17,3	-0,9	16:15	2,88	15,9	1,9
4:15	4,05	17,0	-0,3	16:45	4,16	16,5	1,2
4:45	3,85	17,0	-0,1	17:15	2,97	16,5	1,3
5:15	4,63	17,7	-0,5	17:45	3,37	15,5	2,2
5:45	5,42	18,0	-0,4	18:15	3,91	16,2	1,7
6:15	5,42	17,8	0,0	18:45	4,17	16,9	0,8
6:45	3,88	16,6	1,6	19:15	4,30	17,1	0,6
7:15	5,06	17,6	1,0	19:45	3,06	15,9	1,8
7:45	4,87	17,5	1,4	20:15	4,60	17,4	0,2
8:15	4,20	16,8	2,3	20:45	5,20	17,8	-0,4
8:45	5,51	18,0	1,4	21:15	4,21	17,2	0,2
9:15	3,81	16,5	3,3	21:45	4,12	17,0	0,3
9:45	4,20	16,9	3,4	22:15	3,63	16,7	0,6
10:15	4,84	17,8	3,0	22:45	3,51	16,3	0,8
10:45	3,75	17,2	4,2	23:15	3,12	16,1	1,0
11:15	4,57	17,5	4,4	23:45	4,09	17,0	0,0
11:45	4,19	17,9	4,5	<b>05.01.2022</b>			
12:15	3,22	17,0	5,9	0:15	2,94	15,9	1,1
12:45	2,91	16,5	6,9	0:45	3,32	16,2	0,6
13:15	4,79	17,6	6,1	1:15	3,96	16,9	-0,2
13:45	3,93	17,6	6,3	1:45	4,75	17,5	-1,0
14:15	4,43	17,4	6,5	2:15	3,72	16,6	-0,2

## Продовження таблиці 3.4

14:45	4,22	17,4	6,4	2:45	3,44	16,3	0,0
15:15	4,03	17,1	6,5	3:15	3,87	16,6	-0,4
15:45	4,58	17,6	5,8	3:45	3,88	16,7	-0,7
16:15	4,66	17,7	5,4	4:15	3,28	16,3	-0,5
16:45	5,06	18,0	4,9	4:45	3,21	15,8	-0,3
17:15	3,61	16,9	5,9	5:15	3,06	15,4	-0,3
17:45	3,21	16,7	6,1	5:45	3,93	17,0	-2,3
18:15	5,36	18,5	4,3	6:15	3,56	16,4	-2,0
18:45	3,96	17,4	5,4	6:45	3,52	15,9	-1,6
19:15	3,38	16,8	5,8	7:15	4,79	17,1	-2,8
19:45	4,11	17,8	4,7	7:45	3,83	16,4	-2,1
20:15	3,89	17,4	4,9	8:15	4,13	16,7	-2,4
20:45	4,48	18,2	4,0	8:45	3,03	15,3	-0,9
21:15	3,75	17,4	4,6	9:15	3,89	16,0	-1,6
21:45	3,62	17,4	4,4	9:45	5,05	16,6	-2,1
22:15	4,31	18,2	3,4	10:15	4,68	16,7	-2,0
22:45	3,33	17,3	4,2	10:45	4,73	16,8	-1,8
23:15	4,21	17,9	3,4	11:15	4,29	16,3	-1,0
23:45	3,91	17,8	3,4	11:45	3,51	15,3	0,4
<b>03.01.2022</b>				12:15	5,03	16,7	-0,5
0:15	4,16	18,1	2,9	12:45	5,23	17,0	-0,6
0:45	4,70	18,2	2,8	13:15	5,16	16,8	-0,1
1:15	3,50	17,2	3,7	13:45	3,98	16,0	0,8
1:45	3,43	17,2	3,7	14:15	4,72	16,4	0,7
2:15	3,69	17,1	3,6	14:45	4,96	17,0	0,3
2:45	4,20	17,9	2,7	15:15	3,40	15,5	1,8
3:15	3,18	16,6	3,9	15:45	4,25	16,3	0,9
3:45	4,25	17,8	2,7	16:15	4,85	16,8	0,2
4:15	4,21	17,9	2,7	16:45	3,55	15,6	1,3
4:45	3,32	17,0	3,8	17:15	3,56	15,6	1,1
5:15	3,33	17,0	3,9	17:45	4,17	16,1	0,4
5:45	3,17	17,3	3,7	18:15	4,18	15,2	1,2
6:15	5,20	18,6	2,6	18:45	5,31	15,5	0,9
6:45	3,39	16,9	4,3	19:15	8,60	15,8	0,8
7:15	2,90	17,2	4,0	19:45	10,93	17,1	-0,2
7:45	3,33	17,7	3,5	20:15	9,94	18,0	-0,7
8:15	3,07	17,3	3,9	20:45	10,30	18,2	-0,5
8:45	4,22	18,5	2,8	21:15	9,74	17,6	0,3
9:15	2,41	16,7	4,6	21:45	11,44	19,1	-0,9
9:45	2,45	16,9	4,3	22:15	9,15	18,6	-0,4
10:15	3,36	18,1	3,1	22:45	8,43	18,6	-0,7
10:45	3,03	17,7	3,4	23:15	5,70	18,2	-0,8

## Продовження таблиці 3.4

11:15	3,58	18,3	2,7	23:45	4,16	17,4	-0,5
11:45	2,64	17,1	3,9	<b>06.01.2022</b>			
12:15	2,25	16,5	4,5	0:15	3,33	18,7	-2,3
12:45	3,46	18,2	2,6	0:45	3,09	18,0	-1,8
13:15	3,04	17,2	3,5	1:15	3,03	17,1	-1,3
13:45	3,15	17,3	3,4	1:45	3,37	17,2	-1,8
14:15	3,29	17,7	2,8	2:15	3,41	16,4	-1,4
14:45	3,38	17,6	2,8	2:45	2,68	16,3	-1,7
15:15	3,27	17,4	2,8	3:15	4,24	16,8	-2,5
15:45	2,19	15,9	4,4	3:45	5,37	17,4	-3,2
16:15	3,61	17,5	2,8	4:15	5,40	17,3	-3,0
16:45	3,10	16,6	3,8	4:45	5,52	17,2	-3,0
17:15	2,53	16,1	4,3	5:15	3,74	16,2	-2,0
17:45	3,07	16,6	3,8	5:45	4,22	16,8	-2,6
18:15	4,03	17,5	2,9	6:15	5,35	17,0	-2,8
18:45	3,74	17,0	3,4	6:45	3,81	15,7	-1,7
19:15	4,49	17,6	2,8	7:15	3,84	15,6	-1,7
19:45	3,20	16,4	4,0	7:45	3,85	15,6	-1,8
20:15	3,76	17,1	3,2	8:15	3,52	15,8	-2,1
20:45	3,89	17,3	3,0	8:45	5,96	17,0	-3,4
21:15	4,57	18,1	2,2	9:15	4,04	16,2	-2,7
21:45	3,00	16,9	3,5	9:45	4,75	16,9	-3,3
22:15	2,69	16,5	3,9	10:15	4,14	16,0	-2,1
22:45	3,90	17,9	2,5	10:45	4,65	16,1	-1,9
23:15	3,55	17,7	2,5	11:15	4,67	17,3	-2,6
23:45	4,46	18,0	2,2	11:45	5,64	16,9	-1,7
<b>04.01.2022</b>				12:15	5,32	16,2	-0,4
0:15	3,04	17,0	3,0	12:45	4,11	16,1	0,0
0:45	3,84	17,9	2,0	13:15	3,68	15,9	0,5
1:15	2,75	16,5	3,2	13:45	4,84	16,3	0,3
1:45	3,67	17,5	2,0	14:15	4,87	17,0	-0,2
2:15	3,55	17,4	1,7	14:45	3,71	15,7	1,2
2:45	4,01	17,9	1,1	15:15	4,35	16,7	0,3
3:15	3,49	17,2	1,7	15:45	4,97	16,4	0,7
3:45	3,00	16,5	2,2	16:15	4,14	16,1	1,1
4:15	3,51	17,0	1,8	16:45	3,51	15,9	1,4
4:45	3,08	16,6	2,0	17:15	5,51	16,9	0,5
5:15	3,09	16,6	1,9	17:45	4,93	17,1	0,4
5:45	2,72	16,3	2,2	18:15	4,10	15,6	2,0
6:15	3,49	17,2	1,2	18:45	5,51	17,4	0,4
6:45	3,43	18,0	0,2	19:15	5,04	17,0	1,0
7:15	3,62	18,0	0,1	19:45	5,23	17,1	1,2



Продовження таблиці 3.4

7:45	2,91	16,7	0,3	20:15	5,45	17,4	1,2
8:15	2,45	16,2	1,6	20:45	5,76	17,8	1,1
8:45	4,13	17,9	-0,2	21:15	5,53	17,6	1,5
9:15	2,79	16,7	0,8	21:45	5,46	17,9	1,2
9:45	2,81	17,1	0,6	22:15	5,55	17,7	1,1
10:15	2,63	16,4	1,3	22:45	5,41	17,8	0,8
10:45	2,47	16,4	1,3	23:15	4,55	16,8	1,3
11:15	3,22	17,2	0,5	23:45	5,74	17,7	0,0
11:45	3,26	17,2	0,5				
<b>Середнє значення</b>					<b>4,11</b>	<b>17</b>	<b>1,3</b>

### 3.2 Аналіз результатів досліджень

#### 3.2.1 Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі з дерев'яними стінами

Середнє значення коефіцієнту теплопередавання  $U$ , Вт/м<sup>2</sup>·К:

$$U = 3.91 / (19,4 - 0.8) = 0,2102$$

Середня різниця внутрішньої та зовнішньої температури за час випробування становить 18,6°C.

Отримане значення  $U$  є вірним, якщо виконуються всі наступні умови:

- 1 — тривалість тесту не менше 72 годин (три дні) – Умова виконується.
  - 2 — значення опору теплопередачі, отримане в кінці випробування, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.
- Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане в кінці періоду:  $U=0,2102$  Вт/м<sup>2</sup>·К. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане за 24 години до кінця періоду:  $U=0,2012$  Вт/м<sup>2</sup>·К.

Ці значення використовуються для розрахунку значень опору теплопередачі ( $R$ ) та оцінки того, чи не відхиляється це значення, отримане в кінці випробування, більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.

Для обчислення опору теплопередачі використовується формула 3.1:

$$R = \frac{1}{U} - R_{si} - R_{se}, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (3.1)$$

де,

$U$  – значення коефіцієнту теплопередавання;

$R_{si}$  – внутрішній опір поверхні,  $R_{si} = 0,13$  для стін

$R_{se}$  – зовнішній опір поверхні,  $R_{se} = 0,04$  для стін

Значення опору теплопередачі ( $R_{end}$ ), отримане в кінці періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,2102 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ):

$$R_{end} = \frac{1}{0,2102} - 0,13 - 0,04 = 4,59, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане за 24 години до кінця періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,2012 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ )

$$R_{24h-before-end} = \frac{1}{0,2012} - 0,13 - 0,04 = 4,8, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить  $4,58\%$ , отже умова виконується.

3 — опір теплопередачі, отриманий шляхом аналізу даних першого періоду часу протягом  $\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3)$  днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними останнього періоду часу однакової тривалості. Тривалість тесту 3 дні.

$$\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3) = \text{INT}(2 \cdot 3/3) = \text{INT}(2) = 2.$$

Отже, для цього випадку значення опору теплопередачі, отримане шляхом аналізу даних за перший період часу протягом 2 днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними за останні 2 дні. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці перших 2 днів:  $U = 0,2012 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ . Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці останніх 2 днів:  $U = 0,2244 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ . Ці значення використовуються для розрахунку опору теплопередачі та оцінки того, чи не відхиляється значення опору теплопередачі, отримане в кінці випробування, більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.

Значення опору теплопередачі, отримане наприкінці перших 2 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,2012 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ )

$$R_{First-2days} = \frac{1}{0,2012} - 0,13 - 0,04 = 4,8, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане в кінці останніх 2 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило 0,2244 Вт/м<sup>2</sup>К)

$$R_{Last-2days} = \frac{1}{0,2244} - 0,13 - 0,04 = 4,29, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить 10,73%, що означає, що умова 3 НЕ виконується.

Отже, підсумовуючи отримані результати, можна зробити висновок, що вимірювання потрібно проводити протягом більш тривалого періоду.

### **3.2.2 Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі з цегляною кладкою**

Враховуючи висновки попереднього дослідження, необхідно збільшити тривалість проведення експерименту до 5 діб (120 годин).

Середнє значення коефіцієнту теплопередавання U, Вт/м<sup>2</sup>·К:

$$U = 2,05/(14-4,3)=0,2129$$

Середня різниця внутрішньої та зовнішньої температури за час випробування становить 9,7°C.

Отримане значення коефіцієнту теплопередавання є вірним, якщо виконуються всі наступні умови:

1 — тривалість тесту не менше 72 годин (три дні) – Умова виконується.

2 — значення опору теплопередачі, отримане в кінці випробування, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане в кінці періоду: U=0,2129 Вт/м<sup>2</sup>·К. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане за 24 години до кінця періоду: U=0,2183 Вт/м<sup>2</sup>·К.

Ці значення використовуються для розрахунку значень опору теплопередачі ( $R$ ) та оцінки того, чи не відхиляється ці значення, отримані в кінці випробування, більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.

Значення опору теплопередачі ( $R_{end}$ ), отримане в кінці періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,2129 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ):

$$R_{end} = \frac{1}{0,2129} - 0,13 - 0,04 = 4,53, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане за 24 години до кінця періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,2183 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ )

$$R_{24h-before-end} = \frac{1}{0,2183} - 0,13 - 0,04 = 4,41, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить  $2,54\%$ , отже умова виконується.

3 — опір теплопередачі, отриманий шляхом аналізу даних першого періоду часу протягом  $\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3)$  днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними останнього періоду часу однакової тривалості. Тривалість тесту 5 днів.

$$\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3) = \text{INT}(2 \cdot 5/3) = \text{INT}(3,33) = 3$$

Отже, для цього випадку значення опору теплопередачі, отримане шляхом аналізу даних за перший період часу протягом 3 днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними за останні 3 дні. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці перших 3 днів:  $U=0,2129 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ . Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці останніх 3 днів:  $U=0,2183 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ .

Значення опору теплопередачі, отримане наприкінці перших 3 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,2129 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ )

$$R_{First-2days} = \frac{1}{0,2129} - 0,13 - 0,04 = 4,59, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане в кінці останніх 3 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,2183 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ )

$$R_{Last-2days} = \frac{1}{0,2183} - 0,13 - 0,04 = 4,73, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить 3,2%, отже 3-тя умова виконується.

Всі умови виконуються; це означає, що вимірювання достовірне.

Отже отримані результати, отримані внаслідок проведеного експерименту є вірними, а порівнюючи отримані значення опору теплопередачі із теоретично обрахованим, робимо висновок, що будівництво відбувалось без неналежного виконання робіт.

### **3.2.3 Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі зі стінами із піноблоку**

Оскільки в попередньому дослідженні було підтверджено достовірність результатів і вони відобразили теоретичні розрахунки, то залишаємо ті ж параметри що і в підпункті 3.2.2.

Середнє значення коефіцієнту теплопередавання  $U$ , Вт/м<sup>2</sup>·К:

$$U = 4,44 / (21,3 - (-2,3)) = 0,1881$$

Середня різниця внутрішньої та зовнішньої температури за час випробування становить 23,6°C.

Отримане значення коефіцієнту теплопередавання є вірним, якщо виконуються всі наступні умови:

1 — тривалість тесту не менше 72 годин (три дні) – Умова виконується.

2 — значення опору теплопередачі, отримане в кінці випробування, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане в кінці періоду:  $U=0,1881$  Вт/м<sup>2</sup>·К. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане за 24 години до кінця періоду:  $U=0,1862$  Вт/м<sup>2</sup>·К.

Ці значення використовуються для розрахунку значень опору теплопередачі ( $R$ ) та оцінки того, чи не відхиляється це значення, отримане в кінці випробування, більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.

Значення опору теплопередачі ( $R_{end}$ ), отримане в кінці періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,1881 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ):

$$R_{end} = \frac{1}{0,1881} - 0,13 - 0,04 = 5,15, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане за 24 години до кінця періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,1862 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )

$$R_{24h-before-end} = \frac{1}{0,1862} - 0,13 - 0,04 = 5,2, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить  $1,1\%$ , отже умова виконується.

3 — опір теплопередачі, отриманий шляхом аналізу даних першого періоду часу протягом  $\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3)$  днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними останнього періоду часу однакової тривалості. Тривалість тесту 5 днів.

$$\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3) = \text{INT}(2 \cdot 5/3) = \text{INT}(3,33) = 3$$

Отже, для цього випадку значення опору теплопередачі, отримане шляхом аналізу даних за перший період часу протягом 3 днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними за останні 3 дні. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці перших 3 днів:  $U=0,1792 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці останніх 3 днів:  $U=0,1877 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ .

Значення опору теплопередачі, отримане наприкінці перших 3 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,1792 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )

$$R_{First-2days} = \frac{1}{0,1792} - 0,13 - 0,04 = 5,41, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане в кінці останніх 3 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,1877 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )

$$R_{Last-2days} = \frac{1}{0,1877} - 0,13 - 0,04 = 5,16, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить 4,69%, отже 3-тя умова виконується.

Всі умови виконуються; це означає, що вимірювання достовірне.

Отже отримані результати, отримані внаслідок проведеного експерименту є вірними, а порівнюючи отримані значення опору теплопередачі із теоретично обрахованим, робимо висновок, що будівництво відбувалось без неналежного виконання робіт.

### **3.2.4 Визначення коефіцієнту теплопередавання та перевірка його достовірності для стінової конструкції у будівлі з цегляною кладкою та підвищеним споживанням енергії**

В даному дослідженні необхідно спробувати зрозуміти причини підвищеного споживання енергії, порівняно із будівлею, що була розглянута в підпункті 3.2.2. Параметри дослідження встановлюємо ті самі що й в схожій будівлі.

Середнє значення коефіцієнту теплопередавання  $U$ , Вт/м<sup>2</sup>·К:

$$U = 4,08 / (17 - 1,3) = 0,2613$$

Середня різниця внутрішньої та зовнішньої температури за час випробування становить 15,7°C.

Отримане значення коефіцієнту теплопередавання є вірним, якщо виконуються всі наступні умови:

1 — тривалість тесту не менше 72 годин (три дні) – Умова виконується.

2 — значення опору теплопередачі, отримане в кінці випробування, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане в кінці періоду:  $U=0,2613$  Вт/м<sup>2</sup>·К. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане за 24 години до кінця періоду:  $U=0,2616$  Вт/м<sup>2</sup>·К.

Ці значення використовуються для розрахунку значень опору теплопередачі ( $R$ ) та оцінки того, чи не відхиляється це значення, отримане в кінці випробування, більш ніж на  $\pm 5\%$  від значення, отриманого за 24 години до цього.

Значення опору теплопередачі ( $R_{end}$ ), отримане в кінці періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,2613 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ):

$$R_{end} = \frac{1}{0,2613} - 0,13 - 0,04 = 3,66, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане за 24 години до кінця періоду: (коли коефіцієнт теплопередавання становив  $0,2616 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )

$$R_{24h-before-end} = \frac{1}{0,2616} - 0,13 - 0,04 = 3,65, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить  $0,3\%$ , отже умова виконується.

3 — опір теплопередачі, отриманий шляхом аналізу даних першого періоду часу протягом  $\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3)$  днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними останнього періоду часу однакової тривалості. Тривалість тесту 5 днів.

$$\text{INT}(2 \cdot \text{DT}/3) = \text{INT}(2 \cdot 5/3) = \text{INT}(3,33) = 3$$

Отже, для цього випадку значення опору теплопередачі, отримане шляхом аналізу даних за перший період часу протягом 3 днів, не відхиляється більш ніж на  $\pm 5\%$  від значень, отриманих за даними за останні 3 дні. Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці перших 3 днів:  $U=0,2478 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Значення коефіцієнту теплопередавання, отримане наприкінці останніх 3 днів:  $U=0,2592 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ .

Значення опору теплопередачі, отримане наприкінці перших 3 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,2478 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )

$$R_{First-2days} = \frac{1}{0,2478} - 0,13 - 0,04 = 3,87, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Значення опору теплопередачі, отримане в кінці останніх 3 днів: (коли значення коефіцієнту теплопередавання становило  $0,2592 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ )



$$R_{Last-2days} = \frac{1}{0,2592} - 0,13 - 0,04 = 3,69, \quad \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Знаходимо різницю, і у відсотках вона становить 4,57%, отже 3-тя умова виконується.

Всі умови виконуються; це означає, що вимірювання достовірне.

Отже отримані результати, отримані внаслідок проведеного експерименту є вірними, а порівнюючи отримані значення опору теплопередачі із теоретично обрахованим, робимо висновок, що будівництво відбувалось із неналежним виконанням робіт, а ймовірною причиною було використання теплоізолюючого шару меншої товщини. У зв'язку із встановленою невідповідністю між теоретичним значенням опору теплопровідності та реальним його значенням, може бути рекомендовано здійснення встановлення нового теплоізолюючого шару, замість старого, для забезпечення опору теплопровідності на рівні 5,0 м<sup>2</sup>·К/Вт, у відповідності до діючих норм ЄС 2022 року.

### 3.3 Обробка результатів дослідження

Одним із способів аналізу результатів такого роду досліджень є побудова графіків залежності коефіцієнта теплопередавання від часу проведення досліджень. Визначено, що за умов проведення тривалих в часу досліджень графік повинен виглядати так як зображено на рисунку 3.5, тобто спочатку коефіцієнт теплопередавання є нестабільним, а далі його значення вирівнюється і коливання його значень повинне відбуватись в межах  $\pm 5\%$  від значень станом на попередній день.

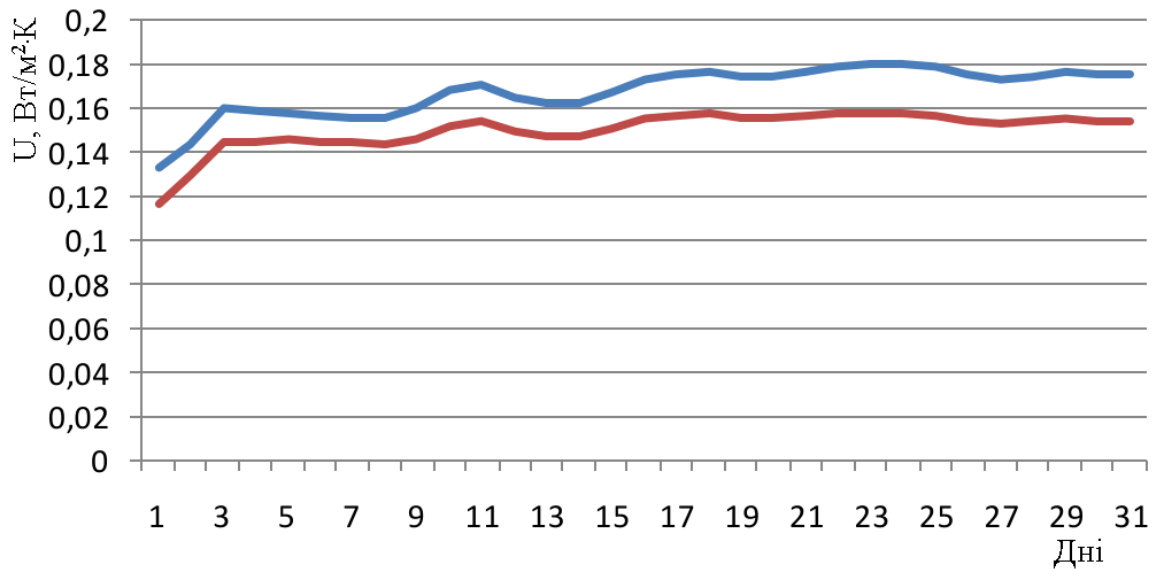


Рисунок 3.5 – Графік зміни коефіцієнта теплопередавання впродовж місяця спостережуваних даних [13]

Оскільки в першому досліді отримані результати виявились недостовірними, то проводити побудову та аналіз графіка із даних отриманих в результаті цього експерименту не будемо.

Для зручності, спочатку порівняємо графіки (рис.3.6 та 3.7 ) отримані в із даних для стін однаковою будовою, згідно проектних даних, тобто другий та останній досліді.

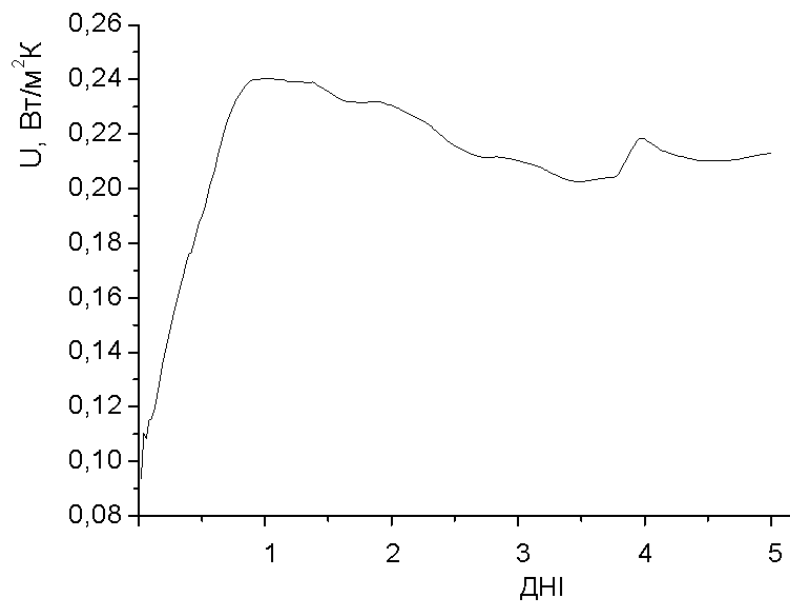


Рисунок 3.6 – Зміна коефіцієнту теплопередавання з часом (дослід 2)

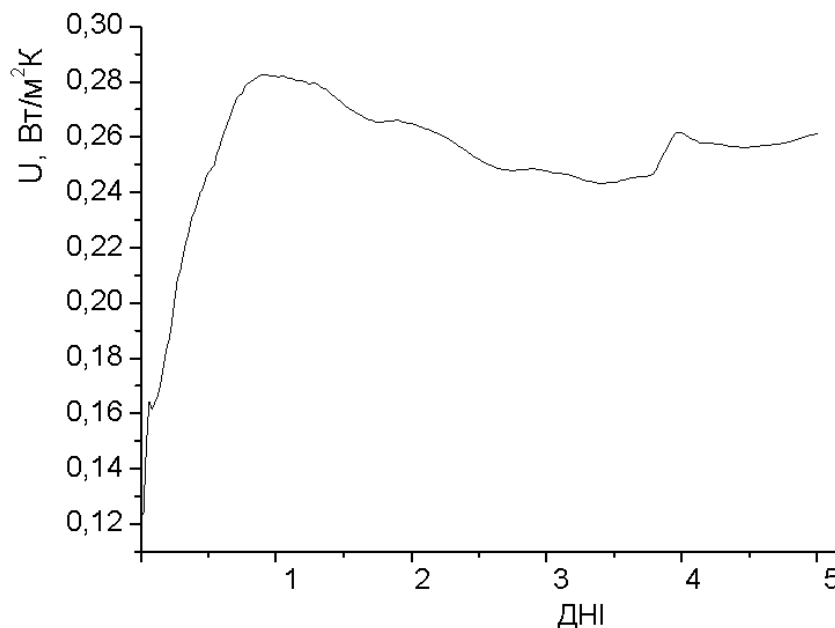


Рисунок 3.7 – Зміна коефіцієнту теплопередавання з часом (дослід 4)

Як зрозуміло із рисунків наведених вище, через те, що складові стіни однакові, вони майже не відрізняються між собою, різниця лише полягає в значеннях коефіцієнту теплопередавання і для другого рисунку максимальне значення коефіцієнта теплопередавання становить майже  $0,29 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , тоді як для рисунку 3.6 відповідне значення сягає лише  $0,24 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ . Отже, незважаючи на ідентичність за проектом, ця різниця в показах є суттєвою і тому при будівництві мало місце недобросовісне дотримання проектної документації.

На рисунку 3.8 показано коливання виміряного значення коефіцієнту теплопередавання з часом для дослідження стіни із піноблоків. Цей графік, аналогічно із попередніми двома, не стабільний впродовж першого дня чи двох, а потім стає досить стабільним. Тому такий вигляд графіка слугує поясненням для того, що коротких періодів для визначення коефіцієнту теплопередачі буде недостатньо.

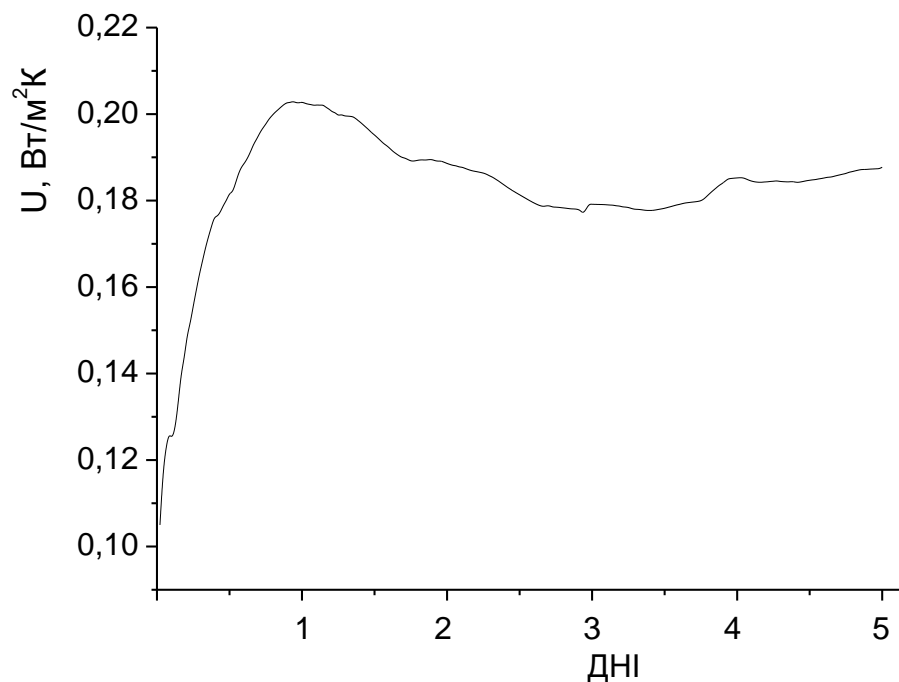


Рисунок 3.8 – Зміна коефіцієнту теплопередавання з часом (дослід 3)

Підсумовуючи викладене вище, можна узагальнити, що отримані графіки залежності коефіцієнту теплопередавання добре корелюють із графіком триманим протягом тривалішого періоду досліджень, оскільки на кожному з них присутня ділянка нестабільності коефіцієнта теплопередавання тривалістю 1-3 доби з наступним вирівнюванням отриманих даних.

### 3.4 Висновки за результатами дослідження

Використаний метод досліджень, а саме вимірювання значень коефіцієнту теплопередавання на місці, підтвердив свою ефективність та точність отриманих результатів, проте тривалі періоди вимірювання, на жаль, неможливо зменшити до менш ніж трьох діб, оскільки це призводить до виникнення помилкових результатів. Проте такого типу метод визначення коефіцієнту теплопередавання в готовому будинку може бути використаний для визначення реального значення коефіцієнту теплопередавання для однотипних будівель. Крім цього його можна використати для уточнене значення коефіцієнту теплопередавання стін для

підтвердження підозр у неналежному виконанні робіт під час будівництва. У такому випадку може бути рекомендовано здійснення заходів, для забезпечення опору теплопровідності на рівні, що відповідає місцевим стандартам.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці

#### 4.1.1 Законодавча та нормативна база України з охорони праці

Основою законодавства України з охорони праці є Конституція України, що гарантує громадянам право на безпечні й здорові умови праці й система законодавчих актів України, спрямованих на реалізацію цього конституційного права.

Основними законодавчими актами цієї системи є наступні Закони України:

- «Про охорону праці».
- «Про охорону здоров'я».
- «Про пожежну безпеку».
- «Про обов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві й професійного захворювання, що привели до втрати працездатності».
- «Про використання ядерної енергії і радіаційний захист».
- «Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення».
- «Про цивільну оборону».
- Кодекс законів «Про працю України».

В Основному Законі — Конституції України (ст. 43) зазначено: "Кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці, на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом"; "Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється".

"Кожен, хто працює, має право на відпочинок" (ст. 45).

Це право забезпечується наданням днів щотижневого відпочинку, а також щорічної оплачуваної відпустки, встановленням скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи в нічний час. Громадяни мають право на соціальний захист (ст. 46), що включає право на забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та інших випадках, передбачених законом.

Основи законодавства України про охорону здоров'я розглядають охорону здоров'я як загальний обов'язок усіх підприємств, установ, організацій, посадових осіб та громадян, які зобов'язані забезпечити пріоритетність охорони здоров'я у власній діяльності (ст. 5). З метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності встановлюються єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей. Власники і керівники підприємств, установ і організацій зобов'язані забезпечити виконання техніки безпеки, виробничої санітарії, інших вимог охорони праці, не допускати шкідливого впливу на здоров'я людей (ст. 28). При укладенні трудового договору громадянин повинен бути проінформований власником під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих чинників, про можливі наслідки їх впливу на здоров'я і про його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах. Забороняється укладення трудового договору з громадянином, якому згідно з медичним висновком протипоказана за пропонована робота за станом здоров'я.

До основних законодавчих актів про охорону праці слід віднести також “Основи законодавства України про охорону здоров'я”, що регулюють суспільні відносини в цій галузі з метою забезпечення гармонічного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності і довголітнього активного життя громадян, усунення чинників, які шкідливо впливають на їхнє здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності, поліпшення спадкоємності. “Основи законодавства України про охорону здоров'я” передбачають встановлення єдиних санітарно-гігієнічних вимог до організації виробничих та

інших процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, устаткування, будинків та таких об'єктів, що можуть шкідливо впливати на здоров'я людей (стаття 28); вимагають проведення обов'язкових медичних оглядів осіб певних категорій, в тому числі працівників, зайнятих на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці (стаття 31); закладають правові основи медико-соціальної експертизи втрати працездатності (стаття 69).

Закон України “Про пожежну безпеку” визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності. Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій та підприємців, що повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств, установ та організацій. Забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ та організацій покладається на їх керівників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором (стаття 2).

Закон України “Про об'єкти підвищеної небезпеки” визначає правові, економічні, соціальні та організаційні основи діяльності, пов'язаної з об'єктами підвищеної небезпеки, і спрямований на захист життя і здоров'я людей та довкілля від шкідливого впливу аварій на цих об'єктах шляхом запобігання їх виникненню, обмеження (локалізації) розвитку і ліквідації наслідків.

#### **4.1.2 Загальні положення охорони праці**

До виконання робіт допускаються працівники старші 18 років, за умови проходження ними:

- медичного огляд та визнання придатними до роботи за необхідною професією;



- вступного інструктажу з охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки;
- первинного інструктажу на робочому місці;
- перевірки знань діючих інструкцій на робочому місці і правил охорони праці.

Якщо в дію вводяться нові або переробляються правила безпеки виконання робіт, після інциденту з нещасним випадком або аварією, що трапився на будівельному майданчику в наслідок порушення працівниками правил з охорони праці, та при встановленні факту незадовільного знання працівниками інструкцій з охорони призначається позачергова перевірка знань працівників.

Працівники не допускається до роботи в випадках перерахованих нижче:

- у випадку появи на роботі у стані наркотичного або алкогольного сп'яніння;
- у випадку відсутності спецодягу та спецвзуття або інших засобів індивідуального захисту які необхідні згідно з діючими нормами і правилами охорони праці;
- у випадку появи на роботі у хворобливому стані;
- у випадку порушення правил або інструкцій з охорони праці;

Працівник повинен:

- виконувати тільки ту роботу, по якій був проведений інструктаж і до якої був допущений майстром, з дотриманням якості виконання та у встановлені терміни;
- слідкувати за станом інструментів, устаткування та робочого місця, утримувати їх в чистоті;
- працювати інструментами, пристосуваннями і механізмами які знаходяться в справному стані;
- дотримуватись правил трудового розпорядку, правил пожежної безпеки та правил безпечного ведення робіт.

У випадку наявності небезпеки або шкідливих виробничих факторів , що діють на працівника(можливість травмуватися, падіння небезпечних предметів,

надмірна запиленість області роботи та ін.) робочий-землекоп повинен бути ознайомлений з ними.

Працівникам повинен видаватися спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту передбаченими типовими галузевими нормами.

При порушенні правил охорони праці або інструкцій винні особи повинні нести відповідальність у порядку відповідно до законодавства.

## **4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **4.2.1 Цивільна оборона України в надзвичайних ситуаціях**

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасних засобів ураження.

Цивільна оборона України зорганізується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району.

Основні завдання цивільної оборони:

— запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і проведення заходів щодо зменшення збитків та втрат під час аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;

— оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний час та постійне інформування його про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;
- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку;
- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Організаційна структура цивільної оборони України:

Кабінет Міністрів України постійно приділяє увагу розвитку цивільної оборони, підвищенню її ролі у захисті населення, підвищенню її значення, визначає основні принципи її побудови, характер і обсяг завдань, що вирішуються. Цивільна оборона організується за територіально-виробничим принципом.

Територіальний принцип полягає в організації цивільної оборони на території областей, міст і районів, сільських місцевостей відповідно до адміністративного поділу території. Згідно з цим, відповідальність на цих територіях несуть виконавчі органи влади, а начальниками цивільної оборони, які безпосередньо здійснюють керівництво цивільною обороною.

#### **4.2.2 Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі ядерного вибуху і заходи щодо підвищення стійкості**

Нові об'єкти народного господарства повинні будуватися з урахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкта. Основні з цих такі:

1. Будинки і спорудження на об'єкті необхідно розміщати розосереджено. Відстань між будинками повинні забезпечувати протипожежні розриви. При наявності таких розривів виключається можливість переносу вогню з одного

будинку на інші, навіть якщо гасіння пожежі не відбувається. Будинки адміністративно-господарського й обслуговуючого призначення повинні розташовуватися окремо від основних цехів.

2. Найбільш важливі виробничі спорудження варто будувати заглибленими чи зниженої висотності, прямокутної форми в плані. Це зменшує парусність будинків і збільшує опірність їх ударній хвилі ядерного вибуху. Хорошою стійкістю до впливу ударної хвилі володіють залізобетонні будинки з металевими каркасами в бетонній опалубці. Для підвищення стійкості до світлового випромінювання в споруджуваних будинках і спорудженнях повинні застосовуватися вогнестійкі конструкції, а також вогнезахисна обробка спалених елементів будинку. У кам'яних будинках перекриття повинні бути виготовлені з армованого бетону або виконані з бетонних плит. Великі за розмірами будинки повинні розділятися на секції неспаленими стінами. У ряді випадків при проектуванні й будівництві промислових будинків і споруджень повинна бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного пилу. Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості й продовольчих складів.

3. Душові приміщення необхідно проектувати з урахуванням використання їх для санітарної обробки людей.

4. Дороги на території об'єкта повинні бути з твердим покриттям, забезпечувати зручне і найкоротше сполучення між виробничими будинками, спорудженнями і складами; в'їздів на територію об'єкта повинне бути не менш двох із різних напрямків.

5. Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менш двох випусків у міські каналізаційні мережі й пристрої для аварійних скидань у підготовлені місця (котловани, яри, траншеї тощо).

Оцінка стійкості основних елементів інженерно-технічного комплексу, від яких залежить робота господарського об'єкта, полягає у визначенні виду можливого руйнування кожного з основних елементів інженерно-технічного комплексу та у виявленні нестійких елементів. При оцінці ефективності захисту

робітників і службовців у разі сильного вибуху визначають можливу кількість уражених і вид травм людей на території господарського об'єкта. Оцінка стійкості систем управління і постачання (електроенергією, газом, водою, сировиною, комплектуючими виробами тощо) полягає у визначенні ступеня їх порушення в разі вибуху. Крім того, оцінюють ступінь підготовленості господарського об'єкта до відновних робіт. Висновок про стійкість господарського об'єкта в цілому складають після аналізу отриманих результатів. Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

Вирішення проблеми захисту інформації полягає у використанні організаційно-технологічних (адміністративних), технічних і програмних заходів, а так само в профілактичній роботі серед користувачів для зменшення можливостей для несанкціонованого доступу до інформації. Реалізація системи захисту інформації та інформаційних ресурсів розпадається на три незалежні завдання: забезпечення системи цілісності інформації та інформаційних систем; організація авторизованого доступу до інформації; неприпустимість появи у відкритому доступі інформації, що становить державну таємницю або має конфіденційний характер.

Усі працівники при прийнятті на роботу і за місцем роботи повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки (далі - протипожежні інструктажі). Протипожежні інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний на робочому місці, позаплановий та цільовий.

Якщо всі основні елементи інженерно-технічного комплексу і систем господарського об'єкта виявляться стійкими і за прогнозом не буде великої кількості уражених робітників і службовців, то робота господарського об'єкта

вважається стійкою в разі вибуху. Якщо хоча б один основний елемент інженерно-технічного комплексу або система господарського об'єкта виявляться за прогнозом нестійкими, робота об'єкта в цілому визнається нестійкою. Аналогічний висновок робиться, якщо в разі вибуху можливі загибель або великі втрати робочих і службовців.

## Загальні висновки

В роботі зроблено огляд літератури та розглянуто досліджено перспективні з точки зору можливості забезпечення високих показників енергоефективності будівлі, а саме відпочинкові комплекси. Особлива увагу до на напрямків для розвитку цієї галузі. Обґрунтовано, необхідність використання так званих «зелених технологій», що вельми широко поширене в усьому світі. Для адаптації та застосування їх в Україні необхідно аналізувати та оптимізувати використання отриманої енергії. Таке завдання можливо вирішувати використанням засобів моніторингу існуючого стану енергоефективності. Тому необхідно проводити більш детальні дослідження та розрахунки, які включають математичне і комп'ютерне моделювання й моніторинг, процесів всередині відпочинкового комплексу.

Втрати тепла у відпочинковому комплексі відбуваються переважно через стінові конструкції. Головним показником, що характеризує втрати тепла через стіну є коефіцієнт теплопередавання. Дослідження цього показника у існуючих відпочинкових комплексах було проведено. Вивчення реальних значень коефіцієнту теплопередавання та опору теплопередачі, надало можливість виконувати проектування та будівництво будівель і споруд, використовуючи їх. Для цього було використано метод, який підходить для вимірювання значень коефіцієнту теплопередавання у побудованих відпочинкових комплексах. Метод встановлення коефіцієнту теплопередавання був використаний для отримання репрезентативних значень коефіцієнтів теплопередавання, оскільки він надає уточнене значення коефіцієнту теплопередавання.

Використаний метод досліджень, а саме вимірювання значень коефіцієнту теплопередавання на місці, підтвердив свою ефективність та точність отриманих результатів, проте тривалі періоди вимірювання, на жаль, неможливо зменшити до менш ніж трьох діб, оскільки це призводить до виникнення помилкових результатів. Проте такого типу метод визначення коефіцієнту теплопередавання в готовому будинку може бути використаний для визначення реального значення

коефіцієнту теплопередавання для однотипних будівель. Крім цього його можна використати для уточнення значень коефіцієнту теплопередавання стін для підтвердження підозр у неналежному виконанні робіт під час будівництва.



**БІБЛІОГРАФІЯ:**

1. Сучасний стан та потенціал розвитку індустрії гостинності в Україні: зб. матеріалів I Всеукр. наук. – практ. конф. (м. Херсон, 23 квітня 2021 р.) / за ред. доц. Морозової О.С. Херсон : ХДАЕУ, 2021. 327 с.
2. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT) - К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020.- 33с.
3. Теплопровідність // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 189. — ISBN 978-966-7407-83-4.
4. The Theory of Heat Radiation. Max Planck. Courier Corporation, 2013, ISBN0486173283, 9780486173283 256 p.
5. С. Baruty. Thermal resistance of masonry walls test / Cintia Baruty // Indian Journal of Environmental Health. January 2012
6. L. Laurenti. Determination of the thermal resistance of walls through a dynamic analysis of in-situ data / Lucio Laurenti, Fulvio Marcotullio, Filippo De Monte // March 2004 International Journal of Thermal Sciences 43(3):297-306
7. Ясній П.В. Спосіб холодного зміцнення отворів / П.В. Ясній, О.В. Дивдик, В.П. Ясній. Патент на корисну модель № 144432 Україна, МПК В23Р 9/00. Заявка № u 2020 03159; заявл. 26.05.2020; опубл. 25.09.2020, Бюл. № 18.
8. Концевич В.О. Аналіз способів підвищення енергоефективності фундаменту / Сорочак А.П., Концевич В.О. // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів - Тернопіль: ТНТУ, 2020. - С. 78
9. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.
10. Матеріали V Міжнародної студентської науково - технічної конференції / Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 28-29 квітня 2022 р.), 2022.- 155 с.

11. ISO 8990 Теплоізоляція. Визначення характеристик, пов'язаних з теплопередачею в стаціонарному режимі. Калібрована і захищена теплоізолювана камера. - К.: ДП «УкрНДНЦ», 2021.- 234с.

12. ДСТУ ISO 9869:2007. Теплоізоляція. Будівельні елементи. Натурні вимірювання теплового опору та коефіцієнта теплопередавання. - К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2009.- 43с.

13. <https://www.e-etap.com.ua/index.php/uk/>

14. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”// Ковальчук Я.О., Крамар Г.М., Мещерякова О.М., Тернопіль, 2020. – 56 с.

15. Maruschak P. Degradation of Transport Infrastructure Under Breach of Drainage: Strain and Corrosion Damage / Maruschak P., Sorochak A., Baran D., Prentkovskis O. // TRANSBALTICA XI: Transportation Science and Technology. TRANSBALTICA 2021. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure / Edited by Gopalakrishnan K., Prentkovskis O., Jackiva I., Junevicius R. – Springer, Vilnius, Lithuania. – 2021. – P. 40-46.

16. Regarding to the Concept of Small and Medium-Sized Enterprises Digitalization in Ukraine: Problems and Solutions. Strutynska, I.,Kozbur, H.,Dmytrotsa, L., Olena Sorokivska, Melnyk, L.,Grytseliak, R. 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT. Deggendorf Germany – Proceedings. 2021/9/15 pp. 276-279

17. Review of the global experience in reclamation of disturbed lands. Tymchuk, I., Malovanyy, M., Shkvirko, O., Chornomaz, N.b, Popovych, O.a, Grechanik, R., Symak, D. Inzynieria Ekologiczna. POLAND. Volume 22, Issue 1, 2021, Pages 24-30