

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

**Кваліфікаційна робота**

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему «Аналіз шляхів зменшення енергоспоживання ОСББ «Круглий дім» у місті  
Запоріжжя»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1449  
спеціальності 144 Теплоенергетика

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Теплоенергетика

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

Райнов А.А.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к. т. н., Бердишев Ю.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент професор, д. т. н., Чейлитко А.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя  
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики  
Рівень вищої освіти другий магістерський  
Спеціальність 144 Теплоенергетика  
(код та назва)  
Освітня програма Теплоенергетика  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
« 17 » грудня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

\_\_\_\_\_ Райнова Андрія Андрійовича \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз шляхів зменшення енергоспоживання ОСББ «Круглий дім» у місті Запоріжжя

керівник роботи Бердишев Миколай Юрійович к.т.н., доц. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «25» травня 2020 року № 601-с




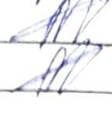


2 Строк подання студентом роботи 8.12.2020

Вихідні дані до роботи: Об'єкт дослідження ОСББ «Круглий дім», вул. Незалежної України, буд. 31, м. Запоріжжя; загальна площа 14445 м<sup>2</sup>; розрахункова температура опалення – 21 °С.

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Опис об'єкту дослідження. Аналіз даних енергоспоживання. Енергетичний баланс на рівні будівлі. Енергетичний баланс на рівні інженерних систем. Показники енергетичної ефективності. Розробка заходів по заощадженню енергії. Фінансова оцінка розроблених заходів.

4 Перелік графічного матеріалу Презентація із 10 – 15 слайдів, що представляють основні результати роботи.

## 5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Бердишев М. Ю.		
Спеціальний	Бердишев М. Ю.		
Економічний	Бердишев М. Ю.		

6 Дата видачі завдання 1.06.2020


## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз даних енергоспоживання за останні	<u>1.06.-1.08.2020</u>	
2	Енергетичні баланси, показники енергетичної ефективності	<u>1.06- 1.08.2020</u>	
3	Розробка заходів по заощадженню енергії.	<u>1.06- 1.08.2020</u>	
4	Фінансова оцінка розроблених заходів.	<u>1.08.-31.10.2020</u>	
5	Оформлення пояснювальної записки	<u>1.11-8.12.2020</u>	

Студент  (підпис) А.А Райнов (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  (підпис) М.Ю. Бердишев (ініціали та прізвище)

## Нормоконтроль пройдено

/ Нормоконтролер  (підпис) Бердишев М. Ю. (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Райнов А.А. Аналіз шляхів зменшення енергоспоживання ОСББ «Круглий дім» у місті Запоріжжя

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник М.Ю. Бердишев. Запорізький національний університет. Інженерний навчально – науковий інститут. Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

У роботі проведено пошук ефективних рішень із зменшення енергоспоживання житловим фондом, а також аналіз рекомендацій щодо зменшення енергоспоживання. Наукова новизна роботи обумовлена відсутністю досліджень рівня енергоефективності «Круглого дому» у Запоріжжі. Також був визначений клас енергетичної ефективності будівлі з метою надання рекомендацій щодо зменшення витрат енергоресурсів. Як об'єкт для аналізу було вибрано ряд запропонованих заходів направлених на підвищення енергоефективності. Виконано розрахунок економічних показників запропонованих заходів. Доведена економічна ефективність певної частини заходів, щодо підвищення енергоефективності.

Ключові слова: енергоаудит, житловий будинок, термограма, опалювальна площа, енергоресурси.

## ABSTRACT

Rainov A.A. The analysis of ways for reducing energy consumption of union of the owners of multiple houses «Krygliy Dim» in Zaporizhzhia city

Qualification graduation work for the master's degree, specialty 144 - Heat Power Engineering, scientific adviser M.Yu. Berdyshev. Zaporizhzhia National University. Engineering educational and scientific institute. Department of Heat Power Engineering and Hydropower Engineering, 2020.

In this work was held the search of effective solutions to reduce energy consumption by housing, as well as the analysis of recommendations for reducing energy consumption. The scientific originality of the work is due to the lack of research on the level of energy efficiency of the "Krygliy dim" in Zaporozhzhia. The energy efficiency class of the building

was also determined in order to provide recommendations for reducing energy costs. A number of proposed measures aimed at improving energy efficiency were selected as an object for analysis. The calculation of economic indicators of the proposed measures is performed in the work. The economic efficiency of a certain part of measures to increase energy efficiency has been proven.

**Keywords:** energy audit, residential building, thermogram, heating area, energy resources.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 ЗБІР ДАНИХ ТА АНАЛІЗ ФАКТИЧНОГО СПОЖИВАННЯ .....	9
1.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження .....	9
1.2 Нормативні кліматичні показники .....	12
1.3 Енергетичний баланс на рівні будівлі.....	14
1.4 Енергетичний баланс на рівні інженерних систем будівлі.....	43
2 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОСББ «КРУГЛИЙ ДІМ» У МІСТІ ЗАПОРІЖЖЯ .....	58
2.1 Показники енергетичної ефективності .....	58
2.2 Аналіз споживання теплової енергії .....	62
2.3 Встановлення індивідуального теплового пункту.....	64
2.4 Утеплення зарядіаторних ділянок пінофолом .....	69
2.5 Встановлення локальних рекуператорів.....	70
2.6 Заміна вікон та балконних дверей на енергозберігаючі .....	72
2.7 Утеплення даху.....	73
3 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	75
ВИСНОВКИ.....	81
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	83
Додаток А.....	90
Додаток Б .....	95
Додаток В .....	114
Додаток Г .....	123

## ВСТУП

**Актуальність.** В умовах збільшення цін на паливно-енергетичні ресурси, та критичної залежності країни від імпорту вуглеводородів питання про підвищення рівня енергоефективності та енергозбереження набуває особливої актуальності.

На сьогодні, у системах енергоспоживання є значні перевитрати енергоресурсів. Зменшення витрат у житловому секторі є дуже складним питанням через низький рівень забезпечення будівель приладами обліку споживання, а також недостатнє фінансування, відсутність сталої законодавчої бази та контролю до змін. Це призводить до справедливих нарікань мешканців на незадовільну якість та високу вартість послуг. Нами було обрано житловий будинок «Круглий дім» (вул. Незалежної України) у Запоріжжі, який було побудовано 1938 році, і наразі він претендує на одержання статусу архітектурної пам'ятки. Будівля є малодослідженою одиницею з точки зору енергоаудиторських структур.

Виявлення основних витратних статей в енергетичному балансі є одним із завдань енергоаудиту, крім того аудит систематизує та ілюструє яким чином та куди витрачається енергія. Підсумком проведення цієї процедури є визначення рекомендацій щодо зниження витрат енергії, а також розробка методів скорочення загального споживання енергії з подальшими економічними розрахунками.

**Мета роботи** – пошук ефективних рішень із зменшення енергоспоживання житловим фондом, проведення аудиту його систем.

**Об'єкт дослідження** – запропонувати рекомендації які направлені на зменшення витрат енергоресурсів будівлею та приведення внутрішніх умов до комфортних.

**Предмет дослідження** – житловий будинок та його підсистеми генерації, розподілення та виділення систем енергопостачання.

### **Задачі дослідження:**

- 1) визначити всі статті витрат на підтримання комфортних умов житлової будівлі;
- 2) проаналізувати ефективність їх використання;

3) запропонувати рекомендації щодо зменшення витрат енергоресурсів будівлею;

4) проаналізувати запропоновані рекомендації, для визначення найбільш ефективних рішень.

**Наукова новизна** дослідження полягає у визначенні класу енергоефективності житлового будинку «Круглий дім» (вул. Незалежної України 31, Запоріжжя), а також у розробці й аналізу рекомендацій щодо впровадження алгоритму енергозберігаючих та енергоефективних технологій в будівництві, враховуючи сучасний соціально-економічний контекст.

**Практична цінність.** Матеріали дипломного дослідження можуть бути використані під час подальших наукових розробок, викладання вузівських курсів, пов'язаних з дослідженням енергоаудиту, при написанні курсових та дипломних робіт студентами факультету енергетики, електроніки та інформаційних технологій.

**Апробація.** Матеріали магістерської роботи були представлені та обговорені на наукових конференціях: основних положень і висновків дослідження здійснювалась таким чином: XXIV Науково-технічна конференція студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів, м. Запоріжжя, 2019; Загальноуніверситетська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука-2020», м. Запоріжжя, 2020; 5-та Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики - 2020», м. Херсон, 2020; XXV Науково-технічна конференція студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів Інженерного навчально-наукового інституту, м. Запоріжжя, 2020.

**Структура.** Магістерська робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку використаних джерел посилань, додатків. Загальний обсяг дипломної роботи складає 128 сторінки, 33 таблиці, 26 рисунків, перелік використаних джерел посилань з 63 найменувань, 4 додатка.



## 1 ЗБІР ДАНИХ ТА АНАЛІЗ ФАКТИЧНОГО СПОЖИВАННЯ

### 1.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження

Основна функція ОСББ «Круглий дім» – постійне чи тимчасове проживання людей. Головний фасад показано на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – ОСББ «Круглий дім»

Для надання рекомендацій зі зменшення енергоспоживання потрібно провести розрахунки енергоспоживання будівлею, були зібрані основні данні о конструкціях, системах будівлі, кількості проживаючих людей, які енергоресурси споживає будівля, фактичні температури у приміщенні, та фактичне споживання теплової енергії.

Огороджуючі конструкції були класифіковані, для кожної з них, згідно методики, яка описана у ДСТУ Б А.2.2-12:2015, було зібрані розміри, матеріали конструкцій, орієнтація, затінення та визначено з яким об'ємом граничить конструкція.

Основні данні про житлову будівлю відображені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні дані про об'єкт обстеження

Назва установи	ОСББ «Круглий дім»
Призначення будівлі	Житлова будівля
Адреса	м. Запоріжжя, вул. Незалежної України, буд. 31
Години роботи	Пн-Пт: 0-24; Сб: 0-24; Нд: 0-24.
Кількість жильців	240
Рік будівництва	1938
Основні конструктивні рішення огорожень	Капітальна будівля з цегляними стінами з залізобетонним перекриттям
Кількість входів	28
Кількість поверхів	5

Загальна характеристика будівлі, представлена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Загальна характеристика будівлі

Опалювальна площа, м <sup>2</sup>	11340
Загальна площа, м <sup>2</sup>	14445
Опалювальний об'єм, м <sup>3</sup>	38556
Загальний об'єм, м <sup>3</sup>	52547
Об'єм призначений для вентиляції, м <sup>3</sup>	38556
Площа першого поверху, м <sup>2</sup>	3091
Периметр першого поверху, м	1932
Габаритна довжина будівлі, м	304
Висота будівлі, м	17
Висота типового поверху, м	3,4
Розрахункова температура внутрішнього повітря для опалення, °С	20
Розрахункова температура внутрішнього повітря для охолодження, °С	26
Фактична температура внутрішнього повітря для опалення, °С	21
Внутрішня теплоємність будівлі, Вт*год/(м <sup>2</sup> *К)	80
Коефіцієнт скління фасадів будинку	0,155
Показник компактності будинку, м <sup>-1</sup>	0,406
Джерело системи опалення	Теплові мережі
Джерело системи гарячого водопостачання	Теплові мережі
Наявність домових лічильників: - тепловий - електроенергії - гарячої води - холодної води	наявний відсутній відсутній відсутній

### 1.1.1 Розподіл опалювальних та неопалювальних зон будівлі

Згідно ДСТУ Б А.2.2-12:2015 визначають опалювальні та неопалювальні площі будівлі. Опалювальну площу визначають за внутрішніми габаритними розмірами огорожувальних конструкцій кондиціонованого об'єму, включаючи площу внутрішніх стін та перегородок, що розділяють приміщення, які входять до кондиціонованого об'єму. Некондиціонованим об'ємом є неопалюване (холодне) горище, неопалювані технічні приміщення та неопалювана сходові клітка. Зонування графічно зображено у Додатку А – Зонування будівлі.

### 1.1.2 Опис огорожуючих конструкцій будівлі

Згідно зонування складаємо опис огорожуючих конструкцій будівлі які межують з зовнішнім середовищем, та некондиціонованими об'ємами.

Огорожуючі конструкції поділяються на світлопрозорі конструкції, вхідні двері, неопалювальне горище, зовнішні стіни та стіни що межують з неопалювальним об'ємом, еркери, підлога по ґрунту та неопалювальний підвал. Усі конструкції та їх характеристики зібрані у таблиці у додатку Б – Опис огорожуючих конструкцій.

### 1.1.3 Характеристика приладів освітлення

Для освітлення в темний час доби прибудинкової території використовується світлодіодні освітлювальні прилади потужністю 30 Вт, у кількості 28 шт. Для освітлення сходових клітинок використовуються світлодіодні лампи потужністю 10 Вт, у кількості 70 шт, та 42 шт світлодіодних ламп потужністю 5 Вт, для освітлення не опалювальних приміщень (технічного підпілля).

## 1.2 Нормативні кліматичні показники

Для розрахунку витрат теплової енергії через трансмісію, вентиляцію, та сонячного теплонадходження для опалення та кондиціонування, визначеного згідно ДСТУ Б А.2.2-12, необхідні наступні кліматичні дані:

- середня місячна температура зовнішнього повітря, °С;
- середній місячний абсолютний вологовміст зовнішнього повітря, г/кг;
- переважний напрям вітру та його середня швидкість у січні місяці;
- архітектурно-будівельний кліматичний район;
- температурна зона;
- розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;
- середня температура за опалювальний період, °С;
- кількість днів опалювального періоду.

Згідно розрахункового методу, нормативні кліматичні параметри були визначені на підставі даних представлених у стандарті, що установлює кліматичні характеристики ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Нормативні кліматичні параметри приведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Нормативні кліматичні параметри

Найменування	Показники
Кліматичний район	II
Температурна зона	II
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °С	-21
Середня температура за опалювальний період, °С	0,6
Кількість днів опалювального періоду	166
Переважний напрям вітру у січні	Захід
Швидкість вітру у січні, м/с	2,7

Тривалість часових інтервалів та помісячні кліматичні показники для міста Запоріжжя приведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Тривалість часових інтервалів та помісячні показники для міста  
Запоріжжя

Період	Кількість днів	Кількість годин	Середньомісячна температура, °С	Абсолютна вологість, г/м <sup>3</sup>
Січень	31	744	-5,9	2,4
Лютий	28	672	-4,9	2,5
Березень	31	744	-0,1	3,5
Квітень	30	720	8	5,3
Травень	31	744	14,4	7,4
Червень	30	720	17,6	9,7
Липень	31	744	19,2	10,8
Серпень	31	744	18,1	10,1
Вересень	30	720	12,9	7,9
Жовтень	31	744	6,9	5,7
Листопад	30	720	1	4,2
Грудень	31	744	-3,5	3

### 1.3 Енергетичний баланс на рівні будівлі

#### 1.3.1 Теплопередача трансмісією

##### 1.3.1.1 Помісячна теплопередача трансмісією

Сумарну теплопередачу трансмісією  $Q_{tr}$ , кВт\*год, розрахована для кожного місяця за формулою:

- для опалення

$$Q_{tr} = N_{tr,adj} * (\theta_{int,set.H} - \theta_e) * t = 17716,3 * (20 - (-3,5)) * 744 = 309\,752 ;$$

- для охолодження

$$Q_{tr} = N_{tr,adj} * (\theta_{int,set.C} - \theta_e) * t = 17716,3 * (26 - (-3,5)) * 744 = 314743 ,$$

де  $N_{tr,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією, Вт/К, встановлено для різниці температур всередині-ззовні;

$\theta_{int,set.H}$  – задана температура будівлі для опалення, °С;

$\theta_{int,set.C}$  – задана температура будівлі для охолодження, °С;

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

$t$  – тривалість місяця для якого проводили розрахунок, год.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією  $N_{tr,adj}$ , Вт/К, розраховано за формулою

$$N_{tr,adj} = N_D + N_g + N_U + N_A = 8459,12 + 2038,79 + 2910,94 + 3017,58 + \\ + 1289,87 + 958,49 = 17716,3 ,$$

де  $N_D$  – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

$H_g$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

$H_U$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

$H_A$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі до суміжної будівлі, Вт/К.

В загальному випадку  $H_x$ , що відображає  $H_D$ ,  $H_g$ ,  $H_U$ ,  $H_A$ , складається з трьох доданків та розраховано за формулою

$$H_x = b_{tr,x} * \sum_i A_i * U_i = 1 * 9807,8 * 1,16 = 8459,12 ,$$

де  $A_i$  – площа і-го елемента оболонки будівлі, м<sup>2</sup>;

$U_i$  – приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м<sup>2</sup>\*К), що становить  $U_i = 1/R_{\Sigma pri}$ ;

$R_{\Sigma pri}$  – приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м<sup>2</sup>\*К/Вт, що для непрозорих елементів визначено згідно з ДСТУ Б В.2.6-189. Для світлопрозорих елементів приймається за відповідними стандартами;

$b_{tr,x}$  – поправочний коефіцієнт, що становить:

-  $b_{tr,x} = 1$  – при розрахунках  $H_D$ ;

-  $b_{tr,x} \neq 1$  – при розрахунках  $H_U$ ,  $H_A$ ,  $H_g$ , значення визначено згідно

особливої методики описаної в ДСТУ Б А.2.2-12.

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначено та наведено у таблиці 1.5. Значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією визначені, як для режиму опалення так і для режиму охолодження.

Таблиця 1.5 – Характеристика теплопередачі трансмісією

Вид огорожувальної конструкції	A, м <sup>2</sup>	R, м <sup>2</sup> *К/Вт	U <sub>i</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	ΔU <sub>i</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	b <sub>tr,x,H</sub>	b <sub>tr,x,C</sub>	H <sub>tr,adj,H</sub> , Вт/К	H <sub>tr,adj,C</sub> , Вт/К
Зовнішні стіни	9876,8	0,86	1,16	0,075	1	1	8719	7681
Горищне перекриття неопалювального горища	3090,92	1,52	0,66	-	1	1	2039	0
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	2830,8	0,77	1,30	-	1	1	1686	1686
Світлопрозорі конструкції	1295	0,45	2,22	-	1	1	2790	3003
Вхідні двері	264	0,42	2,38	-	1	1	388	0
Підлога по ґрунту	1188,6	0,77	1,3	-	1	1	958	958

$$H_{tr,adj,H} = H_D + H_g + H_U + H_A =$$

$$= 8719 + 2039 + 1686 + 2790 + 388 + 958 = 16580 ,$$

$$H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_U + H_A =$$

$$= 7681 + 0 + 1686 + 3003 + 0 + 958 = 13328.$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована для кожного місяця і зведена у таблицю 1.6, для періоду опалення та охолодження.



Таблиця 1.6 – Сумарна теплопередача трансмісією для кожного місяця

Місяць	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	t, год	Опалення		Охолодження	
			$\theta_{\text{int,set.H}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{tr}}, \text{кВт*год}$	$\theta_{\text{int,set.C}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{tr}}, \text{кВт*год}$
Січень	-3,5	744	20	289885	26	292523
Лютий	-2,6	672	20	251804	26	256153
Березень	2	744	20	222039	26	237985
Квітень	10,1	720	20	118182	26	152579
Травень	16,4	744	20	44408	26	95194
Червень	20,2	720	20	0	26	55658
Липень	22,4	744	20	0	26	35698
Серпень	21,4	744	20	0	26	45614
Вересень	16,2	720	20	45363	26	94042
Жовтень	9,6	744	20	128289	26	162623
Листопад	3,5	720	20	196970	26	215914
Грудень	-1,1	744	20	260279	26	268724

Розрахунок теплотехнічних параметрів зовнішніх стін ведеться на основі отриманих характеристик конструкції, матеріал та товщина прошарків, площа, орієнтації та затінення фасаду. Результати розрахунку для кожного елемента зведені у додатку у таблиці В.1., додатку В.

Розрахунок теплотехнічних параметрів світлопрозорих конструкцій віконних та дверних блоків проводиться по характеристикам, що приймаються за відповідними стандартами та за особливостями місця встановлення, а саме: орієнтація та затінення, розмір та площа, матеріал непрозорої частини та тип скління, їх приведений опір теплопередачі та частка обрамлення. Результати розрахунку для кожного елемента світлопрозорих конструкцій зведені у таблиці В.2., додатку В.

### 1.3.1.2 Теплопередача через дах

Розрахунок теплотехнічних параметрів перекриття та покриття даху проводиться на основі зібраних даних під час обстеження, а саме: тип даху, конструкція покриття чи перекриття. По всій площі даху, будівля граничить через перекриття з неопалювальним горищем. Результати теплотехнічного розрахунку зведено у таблицю 1.7.

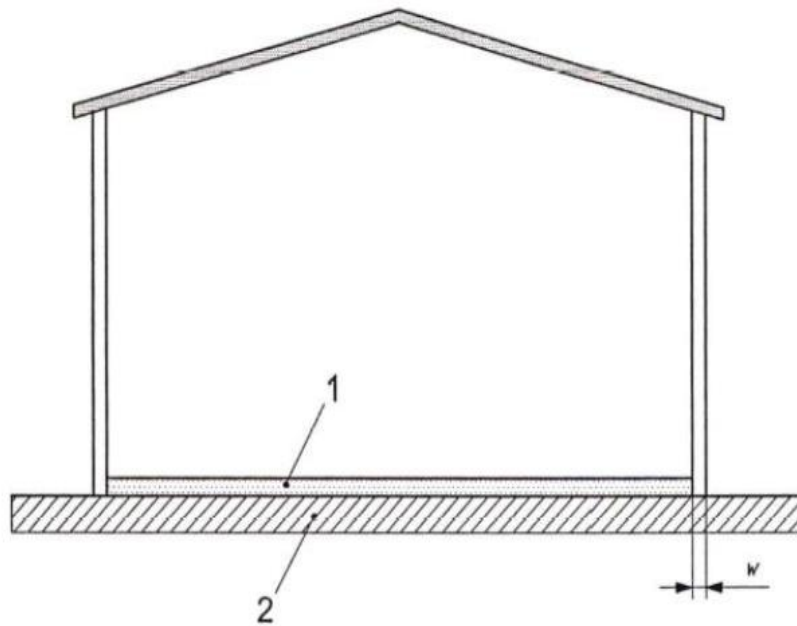
Таблиця 1.7 – Теплотехнічні параметри холодного горища

Конструкція даху	Площа, м <sup>2</sup>	Товщина перекриття/покриття, м	Термічний опір, м <sup>2</sup> *К/Вт	U <sub>i</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	ΔU <sub>i</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	b <sub>tr,x,H</sub>	b <sub>tr,x,C</sub>	H <sub>tr,adj,H</sub> , Вт/К	H <sub>tr,adj,C</sub> , Вт/К
Перекриття неопалювального горища	3090,92	-	1,52	0,658	0,075	1	0	2038,79	0

### 1.3.1.3 Теплопередача стаціонарного стану через ґрунт

Для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання вимогам будівельних норм як стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту було використовувано значення  $H_g$ , що розраховано згідно ДСТУ Б А.2.2-12, та була знехтувана поправка на різницю температур (значення ( $b_{tr,x} = 1$ )). Підлога приміщень будівлі виконана по ґрунту та перекриттям над техпідпіллям.

Приклад підлоги по ґрунту зображено на рисунку 1.2.



1 – шар підлоги; 2 – ґрунт; w – товщина зовнішніх стін

Рисунок 1.2 – Будинок з підлогою по ґрунту

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту  $U$ , Вт/(м<sup>2</sup>\*К), визначено за формулами:

– якщо  $d_t < B'$  (неізольована або посередньо ізольована підлога)

$$U = \frac{2 * \lambda}{\pi * B' + d_t} * \ln \left( \frac{\pi * B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 * 2}{\pi * 4,69 + 2,576} * \ln \left( \frac{\pi * 4,69}{2,576} + 1 \right) = 0,44,$$

– якщо  $d_t \geq B'$  (добре ізольована підлога)

$$U = \frac{\lambda}{0,457 * B' + d_t},$$

де  $B'$  – характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги розраховано за формулою

$$B' = \frac{A}{0,5 * P} = \frac{1188,6}{0,5 * 506,4} = 4,69 ,$$

$d_t$  – еквівалентна товщина підлоги, яку розраховано за формулою

$$d_t = w + \lambda * (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,61 + 2 * (0,17 + 0,77 + 0,043) = 2,576 ,$$

де  $A$  – площа підлоги,  $m^2$ ;

$P$  – зовнішній периметр підлоги,  $m$ ;

$w$  – загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари,  $m$ ;

$\lambda$  – теплопровідність ґрунту,  $Вт/(м*К)$ ;

$R_{si}$  – тепловий внутрішній поверхневий опір,  $м^2*К/Вт$ ;

$R_f$  – термічний опір підлоги включаючи всі шари,  $м^2*К/Вт$ ;

$R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір,  $м^2*К/Вт$ .

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту  $H_g$ ,  $Вт/К$ , розраховано за формулою

$$H_g = A * U + P * \Psi_g = 1188,6 * 0,44 + 506,4 * 0,86 = 958,49 ,$$

де  $A$  – площа підлоги,  $m^2$ ;

$U$  – коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту,  $Вт/(м^2*К)$ ;

$P$  – зовнішній периметр підлоги,  $m$ ;

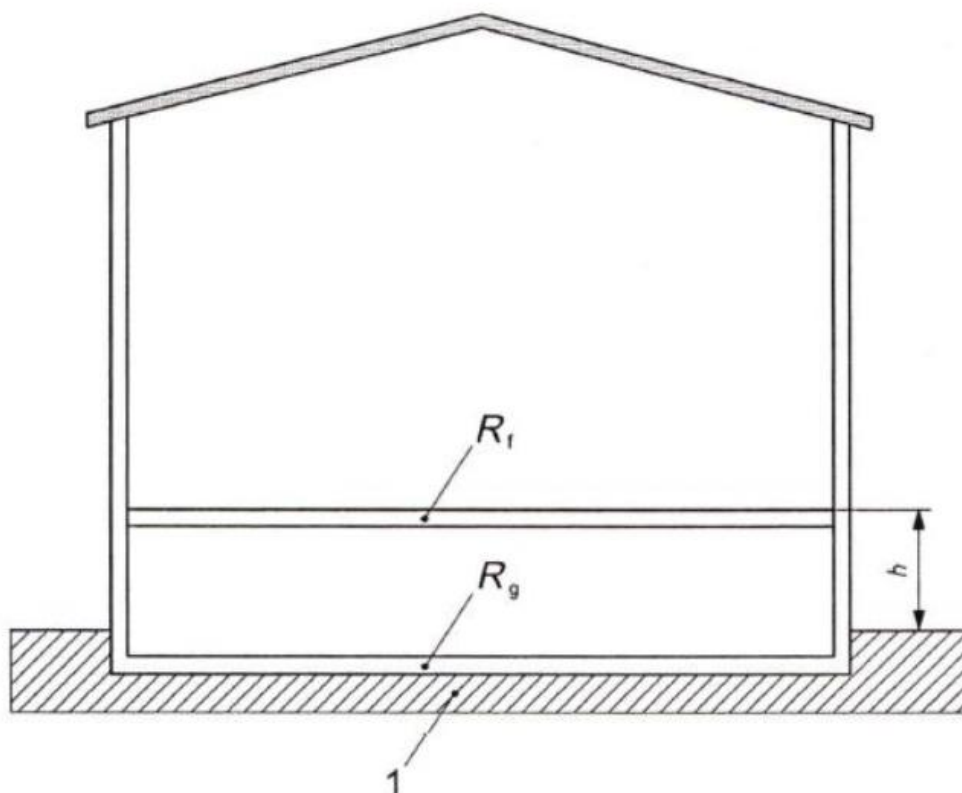
$\Psi_g$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту із зовнішньою стіною,  $Вт/(м*К)$ ; визначають за даними згідно з ДСТУ Б В.2.6-189.

Розрахунок теплотехнічних параметрів підлоги по ґрунту зведено у таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 – Теплотехнічні параметри та розміри підлоги по ґрунту

Тип	$R_{si}$	$R_f$	$R_{se}$	$B'$	$d_t$	$U$	$\Psi_g$	$H_g$
Підлога по ґрунту	0,17	0,77	0,043	4,69	2,576	0,44	0,86	958,49
Перекриття над не опалювальним підвалом	0,17	0,77	0,043	4,52	2,576	0,43	1,05	425,57

Приклад технічного підпілля зображено на рисунку 1.3.



1- ґрунт;  $R_f$  – термічний опір перекриття над технічним підпіллям;  $R_g$  – термічний опір підлоги по ґрунту

Рисунок 1.3 – Будинок з технічним підпіллям

Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля  $U$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначають з формули

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x},$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}} = \frac{1}{\frac{1}{1,3} + \frac{1}{0,45 + 0,19}} = 0,43,$$

де  $U_f$  – коефіцієнт теплопередачі перекриття над технічним підпіллям, Вт/(м<sup>2</sup>·К)

(між внутрішнім середовищем та простором технічного підпілля);

$U_g = \frac{1}{R_g}$  – коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$U_x$  – еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем, обумовлений тепловим потоком через зовнішні стіни та вентиляцію технічного підпілля, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту  $U_g$  визначають, використовуючи формули:

$$B' = \frac{A}{0,5 * P} = \frac{475,44}{0,5 * 210,6} = 4,52;$$

$$d_t = w + \lambda * (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,61 + 2 * (0,17 + 0,77 + 0,043) = 2,576;$$

$$U_g = \frac{2 * \lambda}{\pi * B' + d_g} * \ln \left( \frac{\pi * B'}{d_g} + 1 \right) = \frac{2 * 2}{\pi * 4,52 + 2,576} * \ln \left( \frac{\pi * 4,52}{2,576} + 1 \right) = 0,45,$$

де  $R_f$  – термічний опір підлоги технічного підпілля, м<sup>2</sup>·К/Вт.

Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем  $U_x$  визначають за формулою

$$U_x = 2 * \frac{h * U_w}{B'} + 1450 * \frac{\varepsilon * v * f_w}{B'} =$$

$$= 2 * \frac{0,3 * 1,3}{4,52} + 1450 * \frac{0,001 * 2,7 * 0,02}{4,52} = 0,43 ,$$

де  $h$  – висота від відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям, м;

$U_w$  – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\varepsilon$  – площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору, м<sup>2</sup>/м;

$v$  – середня швидкість вітру, м/с, визначають згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27, як середня швидкість вітру за переважним напрямом в січні;

$f_w$  – ступінь вітрозахисту, що визначається згідно з таблицею 1.9.

Таблиця 1.9 – Значення коефіцієнтів вітрозахисту

Розташування	Приклад	Коефіцієнт вітрозахисту, $f_w$
Закритий простір	Центр міста	0,02
Середньо захищений простір	Передмістя	0,05
Відкритий простір	Сільська місцевість	0,10

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту  $H_g$ , Вт/К, розраховують за формулою

$$H_g = A * U + P * \Psi_g = 475,44 * 0,43 + 210,6 * 1,05 = 425,57.$$

Розрахунок теплотехнічних параметрів підлоги по ґрунту зведено у таблицю 1.8.

### 1.3.2 Теплопередача вентиляцією

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт\*год розраховано для кожного місяця за формулами:

- для опалення

$$Q_{ve} = N_{ve,adj} * (\Theta_{int,set.H} - \Theta_e) * t = 7656 * (20 - (-3,5)) * 744 = 133858 ;$$

- для охолодження

$$Q_{ve} = N_{ve,adj} * (\Theta_{int,set.C} - \Theta_e) * t = 7656 * (26 - (-3,5)) * 744 = 168034 ,$$

де  $N_{ve,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

$\Theta_{int,set.H}$  – задана температура зони будівлі для опалення, °С;

$\Theta_{int,set.C}$  – задана температура зони будівлі для охолодження, °С;

$\Theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

$t$  – тривалість місяця, для якого проводиться розрахунок, год;

$i=1$  до  $N$  – крок розрахунку в добах ( $N = 31$  для січня).

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $N_{ve,adj}$ , Вт/К, розраховано за формулою

$$N_{ve,adj} = \rho_a c_a * \left( \sum_k b_{ve,k} * q_{ve,k,mn} \right) = 0,33 * (1 * 23199) = 7656 ,$$

де  $\rho_a c_a$  – теплоємність повітря одиниць об'єму дорівнює 0,33 Вт\*год/(м<sup>3</sup>\*К);

$q_{ve,k,mn}$  – усереднена за часом витрата повітря від  $k$ -го елемента, м<sup>3</sup>/год;

$b_{ve,k}$  – температурний поправочний коефіцієнт для  $k$ -го елемента повітряного потоку.



Усереднену за часом витрату повітря  $k$ -го елемента повітряного потоку  $q_{ve,k,mn}$ ,  $m^3/год$ , розраховано за формулою

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} * q_{ve,k} = 0,67 * 34624,8 = 23199 ,$$

де  $q_{ve,k}$  – витрата повітря  $k$ -го елемента повітряного потоку,  $m^3/год$ , визначають за проектними даними;

$f_{ve,t,k}$  – частка роботи  $k$ -го елемента повітряного потоку, розрахована як частка від загальної кількості годин на добу (повний час:  $f_{ve,t,k} = 1$ ), яку визначають з того ж джерела, що і  $q_{ve,k}$ .

Сукупна витрата повітря від механічної та природньої вентиляції (інфільтрації) визначається згідно з ДСТУ Б EN 15251. Вентиляція приміщення здійснюється у природнім шляхом. Вона відбувається через нещільності у огорожуючих конструкціях та відкриття квартирок та вікон жителями будинку. Сукупна витрата повітря дорівнює загальній нормі вентиляції для приміщення та визначається за наступною формулою

$$q_{ve,k} = q_{tot} * \frac{3600}{1000} = (n * q_p + A * q_b) * \frac{3600}{1000} = (240 * 7 + 11340 * 0,7) * \frac{3600}{1000} = 34624,8 ,$$

де  $q_{tot}$  – загальна норма вентиляції приміщення, л/с;

$n$  – проектне значення кількості людей у приміщенні;

$q_p$  – норма вентиляції для мешканців розрахована на особу, л/с;

$A$  – загальна площа приміщення,  $m^2$ ;

$q_b$  – норма вентиляції для викидів від будинку, л/(с\* $m^2$ )

При вентиляції без попереднього підігріву/охолодження та без утилізації теплоти температуру припливного повітря  $\theta_{sup,k}$  приймають такою, що дорівнює середньомісячній температурі зовнішнього середовища  $\theta_e$ . Внаслідок цього

температурний поправочний коефіцієнт  $b_{ve,k}$ , для витрати потоку повітря від зовнішнього середовища дорівнює  $b_{ve,k} = 1$ .

У випадку вентиляції з інфільтрацією від суміжного некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу температурний поправочний коефіцієнт приймають  $b_{ve,k} = 0$ .

Метод розрахунку, встановлений стандартом, не враховує наявність вентиляції від суміжних будівель. У цьому випадку температурний поправочний коефіцієнт приймають  $b_{ve,k} = 0$ .

При розрахунках системи вентиляції за потребою (систем зі змінною витратою повітря, системи що працюють за показами  $CO_2$ , тощо) допускається зниження величини повітряного потоку на 20 % відносно величини мінімального повітрообміну.

Результати розрахунків узагальнених коефіцієнтів теплопередачі вентиляцією зведено у таблицю 1.10, та сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт\*год зведено у таблицю 1.11.

Таблиця 1.10 – Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

Елементи вентиляції	Тепло-утилізаційна установка	$\eta_{hru}$	$f_{ve,frac,k}$	$b_{ve,k}$	Наявність датчику $CO_2$	$Q_{ve}$	$f_{ve,t}$	$Q_{ve,mn}$	$H_{ve,adj}$
Природня вентиляція	відсутня	-	-	1	відсутній	34624,8	0,67	23199	7656

Таблиця 1.11 – Помісячна сумарна теплопередача вентиляцією для опалення та охолодження

Місяць	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	t, год	Опалення		Охолодження	
			$\theta_{\text{int,set.H}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{ve}}$	$\theta_{\text{int,set.C}}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{ve}}$
Січень	-3,5	744	20	133858	26	168034
Лютий	-2,6	672	20	116273	26	147142
Березень	2	744	20	102529	26	136706
Квітень	10,1	720	20	54572	26	87646
Травень	16,4	744	20	20506	26	54682
Червень	20,2	720	20	0	26	31971
Липень	22,4	744	20	0	26	20506
Серпень	21,4	744	20	0	26	26202
Вересень	16,2	720	20	20947	26	54021
Жовтень	9,6	744	20	59239	26	93415
Листопад	3,5	720	20	90953	26	124027
Грудень	-1,1	744	20	120187	26	154363

### 1.3.3 Внутрішні теплонадходження

Внутрішні теплонадходження, теплонадходження від внутрішніх теплових джерел, включаючи від'ємні теплонадходження (розсіяна теплота від внутрішнього середовища до холодних джерел або «стоки»), складаються з будь якої теплоти, що створюється у кондиціонованому об'ємі внутрішніми джерелами, крім тої, що навмисно використовується для опалення, охолодження або ГВП.

Внутрішні теплонадходження включають:

- метаболічну теплоту від людей та розсіану теплоту від обладнання;
- теплоту, розсіану від освітлювальних приладів;
- теплоту, розсіану від або поглинуту системами гарячої і водопровідної води та каналізації;

- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами опалення, охолодження та вентиляції;
- теплоту від або до процесів та продукції.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, розглядається,  $Q_{int}$ , Вт\*год, для визначеного місяця розраховано за формулою

$$Q_{int} = \left( \sum_k \Phi_{int,mn,k} * A_f \right) * t = ((1,8 + 2 + 2) * 11340) * 496 = 32623 ,$$

де  $\Phi_{int,mn,k}$  - усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_f$  - кондиціонована площа зони будівлі, м<sup>2</sup>;

$t$  - тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

Методика ДСТУ Б А.2.2-12 визначає, що до уваги взяті наступні теплонадходження:

- внутрішній тепловий потік від людей  $\Phi_{int,0c}$ ;
- внутрішній тепловий потік від освітлення  $\Phi_{int,L}$ ;
- внутрішній тепловий потік від обладнання  $\Phi_{int,A}$ .

Типові дані щодо внутрішніх теплонадходжень наведені у методиці ДСТУ Б А.2.2-12. За ними внутрішні теплонадходження для житлової будівлі склали: метаболічна теплота  $\Phi_{int,0c}=2,7$  Вт/м<sup>2</sup>; від освітлення  $\Phi_{int,L}=7,0$  Вт/м<sup>2</sup>; від обладнання  $\Phi_{int,A}=6$  Вт/м<sup>2</sup>.

### 1.3.4 Сонячні теплонадходження

#### 1.3.4.1 Методика розрахунку

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та визначається орієнтацією сприймаючих поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням

сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймаючих поверхонь. Коефіцієнт, що включає характеристики та площу сприймаючих поверхонь (включно з впливом затінення), називається еквівалентною площею інсоляції.

#### 1.3.4.2 Загальні сонячні теплонадходження

Теплонадходження від сонця до будівлі,  $Q_{sol}$ , Вт\*год, розраховано за формулою

$$Q_{sol} = \left( \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) * t = 5,14 * 744 = 3826,22 ,$$

де  $\Phi_{sol,mn,k}$  – усереднений за часом тепловий потік від k-го джерела сонячного випромінювання, кВт;

t – тривалість місяця, що розглядається, виражена у годинах.

#### 1.3.4.3 Елементи сонячних теплонадходжень

Сонячні теплонадходження визначають, базуючись на еквівалентних площах інсоляції відповідних світлопрозорих елементів будівлі та на поправках до затінення сонця зовнішніми перешкодами. Також тут надано коригування для теплової радіації до атмосфери.

Сприймаючі площі, які беруть до уваги, – це скління (включаючи будь-які об'єднанні чи додані засоби сонячного затінення). Характеристики залежать від клімату, часу та факторів розташування, таких як положення сонця та співвідношення між прямою та розсіяною сонячною радіацією. Тому, взагалі характеристики змінюються у часі, як погодинно, так і за рік. Як наслідок, адекватні середні чи традиційні значення необхідно вибирати так, щоб відповідати меті розрахунку (опалення, охолодження та/чи літній комфорт).

Сонячні теплонадходження через k-ий елемент будівлі  $\Phi_{sol,mn,k}$ , Вт, визначають за формулою

$$\Phi_{\text{sol,mn,k}} = F_{\text{sh,ob,k}} * A_{\text{sol,k}} * I_{\text{sol,k}} - F_{\text{r,k}} * \Phi_{\text{r,k}} = 1 * 2,59 * 66 - 0,5 * 213,81 = 64,1,$$

де  $F_{\text{sh,ob,k}}$  – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k-ої поверхні;

$A_{\text{sol,k}}$  – еквівалентна площа інсоляції k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м<sup>2</sup>,

$I_{\text{sol,k}}$  – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м<sup>2</sup>;

$F_{\text{r,k}}$  – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають:  $F_{\text{r}} = 1$  – для незатіненого горизонтального даху,  $F_{\text{r}} = 0,5$  – для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{\text{r,k}}$  – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосфері від k-го елемента будівлі, Вт.

Еквівалентну площу інсоляції застеленого елемента оболонки (наприклад, вікна), м<sup>2</sup>, розраховано за формулою

$$A_{\text{sol}} = F_{\text{sh,gl}} * g_{\text{gl}} * (1 - F_{\text{F}}) * A_{\text{w,p}} = 1 * 0,675 * (1 - 0,3) * 82,3 ,$$

де  $F_{\text{sh,gl}}$  – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів. У випадку відсутності засобів рухомого затінення  $F_{\text{sh,gl}} = 1$ ;

$g_{\text{gl}}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента, визначений;

$F_{\text{F}}$  – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції застеленого елемента;

$A_{\text{w,p}}$  – загальна площа проекції застеленого елемента (наприклад, площа вікна), м<sup>2</sup>.

Через те, що осереднений за часом загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії – це параметр, значення якого дещо нижче за  $g_n$ , то для його обчислення використовують поправочний коефіцієнт  $F_w$ , як наведено у формулі

$$g_{gl} = F_w * g_n = 0,75 * 0,9 = 0,675 ,$$

де  $F_w$  – поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають  $F_w = 0,90$ .

У випадку наявності постійно закритої завіси (наприклад, нерухомої) всередині чи ззовні приміщення зменшується загальне пропускання сонячного випромінювання. В цьому випадку, щоб визначити загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління з постійною завісою загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління необхідно помножити на понижувальний коефіцієнт.

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховано за формулою

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} * R_{se} * U_c * A_c = 0,6 * 0,043 * 0,41 * 245 = 2,59 ,$$

де  $\alpha_{s,c}$  – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною;

$R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м<sup>2</sup>·К/Вт, приймають 0,043 м<sup>2</sup>·К/Вт;

$U_c$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup>·К); для фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком та вентиляльованих горіщних покриттів значення необхідно помножити на коефіцієнт 0,04;

$A_c$  – площа проекції непрозорої частини, м<sup>2</sup>.

#### 1.3.4.4 Елементи затінення

Понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення  $F_{sh,gl}$  розраховано за формулою

$$F_{sh,gl} = \frac{[(1 - f_{sh,with}) * g_{gl} + f_{sh,with} * g_{gl+sh}]}{g_{gl}} = \frac{[(1 - 0) * 0,68 + 0 * 0,68]}{0,68} = 0,68,$$

де  $g_{gl}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за відсутності сонячного затінення;

$g_{gl+sh}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення, визначають множенням на понижувальний коефіцієнт, що залежить від типу рухомого затінення;

$f_{sh,with}$  – зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується, наприклад, як функція інтенсивності падаючого сонячного випромінювання (яка залежить від клімату, сезону та орієнтації).

Понижувальний коефіцієнт зовнішнього затінення  $F_{sh}$  який знаходиться в межах від 0 до 1, показує зниження кількості падаючого сонячного випромінювання через постійне затінення поверхні, що розглядається, яке спричиняється:

- іншими будівлями;
- топографією (пагорбами, деревами тощо);
- звисами;
- іншими елементами самої будівлі;
- зовнішніми частинами стіни, куди встановлений застклений елемент.

Понижувальний коефіцієнт затінення необхідно розраховувати за формулою

$$F_{sh} = F_{hor} * F_{ov} * F_{fin} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

де  $F_{hor}$  – частковий поправочний коефіцієнт затінення горизонту;

$F_{ov}$  – частковий поправочний коефіцієнт затінення для звисів;



$F_{fin}$  – частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер. Якщо ребра знаходяться з двох боків від вікна, то відповідні значення з таблиць перемножуються.

Приклади кутів затінення зображено на рисунку 1.4 та 1.5.

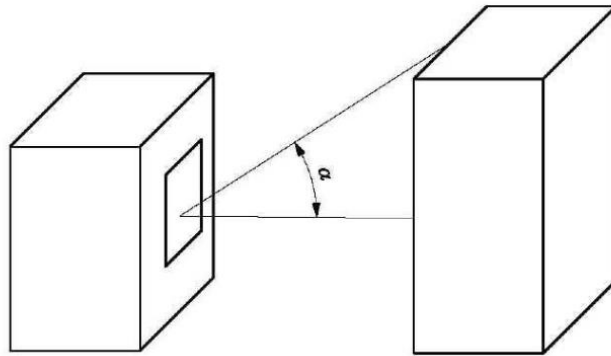
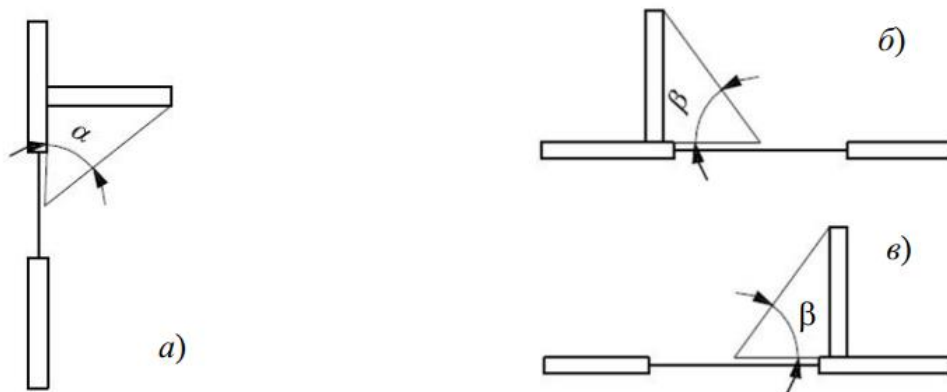


Рисунок 1.4 – Кут затінення від протилежних будинків та рельєфу,  $\alpha$



а – звіс; б – ребро зліва від вікна; в – ребро справа від вікна

Рисунок 1.5 – Кути затінення від звисів та ребер

### 1.3.4.5 Теплове випромінювання в атмосферу

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі  $\Phi_r$ , Вт, визначають за формулою

$$\Phi_r = R_{se} * U_c * A_c * h_r * \Delta\theta_{er} = 0,043 * 0,41 * 245 * 5 * 0,9 * 11 = 213,81 ,$$

де  $R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини,  $m^2 \cdot K / Wt$ , приймають  $R_{se} = 0,043 m^2 \cdot K / Wt$ ;

$U_c$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини,  $Wt / (m^2 \cdot K)$ ;

$A_c$  – площа проекції елемента,  $m^2$ ;

$h_r$  – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні,  $Wt / (m^2 \cdot K)$ , при першому  $h_r$  наближенні приймають  $5 * \varepsilon Wt / (m^2 \cdot K)$ , що відповідає середній температурі  $10 \text{ }^\circ C$ ;

$\varepsilon$  – коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження;

$\Delta\theta_{er}$  – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери,  $^\circ C$ , для помірних широт приймають  $\Delta\theta_{er} = 11 K$ .

### 1.3.5 Помісячні теплонадходження

Результати розрахунку теплонадходжень зведено у таблицю 1.12.

Таблиця 1.12 – Помісячні теплонадходження

Місяць	$Q_{int}$ , кВт*год	$A_{sol}$ , м <sup>2</sup> (для світлопрозорих)								$A_{sol}$ , м <sup>2</sup> (для непрозорих)								$F_{sh,ob} * A_{sol} * I_{sol}$ , Вт	$F_r * \Phi_r$ , Вт	$\Phi_{sol}$ , Вт	$Q_{sol}$ , кВт*год
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ				
Січень	32623	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	20902	15760	5143	3826
Лютий	29466	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	34568	15760	18809	12639
Березень	32623	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	49714	15760	33954	25262
Квітень	31571	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	62981	15760	47222	34000
Травень	32623	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	79888	15760	64128	47712
Червень	31571	61,1	139,2	72,1	73,5	51,9	77,1	60,0	53,5	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	81988	15760	66228	47684
Липень	32623	61,3	139,2	71,0	71,3	50,0	76,0	59,8	53,3	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	78525	15760	62766	46698
Серпень	32623	62,1	139,2	70,7	70,1	50,2	74,5	59,1	53,7	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	69560	15760	53800	40027
Вересень	31571	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	59832	15760	44073	31732
Жовтень	32623	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	37773	15760	22013	16378
Листопад	31571	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	18349	15760	2590	1865
Грудень	32623	62,9	139,2	72,6	75,7	56,9	90,7	71,1	60,6	20,4	131,5	22,4	23,0	20,7	31,5	23,9	23,2	13979	15760	-1781	-1325

### 1.3.6 Динамічні параметри

#### 1.3.6.1 Методика розрахунку

Динамічний метод моделює теплові опори, теплоємності, теплонадходження від сонця та внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі.

У методиці згідно з цим стандартом, динамічні впливи враховують шляхом введення коефіцієнта використання надходжень для опалення та коефіцієнта використання втрат для охолодження.

#### 1.3.6.2 Коефіцієнт використання надходжень для опалення

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення  $\eta_{H,gn}$  – це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти,  $\gamma_H$ , та числового параметра  $a_H$ , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах:

- якщо  $\gamma_H > 0$  та  $\gamma_H \neq 1$ :  $\eta_{H,gn} = \frac{1-\gamma_H^{a_H}}{1-\gamma_H^{a_H+1}}$ ;
- якщо  $\gamma_H = 1$ :  $\eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H+1}$ ;
- якщо  $\gamma_H < 0$  та  $Q_{H,gn} > 0$ :  $\eta_{H,gn} = 1/\gamma_H$ ;
- якщо  $\gamma_H \leq 0$  та  $Q_{H,gn} \leq 0$ :  $\eta_{H,gn} = 1$ ;
- при  $\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} = \frac{36456}{426767} = 0,09$ ,

де  $\gamma_H$  – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення;

$Q_{H,ht}$  – сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт\*год;

$Q_{H,gn}$  – сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт\*год;

$a_H$  – безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі,  $\tau_H$ , визначений за формулою

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{38}{15} = 3,5,$$

де  $a_{H,0}$  – довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

$\tau$  – часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$  – довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

### 1.3.6.3 Коефіцієнт використання втрат для охолодження

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження  $\eta_{C,gn}$  – є функцією співвідношення надходжень і втрат теплоти для охолодження  $\gamma_C$  та числового параметра  $a_C$ , який залежить від інерційності будівлі, як наведено у формулах:

- якщо  $\gamma_C > 0$ ,  $\gamma_C \neq 1$  та  $Q_{C,ht} > 0$ :  $\eta_{C,ln} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-a_C + 1}}$ ;

- якщо  $\gamma_C = 1$ ,  $\gamma_C \neq 1$  та  $Q_{C,ht} \leq 0$ :  $\eta_{C,ln} = 1$ ;

- якщо  $\gamma_C = 1$ :  $\eta_{C,ln} = \frac{a_C}{a_C + 1}$ ;

- якщо  $\gamma_C < 0$ :  $\eta_{C,ln} = 1$ ;

- при  $\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}} = \frac{36456}{464464} = 0,08$ ,

де  $\gamma_C$  – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження;

$Q_{C,ht}$  – сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією для режиму охолодження, Вт\*год;

$Q_{C,gn}$  – сумарні теплонадходження для режиму охолодження, Вт\*год;

$a_C$  – безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи,  $\tau_C$ , визначений за формулою

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 1 + \frac{38}{15} = 3,5,$$

де  $a_{C,0}$  – довідковий безрозмірний числовий параметр, що приймають рівним 1;

$\tau$  – часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{C,0}$  – довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

#### 1.3.6.4 Часова константа будівлі

Часова константа зони будівлі  $\tau$ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони, як для періоду опалення, так і для періоду охолодження. Її розраховано за формулою

$$\tau = \frac{C_m}{N_{tr,adj} + N_{ve,adj}} = \frac{907200}{16390 + 7655} = 38 ,$$

де  $C_m$  – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт\*год /К;

$N_{tr,adj}$  – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;

$N_{ve,adj}$  – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К.

Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі,  $C_m$ , Вт\*год/К, розраховано за формулою

$$C_m = C * A_f = 80 * 11340 = 907200 ,$$

де  $C$  – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт\*год/(м<sup>2</sup>\*К);

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м<sup>2</sup>.

Результати розрахунку коефіцієнта використання теплонадходжень у період опалення та коефіцієнта використання втрат у період охолодження для кожного місяця зони будівлі зведено у таблицю 1.13.

Таблиця 1.13 – Динамічні параметри

Місяць	Опалення				Охолодження			
	$Q_{H,gn}$ , кВт*год	$Q_{H,ht}$ , кВт*год	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{C,gn}$ , кВт*год	$Q_{C,ht}$ , кВт*год	$\gamma_C$	$\eta_{C,ln}$
Січень	40329	423743	0,1	1	40329	460557	0,09	1
Лютий	46502	368077	0,13	0,999	46502	403295	0,12	0,999
Березень	63235	324568	0,19	0,998	63235	374691	0,17	0,998
Квітень	71701	172754	0,42	0,972	71701	240225	0,3	0,99
Травень	87686	64914	1,35	0,65	87686	149876	0,59	0,929
Червень	87212	0	0	0	87212	87629	1	0,778
Липень	87958	0	0	0	87958	56204	1,56	0,585
Серпень	81747	0	0	0	81747	71816	1,14	0,724
Вересень	72197	66310	1,09	0,743	72197	148063	0,49	0,956
Жовтень	56638	187528	0,3	0,99	56638	256038	0,22	0,996
Листопад	38911	287923	0,14	0,999	38911	339941	0,11	1
Грудень	36357	380466	0,1	1	36357	423087	0,09	1

### 1.3.7 Річна енергопотреба для опалення та охолодження

#### 1.3.7.1 Енергопотреба для опалення

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для опалення,  $Q_{H,nd}$ , Вт\*год, за умови постійного опалення, розраховано за формулою

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} * Q_{H,gn} = 426767 - 1 * 36456 = 390311 ,$$

де  $Q_{H,nd,cont}$  – енергопотреба для постійного опалення будівлі, Вт\*год, повинна бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{H,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт\*год;

$Q_{H,gn}$  – сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт\*год;

$\eta_{H,gn}$  – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

### 1.3.7.2 Енергопотреба для охолодження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для охолодження  $Q_{C,nd}$ , Вт\*год, за умови постійного охолодження, розраховано за формулою

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,gn} * Q_{C,ht} = 81347 - 0,809 * 88372 = 9854 ,$$

де  $Q_{C,nd,cont}$  – енергопотреба для постійного охолодження будівлі, Вт\*год, повинна бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{C,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі охолодження, Вт\*год;

$Q_{C,gn}$  – сумарні теплонадходження в режимі охолодження, Вт\*год;

$\eta_{C,gn}$  – безрозмірний коефіцієнт використання втрат.

### 1.3.7.3 Сумарна теплопередача та теплові надходження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця сумарну теплопередачу,  $Q_{ht}$ , Вт\*год, ( $Q_{H,ht}$  – для режиму опалення,  $Q_{C,ht}$  – для режиму охолодження) визначають за формулою

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} = 292909 + 133858 = 426767 ,$$

де  $Q_{tr}$  – сумарна теплопередача трансмісією, Вт\*год;

$Q_{ve}$  – сумарна теплопередача вентиляцією, Вт\*год.

Сумарні теплові надходження,  $Q_{gn}$ , Вт\*год, ( $Q_{H,gn}$  – для режиму опалення,  $Q_{C,gn}$  – для режиму охолодження) для кожної зони будівлі для кожного місяця визначають за формулою

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} = 32623 + 3833 = 36456 ,$$



де  $Q_{int}$  – сума внутрішніх теплонадходжень протягом даного періоду, Вт\*год;

$Q_{sol}$  – сума сонячних теплонадходжень протягом даного періоду, Вт\*год.

#### 1.3.7.4 Річні енергопотреби для опалення та охолодження зони будівлі

Річні енергопотреби для опалення та охолодження даної зони будівлі  $Q_{H,nd,an}$  і  $Q_{C,nd,an}$ , кВт\*год, розраховано шляхом складання розрахованої енергопотреби за кожний місяць за формулою

$$Q_{H,nd,an} = \sum_i Q_{H,nd,i}/1000 = 1\,838\,487 \text{ та}$$

$$Q_{C,nd,an} = \sum_i Q_{C,nd,i}/1000 = 78\,282 ,$$

де  $Q_{H,nd,i}$  – енергопотреба для опалення зони, що розглядається, для і-го місяця, Вт\*год;

$Q_{C,nd,i}$  – енергопотреба для охолодження зони, що розглядається, для і-го місяця, Вт\*год.

Якщо результати розрахунків  $Q_{H,nd,i}$  або  $Q_{C,nd,i}$  для певного місяця не перевищують значення в 0,1 кВт\*год/м<sup>2</sup>, то допускається результат для даного місяця приймати рівним 0.

Розрахунки річної енергопотреби будівлі для опалення зведено у таблицю 1.14, та для охолодження у таблицю 1.15.

Таблиця 1.14 – Річні енергопотреби для опалення

Місяць	Параметр							
	$Q_{tr}$ , кВт*год	$Q_{ve}$ , кВт*год	$Q_{ht}$ , кВт*год	$Q_{int}$ , кВт*год	$Q_{sol}$ , кВт*год	$Q_{gn}$ , кВт*год	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ , кВт*год
Січень	289885	133858	423743	36102	4227	40329	1	383414
Лютий	251804	116273	368077	32945	13557	46502	0,999	321622
Березень	222039	102529	324568	36102	27133	63235	0,998	261459
Квітень	118182	54572	172754	35050	36651	71701	0,972	103061
Травень	44408	20506	64914	36102	51584	87686	0,65	0
Червень	0	0	0	35050	52162	87212	0	0
Липень	0	0	0	36102	51856	87958	0	0
Серпень	0	0	0	36102	45645	81747	0	0
Вересень	45363	20947	66310	35050	37147	72197	0,743	0
Жовтень	128289	59239	187528	36102	20536	56638	0,99	131456
Листопад	196970	90953	287923	35050	3861	38911	0,999	249051
Грудень	260279	120187	380466	36102	255	36357	1	344109

Таблиця 1.15 – Річні енергопотреби для охолодження

Місяць	Параметр							
	$Q_{tr}$ , кВт*год	$Q_{ve}$ , кВт*год	$Q_{ht}$ , кВт*год	$Q_{int}$ , кВт*год	$Q_{sol}$ , кВт*год	$Q_{gn}$ , кВт*год	$\eta_{C,gn}$	$Q_{C,nd}$ , кВт*год
Січень	292523	168034	460557	36102	4227	40329	1	0
Лютий	256153	147142	403295	32945	13557	46502	0,999	0
Березень	237985	136706	374691	36102	27133	63235	0,998	0
Квітень	152579	87646	240225	35050	36651	71701	0,99	0
Травень	95194	54682	149876	36102	51584	87686	0,929	0
Червень	55658	31971	87629	35050	52162	87212	0,778	19037
Липень	35698	20506	56204	36102	51856	87958	0,585	55079
Серпень	45614	26202	71816	36102	45645	81747	0,724	29752
Вересень	94042	54021	148063	35050	37147	72197	0,956	0
Жовтень	162623	93415	256038	36102	20536	56638	0,996	0
Листопад	215914	124027	339941	35050	3861	38911	1	0
Грудень	268724	154363	423087	36102	255	36357	1	0

## 1.4 Енергетичний баланс на рівні інженерних систем будівлі

### 1.4.1 Енергоспоживання системи опалення

Джерело опалення - трьохтрубна система централізованого теплопостачання. Циркуляційна труба централізованого гарячого водопостачання відсутня. Температурний графік 140/70°C. Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення та гарячого водопостачання ведеться за показами комерційного вузла обліку теплової енергії.

#### *Підсистема розподілу*

Тип внутрішньої системи опалення: водяна, однотрубна з верхнім розведенням трубопроводів. Система не налагоджена. Відсутні автоматичні регулятори витрати теплоносія. Підсистема розподілу виконана з сталевих трубопроводів, утеплювач відсутній. Температурний графік 90/70°C.

#### *Підсистема тепловіддачі*

Система тепловіддачі складається з чавунних радіаторів та алюмінієвих радіаторів загальною кількістю 460 шт., без автоматичного регулювання теплового потоку. Опалювальні прилади встановлено біля зовнішньої стіни під вікном без радіаційного захисту.

#### 1.4.1.1 Тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення

Теплоту входу до підсистем тепловіддачі/виділення при опаленні визначено відповідно до ДСТУ Б EN 15316-2-1, що включає тепловтрати, спричинені:

- нерівномірністю розподілу температури в приміщенні;
- наявністю опалювальних панелей, умонтованих в конструкції будівлі;
- точністю регулювання температури приміщення.

Розрахунок загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконано помісячно згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-1 з використання ефективності, за формулою

$$Q_{H,em,ls} = \left( \frac{f_{hydr} * f_{im} * f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) * Q_{H,em,out} = \left( \frac{1,03 * 1 * 1}{0,778} - 1 \right) * 390311 = 126285,$$

де  $Q_{H,em,ls}$  – загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, кВт\*год;

$Q_{H,em,out}$  – енергія виходу від підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, кВт\*год, є енергопотребою для опалення за конкретний місяць  $Q_{H,nd}$ ;

$f_{hydr}$  – коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

$f_{im}$  – коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення;  $f_{im} = 1$  – для постійного теплового режиму;  $f_{im} = 0,98$  – для періодичного теплового режиму з регулюванням без інтегрованого зворотного зв'язку;  $f_{im} = 0,97$  – для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотній зв'язок (з оптимізованим пуском);

$f_{rad}$  – коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення);

$\eta_{em}$  – загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначають за формулою

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]} = \frac{1}{[4 - (0,86 + 0,86 + 1)]} = 0,778,$$

де  $\eta_{str}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

$\eta_{ctr}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

$\eta_{emb}$  – складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем).

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку приймаємо  $f_{\text{rad}} = 1$ . Коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення, приймаємо  $f_{\text{im}} = 1$ .

Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення, для цілей сертифікації енергоефективності розраховано, нехтуючи додатковою енергією впродовж і-го місяця

$$Q_{\text{H,em,in},i} = Q_{\text{H,em,out},i} + Q_{\text{H,em,ls},i} = 390311 + 126285 = 516596 ,$$

де  $Q_{\text{H,em,in},i}$  – енергія входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж і-го місяця, кВт\*год;

$Q_{\text{H,em,out},i}$  – енергія виходу підсистеми тепловіддачі за і-й місяць, дорівнює енергопотребі  $Q_{\text{H,nd},i}$ , кВт\*год;

$Q_{\text{H,em,ls},i}$  – загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі впродовж і-го місяця, кВт\*год.

Витрати підсистемою для кожного місяця та наведено у таблицю 1.16.

Таблиця 1.16 – Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць	$Q_{\text{H,nd}}$ , кВт*год	$Q_{\text{H,em,ls}}$ , кВт*год	$Q_{\text{H,em,in}} =$ $= Q_{\text{H,dis,out}}$ , кВт*год	$Q_{\text{H,dis,in}} =$ $= Q_{\text{H,gen,out}}$ , кВт*год	$Q_{\text{H,gen,ls}}$ , кВт*год	$Q_{\text{H,use}}$ , кВт*год
Січень	383414	124054	507468	555424	90418	645841
Лютий	321622	104061	425683	467973	76182	544154
Березень	261459	84595	346054	386205	62871	449075
Квітень	103061	33345	136406	150002	24419	174421
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	131456	42533	173989	188163	30631	218794
Листопад	249051	80580	329631	366239	59620	425859
Грудень	344109	111336	455445	500046	81403	581449

### 1.4.1.2 Тепловтрати підсистеми розподілення

Процедура розрахунку енергоспоживання підсистеми розподілення базується на спрощеному методі відповідно до ДСТУ Б EN 15316-2-3, що включає розрахунок:

- тепловтрат системи (утилізаційні та утилізовані);
- додаткову енергію;
- утилізовану додаткову енергію.

Тепловтрати систем розподілення (трубопроводів як опалення, так і гарячого водопостачання) або їхніх частин, розташованих в опалюваному приміщенні, можна утилізувати для опалення приміщення, а тому вони вважаються утилізаційними. У неопалюваному приміщенні тепловтрати трубопроводів не є утилізаційними.

Тепловтрати підсистем розподілення впродовж і-го місяця, Вт\*год, розраховують за формулою

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \Psi_{L,j} * (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) * L_j * t_{op,an,i} = 0,53 * (58,4 - 20) * 280 * 744 = 42557278 ,$$

де  $\Psi_{L,j}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу, Вт/(м\*К);

$\theta_{m,i}$  – середня температура теплоносія в зоні, °С;

$\theta_{i,j}$  – температура оточуючого середовища, °С;

$L_j$  – довжина трубопроводу, м;

$j$  – індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами;

$t_{op,an,i}$  – години опалення упродовж і-го місяця, год.

Для розрахунку будь-яких тепловтрат підсистеми розподілення необхідно знати наступні параметри:

- довжину секцій трубопроводів;
- розміри трубопроводів;
- товщину теплоізоляції або лінійний коефіцієнт теплопередачі;

- кількість елементів запірно-регулювальної арматури (клапанів, включаючи фланці тощо);
- середню температуру теплоносія;
- середню температура в неопалювальних і опалювальних об'ємах;
- тривалість опалювального періоду (часи роботи за місяць)

Лінійний коефіцієнт теплопередачі неізолюваних  $\Psi_{\text{non}}$  трубопроводів до повітря з урахуванням загального коефіцієнта тепловіддачі, що включає конвекцію та випромінювання зовнішньої поверхні, Вт/(м·К), розраховано за формулою

$$\Psi_{\text{non}} = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2\lambda_p} * \ln \frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a d_{p,a}}\right)} = \frac{\pi}{\left(2 * 0,24 * \ln \frac{0,016}{0,012} + \frac{1}{14 * 0,016}\right)} = 0,532 ,$$

де  $h_a$  – загальний коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні (конвекцією та випромінюванням), Вт/(м<sup>2</sup>·К), приймають  $h_a = 8$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) – для ізолюваних трубопроводів та  $h_a = 14$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) – для неізолюваних трубопроводів;

$\lambda_d$  – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);

$d_{p,i}$ ,  $d_{p,a}$  – внутрішній діаметр та зовнішній діаметр трубопроводу відповідно, м.

Для врахування тепловтрат у засобах кріплення запірно-регулювальної арматури здійснюють додавання 15 % еквівалентної довжини трубопроводу. При використанні спеціальних теплоізолюваних засобів кріплення, опір теплопередачі яких дорівнює опору теплопередачі теплоізоляції трубопроводу, додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення не враховують.

За даними проекту або вимірювань безпосередньо на місці визначають кількість елементів запірно-регулювальної арматури. Значення еквівалентної довжини запірно-регулювальної арматури, включаючи фланці.

Розрахунок проведено за наступною послідовністю:

1. Визначено секції, де тепловтрати вважаються непридатними для утилізації (неутилізаційними). Неутилізаційні тепловтрати системи складаються із втрат

підсистеми розподілення (або їхніх частин), розташованих в неопалюваних об'ємах, які неможливо утилізувати. Тепловтрати трубопроводів, що знаходяться в усіх неопалювальних об'ємах, вважають неутилізаційними.

2. Розраховано неутилізаційні  $Q_{H,dis,ls,nrbl,i}$  тепловтрати в неопалюваних об'ємах.

3. Визначено ті секції, де тепловтрати вважаються утилізаційними. В усіх опалюваних об'ємах тепловтрати трубопроводів вважають утилізаційними.

4. Розраховано утилізаційні  $Q_{H,dis,ls,rbl,i}$  тепловтрат в опалюваних об'ємах.

5. Розраховано утилізовані  $Q_{H,dis,ls,rvd,i}$  тепловтрати за формулою

$$Q_{H,dis,ls,rvd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} * 0,9 * \eta_{H,gn,i} = 63983 * 0,9 * 1 = 57585 ,$$

де  $\eta_{H,gn,i}$  – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж і-го місяця.

6. Розраховано неутилізовані  $Q_{H,dis,ls,nrvd,i}$  тепловтрати Неутилізовані тепловтрати – це сума неутилізаційних тепловтрат системи розподілення в неопалюваних об'ємах та різниці між утилізаційними та утилізованими тепловтратами в опалюваних (кондиціонованих) об'ємах, що розраховують за формулою:

$$\begin{aligned} Q_{H,dis,ls,nrvd,i} &= Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,rvd,i}) \\ &= 41557 + (63983 - 57585) = 47956. \end{aligned}$$

Витрати підсистемою розподілення розраховано для кожного місяця та наведено у таблицю 1.17.



Таблиця 1.17 – Значення енергетичних потоків підсистемі розподілення

Місяць	$Q_{H,dis,out}$ , кВт*год	$Q_{H,dis,ls}$ , кВт*год	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$ , кВт*год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$ , кВт*год	$Q_{H,dis,ls,rvd}$ , кВт*год	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$ , кВт*год	$Q_{H,dis,in}$ , кВт*год
Січень	507468	105540	41557	63983	57585	47956	555424
Лютий	425683	92762	36626	56136	50472	42290	467973
Березень	346054	86695	34875	51820	46544	40150	386205
Квітень	136406	27209	11649	15560	13612	13597	150002
Травень	0	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0	0
Жовтень	173989	29020	12357	16662	14846	14174	188163
Листопад	329631	78652	31890	46762	42044	36608	366239
Грудень	455445	97537	38720	58818	52936	44601	500046

#### 1.4.1.3 Тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти

Для цілей стандарту прийнято, що загальна енергія виходу з підсистемі виробництва/генерування та акумулювання теплоти дорівнює енергії входу в підсистему розподілення

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i} = 564552,$$

де  $Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистемі виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт\*год;

$Q_{H,dis,in,i}$  – енергії входу в підсистему розподілення упродовж і-го місяця, Вт\*год.

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт\*год, розраховують за формулою

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} * (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen} = 564552 * (1 - 86) / 86 = 91904,$$

де  $\eta_{H,gen}$  – ефективність підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти;

$Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт\*год.

Для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами сезонну ефективність підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти  $\eta_{H,gen}$  приймають згідно з даними представленими у ДСТУ Б А.2.2-12. Споживання теплової енергії при опаленні приміщень визначають за формулою

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,ls,i} = 564552 + 91904 = 656455,$$

де  $Q_{H,gen,out,i}$  – енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт\*год;

$Q_{H,gen,ls,i}$  – загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт\*год.

Річне споживання теплової енергії при опаленні, кВт\*год, розраховують шляхом підсумовування розрахованого місячного енергоспоживання за формулою

$$Q_{H,use,an} = \sum_i Q_{H,use,i} = 3\,107\,590.$$

Результати розрахунків зведено до таблиці 1.17.

## 1.4.2 Загальне енергоспоживання при охолодженні

У будівлі відсутня централізована система охолодження. За наказом №169 11.07.18, у разі відсутності системи охолодження в будівлі, з метою визначення енергетичної ефективності будівлі приймається значення 0,93 для ефективності автоматичного управління/регулювання ( $\eta_{c,ac}$ ) та значення 2,4 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування.

### 1.4.2.1 Тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення

В якості підсистем тепловіддачі/виділення при охолодження приймають до уваги обладнання, що використовується в залежності від навантаження охолодження (змійовики з вентиляторним обдувом, охолоджувальні стелі, сплітсистеми охолодження тощо).

Метод визначений цим стандартом для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами не враховує тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення при охолодженні.

Енергія входу для підсистем виділення/теповіддачі з урахуванням вищесказаного дорівнює енергії виходу для підсистем тепловіддачі

$$Q_{c,em,in,i} = Q_{c,em,out,i} = 9854,$$

де  $Q_{c,em,in,i}$  – енергія входу для підсистем виділення/теповіддачі упродовж  $i$ -го місяця, кВт\*год;

$Q_{c,em,out,i}$  – енергія виходу для підсистем виділення/теповіддачі упродовж  $i$ -го місяця, що дорівнює енергопотребі для охолодження у даному місяці  $Q_{c,nd,i}$ .

### 1.4.2.2 Тепловтрати для підсистем розподілення

Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, кВт\*год, визначено за формулою

$$\begin{aligned} Q_{C,dis,ls} &= Q_{C,nd} \left( (1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{C,d}) \right) \\ &= 9854 \left( (1 - 1) + (1 - 1) + (1 - 1) \right) = 0, \end{aligned}$$

де  $Q_{C,nd}$  – річні енергопотреби для охолодження, кВт\*год;

$\eta_{C,ce}$  – ступінь утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження;

$\eta_{C,ce,sens}$  – ступінь явної утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження. Ця величина враховує небажане осушення (енергію на конденсацію) в існуючому устаткуванні системи охолодження;

$\eta_{C,d}$  – ступінь утилізації підсистеми розподілення.

Для цілей документування відповідності мінімальним вимогам до енергоефективності допускається не враховувати витрати теплової енергії від допоміжної енергії у підсистемі розподілення.

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, кВт\*год, визначена за формулою

$$Q_{C,dis,in} = \sum_i Q_{C,dis,out,i} + Q_{C,dis,ls} = 9854 + 47088 + 21340 + 0 = 78282 ,$$

де  $Q_{C,dis,out,i}$  – енергію виходу для підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, кВт\*год, приймають рівною енергії входу для підсистем тепловіддачі  $Q_{C,em,in,i}$ ;

$Q_{C,dis,ls}$  – річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодженого повітря, кВт\*год.

### 1.4.2.3 Тепловтрати для підсистем виробництва/генерування та акумулювання

Загальну енергію виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт\*год, розраховують за формулою

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac} = 78282 * 0,93 = 88957,$$

де  $\eta_{C,ac}$  – ефективність автоматичного управління/регулювання, приймають в залежності від класу ефективності системи управління/регулювання згідно з ДСТУ Б EN 15232:

- для систем класу А –  $\eta_{C,ac} = 0,99$ ;
- для систем класу В –  $\eta_{C,ac} = 0,93$ ;
- для систем класу С –  $\eta_{C,ac} = 0,88$ ;
- для систем класу D –  $\eta_{C,ac} = 0,82$ ;

$Q_{C,dis,in}$  – енергія входу в підсистему розподілення, кВт\*год.

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт\*год, розраховують за формулою

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} = 23584 (1 - 2,4) / 2,4 = -49420 ,$$

де  $\eta_{C,gen}$  – ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання;

$Q_{C,gen,out}$  – енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт\*год.

Споживання теплової енергії при охолодженні, кВт\*год, розраховано за формулою

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 88957 + (-49420) = 9827,$$

де  $Q_{C,gen,out}$  – енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт\*год;

$Q_{C,gen,ls}$  – загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт\*год.

### 1.4.3 Енергопотреба та енергоспоживання гарячого водопостачання

#### 1.4.3.1 Енергопотреба гарячого водопостачання

Енергопотреба для гарячого водопостачання  $Q_{DHW,nd}$ , кВт\*год, розраховано за формулою

$$\begin{aligned} Q_{DHW,nd} &= c_W * V_W * (\Theta_{W,del} - \Theta_{W,0}) * a_x = \\ &= 4,19 * 9631020 * (55 - 10) * 0,278 * 10^{-3} = 504828, \end{aligned}$$

де  $c_W$  – питома теплоємність води, кДж/кг\*°С;

$V_W$  – річний обсяг споживання води, кг;

$\Theta_{W,del}$  – встановлена температура подачі гарячої води, °С;

$\Theta_{W,0}$  – середня річна температура холодної води, яку приймають рівною 10 °С;

$a_x$  – коефіцієнт переведення, кДж, в кВт\*год, який приймають рівним  $0,278 * 10^{-3}$  кВт\*год/кДж.

Річний обсяг споживання гарячої води,  $V_W$ , кг, розраховано за формулою

$$V_W = q_W * n_m * n_d * \rho_W * 10^{-3} = 115 * 240 * 350 * 997 * 10^{-3} = 9631020,$$

де  $q_W$  – середня за рік добова витрата води, л/добу, яка визначена згідно ДБН В.2.5.-64:2012;

$n_m$  – кількість розрахункових одиниць споживання гарячої води, вид яких визначено згідно ДБН В.2.5.-64:2012, а кількість - згідно з фактичними значеннями;

$n_d$  – кількість діб роботи системи гарячого водопостачання, діб.

### 1.4.3.2 Енергоспоживання гарячого водопостачання

Тепловтрати підсистеми розподілення ГВП складаються із:

- тепловтрат трубопроводами;
- тепловтрат циркуляційним контуром, якщо наявний;
- тепловтрат використаної води при водорозборі.

Тепловтрати в підсистемі розподілення ГВП розраховують за допомогою модифікованого методу детального розрахунку на основі довжини трубопроводу та середньої температури. Цей метод вимагає визначення наступних даних:

- секцій та довжини трубопроводу;
- лінійного коефіцієнту теплопередачі трубопроводів;
- середньої температури оточуючого середовища;
- середньої температури гарячої води у секції трубопроводу;
- місячного або річного періоду користування ГВП.

Тепловтрати необхідно розраховувати окремо для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах та опалюваних об'ємах будівлі за формулою

$$\begin{aligned}
 Q_{W,dis,ls} &= \sum \Psi_{W,j} * L_{W,j} * (\Theta_{W,dis,avg,j} - \Theta_{amb,j}) * t_w / 1000 = \\
 &= (0,916 * 238 * (55 - 20) + 0,577 * 660 * (55 - 20) + 2,197 * 560 * \\
 &* (55 - 13)) * \frac{8400}{1000} = 610112,
 \end{aligned}$$

де  $Q_{W,dis,ls}$  – річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП, кВт\*год;

$\Psi_{W,j}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м\*К);

$L_{W,j}$  – довжина секції трубопроводу, м;

$\Theta_{W,dis,avg,j}$  – середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;

$\Theta_{amb,j}$  – середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;

$t_w$  – період користування ГВП, год/рік.

Для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами тепловтрати в підсистемі розподілення ГВП розраховують на річній основі.

Теплова енергія води у водорозбірному крані до моменту досягнення мінімально допустимої температури ГВП втрачається і вважається тепловтратами.

Тепловтрати використаної води при водорозборі вважаються на 100% неутилізаційними. Допускається використовувати спрощений розрахунок тепловтрат, кВт\*год, за формулою

$$Q_{W,em,ls} = Q_{DHW,nd} * \eta_{eq} / 100 = 504828 * 25 / 100 = 126207 ,$$

де  $Q_{W,em,ls}$  – річні енергопотреби ГВП, кВт\*год;

$\eta_{eq}$  – еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води при водорозборі.

Для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами для ГВП застосовують такі ж показники загальної сезонної ефективності виробництва/генерування (чиста ефективність) для різноманітних енергоносіїв як для опалення приміщень. Енергоефективність підсистеми акумулювання включено в ефективність підсистеми виробництва/генерування.

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП, кВт\*год, визначають за формулою

$$\begin{aligned} Q_{DHW,use} &= (Q_{DHW,nd} + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,em,ls}) / \eta_{gen} \\ &= (504828 + 610112 + 126207) / 0,86 = 1443195 \end{aligned}$$

де  $Q_{DHW,nd}$  – енергопотреби ГВП, кВт\*год;

$Q_{W,dis,ls}$  – річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП, кВт\*год;

$Q_{W,em,ls}$  – тепловтрати використаної води ГВП при водорозборі, кВт\*год;

$\eta_{gen}$  – ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти.



#### 1.4.4 Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні  $W$ , кВт\*год, дорівнює енергії потрібній для виконання функції штучного освітлення на сходових клітинках та зовнішнє освітлення біля під'їздів.

$$W = W_L = 7739 ,$$

де  $W_L$  – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт\*год.

Значення  $W_L$  розраховано за формулою

$$\begin{aligned} W_L &= (P_N * F_C) * [(t_D * F_o * F_D) + (t_N * F_o)] * A_f / 1000 = \\ &= (0,15 * 1) * [(3000 * 0,91 * 1) + (2000 * 0,91)] * 11340 / 1000 = \\ &= 7739 , \end{aligned}$$

де  $P_N$  – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м<sup>2</sup>;

$F_C$  – постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуєчому контролі сталої освітленості зони;

$F_o$  – коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони;

$F_D$  – коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони;

$t_D$  – час використання штучного освітлення в денний час, протягом року, год;

$t_N$  – час використання штучного освітлення у нічний час, протягом року, год;

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі, м<sup>2</sup>.

## 2 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОСББ «КРУГЛИЙ ДІМ» У МІСТІ ЗАПОРІЖЖЯ

### 2.1 Показники енергетичної ефективності

Показниками енергетичної ефективності для будівель є:

- питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води;
- питома енергоспоживання при опаленні;
- питома енергоспоживання при охолодженні;
- питома енергоспоживання при постачанні гарячої води;
- питома енергоспоживання систем вентиляції;
- питома енергоспоживання при освітленні;
- питома енергоспоживання первинної енергії;
- питома енергоспоживання викидів парникових газів.

#### 2.1.1 Визначення питомої енергопотреби на опалення, охолодження, постачання гарячої води

Питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води розрахована за формулою

$$EN = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd})/V = (1838487 + 78282 + 504828)/38556 = 211,89 ,$$

де  $Q_{H,nd}$  – річна енергопотреба будівлі на опалення, кВт\*год;

$Q_{C,nd}$  – річна енергопотреба будівлі на охолодження, кВт\*год;

$Q_{DHW,nd}$  – річна енергопотреба будівлі для постачання гарячої води, кВт\*год.

Питома енергоспоживання при опаленні  $EP_{H,use}$ , кВт\*год/м<sup>3</sup> розраховано за формулою

$$EP_{H,use} = Q_{H,use}/A_f = 3107590/11340 = 268,04 ,$$

де  $Q_{H,use}$  – річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт\*год;

$A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Питоме енергоспоживання при охолодженні  $EP_{C,use}$ , кВт\*год/м<sup>3</sup>, розраховано за формулою

$$EP_{C,use} = Q_{C,use}/A_f = 39536/11340 = 4,63 ,$$

де  $Q_{C,use}$  – річне енергоспоживання при охолодженні, кВт\*год.

$A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Питоме споживання енергії при постачанні гарячої води  $EP_{DHW,use}$ , кВт\*год/м<sup>3</sup>, розраховано за формулою

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use}/A_f = 1443195/11340 = 127,27 ,$$

де  $Q_{DHW,use}$  – річне енергоспоживання будівлею при постачанні гарячої води, кВт\*год;

$A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Питоме енергоспоживання при освітленні  $EP_{W,use}$ , кВт\*год/м<sup>2</sup>, розраховано за формулою

$$EP_{W,use} = W_{use}/A_f = 7740/11340 = 0,68 ,$$

де  $W_{use}$  – річний обсяг енергоспоживання при освітленні кВт\*год/рік;

$A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

### 2.1.2 Проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів

Первинна енергія  $E_p$ , кВт\*год, обчислюється для кожного енергоносія та розраховано за формулою

$$E_p = \sum (E_{del,i} * f_{p,del,i}) = 4550785 * 1,3 + 47276 * 2,3 = 6024755 ,$$

де  $E_{del,i}$  – поставлена енергія, кВт\*год;

$f_{p,del,i}$  – фактор первинної енергії для і-го поставленого енергоносія.

Поставлена енергія  $E_{del,i}$  що споживає централізовану теплову енергію, розрахована за формулою

$$E_{del,i} = Q_{H,use} + Q_{DHW,use} = 3107590 + 1443195 = 4550785.$$

Поставлена енергія  $E_{del,i}$  що споживає електричну енергію розрахована за формулою

$$E_{del,i} = Q_{C,use} + E_{P,W,use} = 39536 + 7740 = 47276 .$$

Питомий показник споживання первинної енергії  $e_p$ , кВт\*год/м<sup>2</sup>, розраховано за формулою

$$e_p = E_p/A_f = 6024755/11340 = 526,12 ,$$

де  $A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Маса викидів парникових газів  $m_{CO_2}$ , кг, розраховано з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою

$$m_{CO_2} = \sum (E_{del,i} * K_{del,i}) / 1000 = (4550785 * 260 + 47276 * 420) / 1000 = 1203060 ,$$

де  $E_{del,i}$  – поставлена енергія і-го енергоносія, кВт\*год;

$K_{del,i}$  – коефіцієнт викидів  $CO_2$  для поставленого і-го енергоносія, г/кВт\*год.

Питомий показник викидів парникових газів  $M_{CO_2}$ , кг/м<sup>2</sup>, розрахована за формулою

$$M_{CO_2} = \sum m_{CO_2} / A_f = 1203060 / 11340 = 105,1 ,$$

де  $A_f$  - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Коефіцієнти викидів парникових газів ( $CO_2$ ) включають всі викиди парникових газів ( $CO_2$ ), пов'язані з первинною енергією, яка використовується в будівлі.

### 2.1.3 Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівель визначено за показником загального питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води  $EP$ , кВт\*год/м<sup>2</sup>.

Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води  $EP$ , кВт\*год/м<sup>3</sup> розраховано за формулою

$$EP = EP_{H,use} + EP_{C,use} + EP_{DHW,use} = 268,04 + 4,63 + 127,27 = 399,94 ,$$

де  $EP_{H,use}$  – питома енергоспоживання при опаленні, кВт\*год/м<sup>2</sup>;

$EP_{C,use}$  – питома енергоспоживання при охолодженні, кВт\*год/м<sup>2</sup>;

$EP_{DHW,use}$  – питома енергоспоживання гарячого водопостачання, кВт\*год/м<sup>2</sup>.

Класифікація будівель за енергетичною ефективністю встановлена згідно з класифікацією будівель залежно від функціонального призначення будівлі. Згідно класифікації житлових будівель за енергетичною ефективністю наведеною у таблиці

2,1, будівля отримує клас енергетичної ефективності «G». За результатами розрахунків було розроблено та оформлено енергетичний сертифікат, який розміщено у додатку Г.

Таблиця 2.1- Класифікація житлових будівель за енергетичною ефективністю

Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води EP, кВт*год/м <sup>3</sup> для класу енергетичної ефективності житлових багатоквартирних будівель						
A	B	C	D	E	F	G
<44	<79	<87	<109	<131	≤153	>153

## 2.2 Аналіз споживання теплової енергії

Тепловими мережами міста Запоріжжя було представлено споживання теплової енергії у натуральному та у грошовому еквіваленті за останній опалювальний період.

Дані подані для кожного теплового воду, а саме I елеваторний вузол (1-3 під'їзди), II елеваторний вузол (4-7 під'їзди), III елеваторний вузол (8-11 під'їзди) та IV елеваторний вузол (12-14 під'їзди).

### 2.2.1 Споживання у натуральному еквіваленті

Помісячне споживання енергоресурсів для кожного елеваторного вузла за опалювальний період 2019-2020 років представлено у таблиці 2.2. Сумарне споживання теплової енергії за опалювальний період житловим будинком склала 763110 кВт\*год. Найбільші витрати теплової енергії спостерігаються у лютому місяці. Помісячне споживання теплової енергії для кожного елеваторного вузла зображено на діаграмі на рисунку 2.1.

Таблиця 2.2 – Споживання теплової енергії у опалювальний період 2019-2020 роки, кВт\*год

Місяць № введення	Листопад 2019	Грудень 2019	Січень 2020	Лютий 2020	Березень 2020	Квітень 2020	За опалювальний період
I введення	22 943	43 956	36 904	40 870	18 889	8 914	172 476
II введення	34 812	53 824	42 047	57 275	24 031	11 558	223 547
III введення	21 475	44 478	40 781	46 543	14 296	10 845	178 418
IV введення	24 175	46 603	42 638	46 413	18 586	10 254	188 669

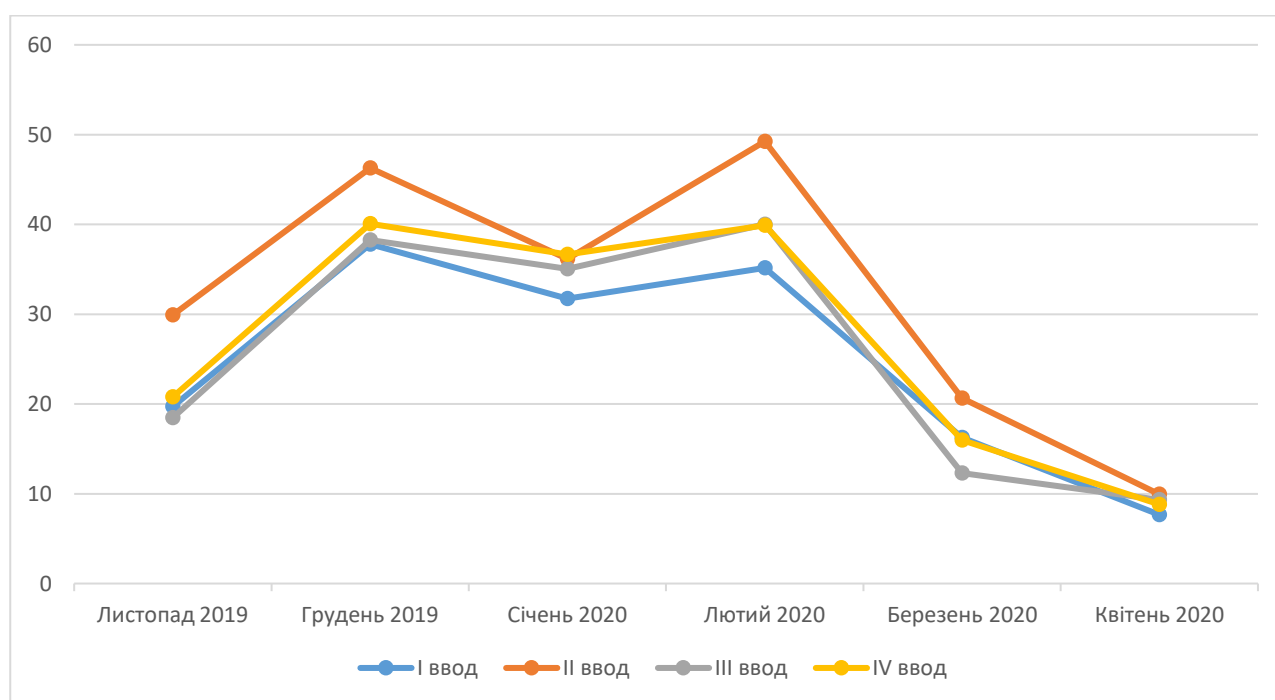


Рисунок 2.1 – Помісячне споживання теплової енергії за опалювальний період 2019-2020 років

### 2.2.2 Витрати у грошовому еквіваленті

Діючі тарифи на паливо-енергетичні ресурси за даними організації представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Діючі тарифи

Найменування	Вартість
Електрична енергія, грн/кВт*год	1,6
Теплова енергія, грн/кВт*год	1,274
ГВП, грн/м <sup>3</sup>	87,05
ХВП, грн/м <sup>3</sup>	20,77

Помісячні витрати на теплову енергію у грошовому еквіваленті за опалювальний період 2019-2020 років представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Грошові витрати на теплову енергію у опалювальний період 2019-2020 роки, грн

Місяць № введення	Листопад 2019	Грудень 2019	Січень 2020	Лютий 2020	Березень 2020	Квітень 2020	За опалювальн ий період
I введення	29 218	55 978	46 997	52 048	24 055	11 352	219 647
II введення	44 333	68 544	53 546	72 939	30 603	14 719	284 685
III введення	27 348	56 642	51 934	59 272	18 206	13 811	227 214
IV введення	30 787	59 348	54 299	59 107	23 669	13 058	240 268

### 2.3 Встановлення індивідуального теплового пункту

Під час обстеження виявлено: температура внутрішнього повітря в опалювальний період не відповідала нормативній та була завищена; нерівномірність температури в різних зонах будинку.



Пропонується встановлення автоматизованого теплового пункту.

Збудовані в недалекому минулому системи централізованого тепlopостачання житлових будинків, бюджетних та інших об'єктів, характеризуються недосконалою схемою забезпечення тепловою енергією та гарячою водою (спільна система приготування гарячої води та відсутність автоматизації регулювання споживання теплової енергії у споживача призводять до весняно-осіннього перегріву будинків), експлуатацією енерговитратного обладнання, ненадійною запірною-регулюючою арматурою та наявністю обладнання, яке не підлягає автоматизації.

Нераціональне використання енергоресурсів вбачається також у частковій розбалансованості гідравлічного режиму теплових мереж та внутрішньобудинкових систем опалення.

Недосконалий підхід до налагодження гідравлічних режимів роботи теплових мереж (регулювання запірною арматурою витрати теплоносія, невелика кількість кваліфікованих працівників, відсутність відповідного програмного забезпечення) призводять до перевитрат енергоносіїв та погіршення якості послуг.

Незадовільний стан внутрішньобудинкових систем центрального опалення (засміченість, непрацездатність запірної та відсутність регулюючої арматури, наявність нагрівальних приладів із завищеною поверхнею нагріву) призводить до перевитрат енергоресурсів і погіршує якість послуг.

Враховуючи всі ці чинники, енергоаудитори рекомендують підключення будівлі до теплової мережі через автоматизований індивідуальний тепловий пункт, обладнаний автоматикою регулювання параметрів теплоносія, циркуляційного насосу та ін.

При цьому споживач буде мати можливість одержувати рівно стільки теплової енергії, скільки йому потрібно. Керування теплоспоживанням повністю автоматизоване й забезпечується індивідуальним тепловим пунктом на рівні окремого теплового вводу.

Основні переваги місцевого регулювання споживання теплової енергії за допомогою автоматики ІТП:

- споживач одержує можливість незалежно керувати теплопостачанням через контрольне й регулююче встаткування, автоматично забезпечуючи стабільну температуру в будинку протягом усього періоду опалення; енергозбереження в будинку досягає 20-40% за рік у порівнянні з будинками без місцевої автоматики регулювання теплоспоживання;

- поліпшується режим споживання теплової енергії у будинку, збільшується корисно використовуваний діапазон температур тепломережі.

Модернізація абонентських введень дозволяє:

- адекватно керувати гідравлічним і тепловим режимами внутрішньої системи теплоспоживання будинку;

- заощаджувати енергоресурси;

- зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

При модернізації теплового введення розглядають багато завдань: автоматизація процесу керування, контроль, облік, тощо. Найбільше часто розв'язувані завдання керування:

- регулювання температури теплоносія, який подається в систему опалення, залежно від температури зовнішнього повітря;

- регулювання температури теплоносія, який вертається в тепломережу, відповідно до температури зовнішнього повітря по заданому температурному графіку;

- прискорений прогрів будинку після енергозберігаючого режиму (зниженого теплоспоживання);

- корекція режиму теплоспоживання за температурою повітря в приміщенні;

- обмеження температури теплоносія в подавальному трубопроводі системи опалення;

- регулювання величини зниження теплоспоживання в задані періоди по температурі зовнішнього повітря;

- регулювання режиму теплоспоживання з урахуванням теплоакмулювальної особливості будинку і його орієнтації за сторонами світу.

За результатами обстеження та аналізу даних, які були отримані енергоаудиторами рекомендується, замість існуючого елеваторного вузла, встановити на тепловому введенні абонента автоматизований вузол змішування з автоматичним регулятором теплового потоку з погодною корекцією.

Для спрощення робіт з встановлення автоматики опалення прийнята для застосування типова схема з системою погодного регулювання, подвійним циркуляційним насосом, запірною арматурою та ін. В якості регулюючого пристрою використовується клапан із електричним приводом.

Типова схема модернізованого теплового введення наведена на рисунку 2.2.

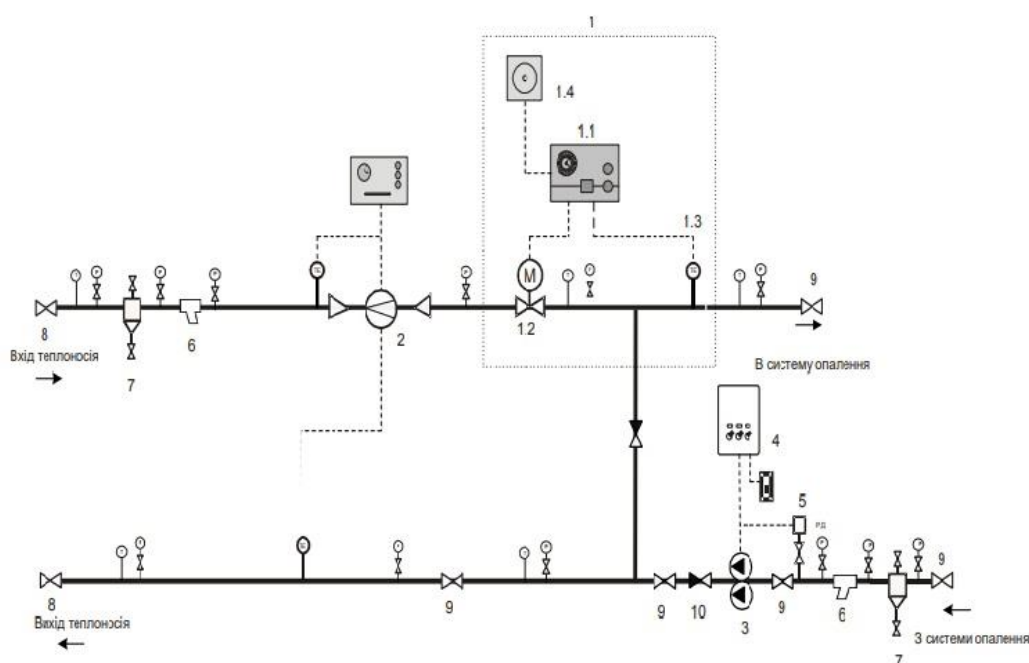


Рисунок 2.2 - Пропонована схема автоматизованого теплового пункту з вузлом обліку теплової енергії

Примітки:

1. Існуючі пристрої (арматура, манометри та термометри), розташовані за межами проектування, не показані.

2. Додатково до проекту складається відомість відсутніх або дефектних пристроїв, які знаходяться за межами проектування, але необхідні для контролю функціонування системи опалення:

- арматури корінної або на стояках;
- манометрів, термометрів, дренажів.

Експлікацію обладнання до типової схеми наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Експлікація обладнання теплового пункту

Назва обладнання	Кіл-ть
Погодна система регулювання:	1
- електричний контролер	1
- регулюючий клапан	1
- датчик температури погрузний	1
- датчик температури зовнішнього повітря	1
Пластинчатий теплообмінник на опалення	1
Насос циркуляційний	1
Пусковий пристрій	1
Реле тиску	1
Магнітно-механічний фільтр	2
Відмулювач з магнітним відловлювачем	2
Клапан шаровий	2
Дисковий поворотний затвор	4
Клапан зворотній	2
Манометр, термометри та ін.	-

При розрахунках вартості устаткування індивідуальних теплових пунктів було закладено повну заміну основного обладнання. Орієнтовна вартість встановлення теплового пункту складе 500 тис. грн, для одного елеваторного вузла. Для чотирьох вузлів загальна сума складає 2 000 тис. грн.

Економію теплової енергії від впровадження ІТП та введення переривчастого режиму опалення розрахованої за методикою описаною у ДСТУ Б А.2.2-12:2015,

склала близько 7,2%. Необхідно, однак, відзначити, що ця оцінка є досить наближеною. Величина економії залежить від багатьох факторів.

Враховуючи те, що загалом по будівлі перевищення температури складає 1°C, ця економія складає 11,7% від теперішніх витрат на опалення. Грошова економія за рік Є, тис. грн/рік, визначена за формулою

$$\epsilon = Q * P * e * 10^{-3} = 763\,110 * 0,117 * 1,274 * 10^{-3} = 113,5 \text{ тис. грн/рік},$$

де  $Q$  – фактичне споживання теплової енергії без урахування ГВП за рік, кВт\*год;

$P$  – ціна однієї кВт\*год теплової енергії, грн/кВт\*год;

$e$  – економія енергії після впровадження заходу, %.

#### 2.4 Утеплення зарадіаторних ділянок пінофолом

В будівлі в якості опалювальних приладів використовуються в основному чавунні радіатори, візуально кількість секцій на радіаторі збільшена і не відповідає нормі.

Опалювальні прилади встановлені в ніші стіни. Теплота, що віддається приладом в приміщення, передається конвекцією і випромінюванням. Ділянки стін, що знаходяться за опалювальними приладами, нагріваються сильніше. Через них відбуваються підвищені теплові втрати. Утеплювач зображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Утеплювач «Пінофол» 5мм

Пропонується утеплити зарядіаторні ділянки теплоізоляцією «Пінофол». «Пінофол» - це шар теплоізоляції 5 мм з фольгованим покриттям. Фольговане покриття повинне бути спрямоване в бік опалювального приладу.

Загальна площа зарядіаторних ніш під вікнами – 837,8 м<sup>2</sup>. Рулон розміром 1м<sup>2</sup> та товщиною 5мм, коштує 60 грн.

Загальні капітальні витрати складають – 50,3 тис. грн.

Економія енергії від впровадження цього заходу складає 2%, а саме 15 260 кВт\*год/рік. Розрахунок проводиться від базової лінії (нормативні показники мікроклімату).

Грошова економія за рік € , тис. грн/рік, визначена за формулою

$$\epsilon = Q * P * e * 10^{-3} = 763\,110 * 0,02 * 1,274 * 10^{-3} = 19,45 \text{ тис. грн/рік ,}$$

де Q – фактичне споживання теплової енергії без урахування ГВП за рік, кВт\*год;

P – ціна одного кВт\*год теплової енергії, грн/кВт\*год;

e – економія енергії після впровадження заходу, %.

## 2.5 Встановлення локальних рекуператорів

Локальний рекуператор тепла вентиляційного повітря («тепла кватирка») – це пристрій для вентиляції приміщень. Представлений як трубка з вбудованим теплообмінником, в якому повітря, що виходить з приміщення нагріває вхідне повітря. Трубка діаметром близько 100 мм встановлюється біля вікна. Використання теплої кватирки істотно знижує теплові втрати при вентиляції приміщення взимку.

Система не тільки сприяє зменшенню витрат енергії будівель, а й підтримує оптимальні мікрокліматичні показники та високу якість повітря. Така вентиляція з розумом підходить до заощадження теплової та електроенергії. Приклад монтажу та основні елементи теплообмінника наведені на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Рекуператор Прана 150 G

Пропонується встановити локальні рекуператори приблизно в 80% приміщень (в ті приміщення, які більшість робочого часу експлуатуються). Для покриття цього об'єму потрібно встановити 220 локальних рекуператорів.

Розрахунок виконаємо на загальний опалювальний об'єм. Для розрахунку підбіраємо рекуператор повітря Прана 150 G який зображено на рисунку 2.4, та має наступні характеристики:

- продуктивність – 135 м<sup>3</sup>/год;
- встановлений термін експлуатації приладу – 10 років;
- коефіцієнт корисної дії – 74%;
- вартість з встановленням – 9500 грн/шт.

Загальні витрати на придбання та встановлення 220 локальних рекуператорів Прана 150 G складають 2090 тис. грн.

Локальні рекуператори встановлюються в усіх приміщеннях, що експлуатуються. Приймаючи в розрахунках середній ККД пристрою 60 %, цей захід дозволить зекономити за рік 137 360 кВт\*год. З урахуванням вартості теплової енергії 1,27 грн за 1 кВт\*год економія грошових коштів складе:

$$\epsilon = 137360 * 1,274 * 10^{-3} = 175,0 \text{ тис. грн/рік ,}$$

де  $Q$  – фактичне споживання теплової енергії без урахування ГВП за рік, кВт\*год;

$P$  – ціна однієї кВт\*год теплової енергії, грн/кВт\*год;

$e$  – економія енергії після впровадження заходу, %.

## 2.6 Заміна вікон та балконних дверей на енергозберігаючі

На даний момент в будівлі частково вікна замінено на металопластикові, але не всі з них відповідають сучасним вимогам опору теплопередачі світлопрозорі конструкції згідно ДБН В 2.6-31. Також присутні старі дерев'яні балконні двері та двостулкові дерев'яні вікна з низьким опором теплопередачі. До того ж на таких вікнах присутні щілини великих розмірів, що сприяють збільшенню втрат з інфільтрацією.

Пропонується провести заміну вікон таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опору світлопрозорих конструкцій для житлових та громадських будівель  $R_q > 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Вікна та склопакет зображені на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Вікно з профілем та окремо склопакет



Для старих двостулкових вікно пропонується повна заміна вікна з рамою. Для металопластикових вікон та балконних дверей, що не виконують вимоги опору теплопередачі пропонується тільки заміна склопакету.

Загальна площа для повної заміни складає – 125 м<sup>2</sup>

Площа для заміни склопакету – 965 м<sup>2</sup>

Вартість 1 м<sup>2</sup> вікна з урахуванням монтажу складає 2600 грн/ м<sup>2</sup>, а вартість 1 м<sup>2</sup> склопакета з урахуванням монтажу складає 1000 грн/ м<sup>2</sup>. Загальна сума склала для заміни вікон 324,5 тис. грн, та 964,7 тис. грн для заміни склопакетів. А загальна економія енергії склала 26 330 кВт\*год. В грошовому еквіваленті економія теплової енергії при вартості 1,274 грн/ кВт\*год, становить 33,55 тис. грн за рік.

## 2.7 Утеплення даху

Будівля має горище, що не опалюється. Приведений опір теплопередачі перекриття над неопалювальним горищем не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Нормативне значення опору теплопередачі покриття опалювального горища громадських та житлових будівель, розміщених у II температурній зоні, складає  $R_q \min = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Пропонується провести термомодернізацію даху таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опору теплопередачі. Приклад утеплення зображено на рисунку 2.6.

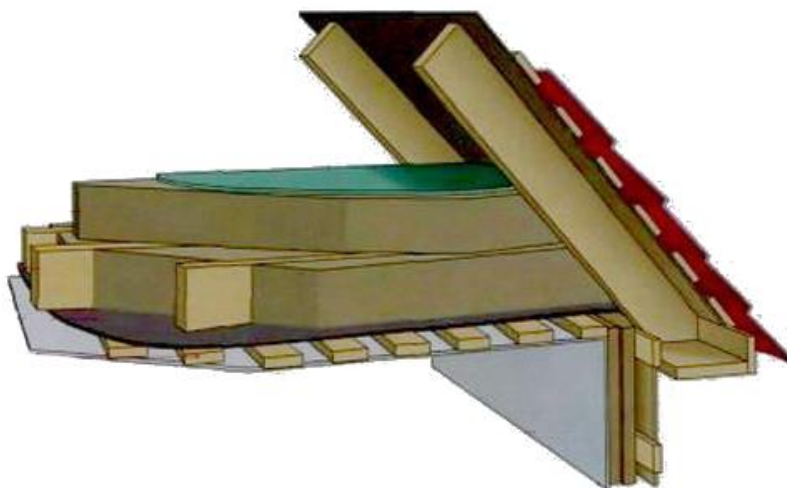


Рисунок 2.6 – Утеплення холодного горища

Для виконання норми по опору теплопередачі покриття неопалювальних горищ пропонується провести термомодернізацію, утеплювач – мінеральна вата. Теплопровідність утеплювача – 0,045 Вт/(м·К). Розрахуємо товщину утеплювача, м:

$$\delta = (R_{q \min} - R_q) \cdot \lambda_{yt} = (4,5 - 1,52) \cdot 0,045 = 0,134$$

де  $R_{q \min}$  – мінімально допустимий опір теплопередачі згідно ДБН В 2.6-31, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_q$  – фактичний опір теплопередачі, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$\lambda_{yt}$  – теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К).

Відповідно до розрахунку, якщо використовувати демонтовану теплоізоляцію, товщина утеплювача складає 0,134 м. Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає 0,14 м. При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі перекриття даху після термомодернізації складає 4,63 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Загальна площа утеплення складає – 3091 м<sup>2</sup>. Вартість утеплення на 1м<sup>2</sup> перекриття складає – 900 грн/м<sup>2</sup>.

Вартість утеплення включає в себе:

- Виїзд спеціаліста на заміри;
- Складання кошторису;
- Монтаж теплоізоляційного матеріалу;
- Вартість утеплювача та додаткових матеріалів.

Загальні капітальні витрати складають – 2781,8 тис. грн.

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 32050 кВт·год/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії 1,27 грн за 1 кВт·год економія грошових коштів складає:

$$\epsilon = 32050 \cdot 1,274 \cdot 10^{-3} = 40,83 \text{ тис. грн/рік}$$

### 3 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Для повноти визначення ефективності запропонованих заходів та їх економічної оцінки було розрахована ряд економічних показників. Серед них чиста приведена вартість, коефіцієнт чистої приведеної вартості, внутрішня норма прибутковості, простий та дисконтований строк окупності. Для розрахунків було прийнято рівень інфляції 5 %, ставка дисконтування прийнята рівною 11%, а строк оцінки запропонованих заходів 10 років.

Визначаємо реальну ставку дисконтування за формулою

$$r = \frac{(i - t)}{(1 + t)} * 100\% = \frac{(0,11 - 0,05)}{(1 + 0,05)} * 100\% = 5,7\%$$

де  $i$  – ставка дисконтування, прийнята 11%

$t$  – рівень інфляції, прийнято 5%

Простий строк окупності встановлення ІТП РР, рік, розраховано за формулою:

$$PP = \frac{K_0}{\epsilon} = \frac{2000}{113,5} = 17,6 \text{ роки ,}$$

Для кожного заходу з підвищення енергоефективності були розраховані економічні показники та занесені в таблиці 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

На рисунках 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 зображені дисконтовані витрати та економії від заходів, що впроваджені у 2021-2031 роки.

Таблиця 3.1. - Показники економічного ефекту від встановлення індивідуального теплового пункту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	113,50
2	Капітальні витрати, тис. грн.	2 000,00
3	Ставка дисконтування, %	15%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2020
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	4%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,6%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-1 320
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,660
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-9%
11	Простий строк окупності, років	17,62
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-



Рисунок 3.1 – Дисконтовані витрати та економія, при встановленні індивідуального теплового пункту, у 2021-2031 р.р.

Таблиця 3.2. - Показники економічного ефекту від утеплення зарядіаторних ділянок пінофолом

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	19,45
2	Капітальні витрати, тис. грн.	50,30
3	Ставка дисконтування, %	15%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2021
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	4%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,6%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	66
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	1,318
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	37%
11	Простий строк окупності, років	2,59
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	3,19

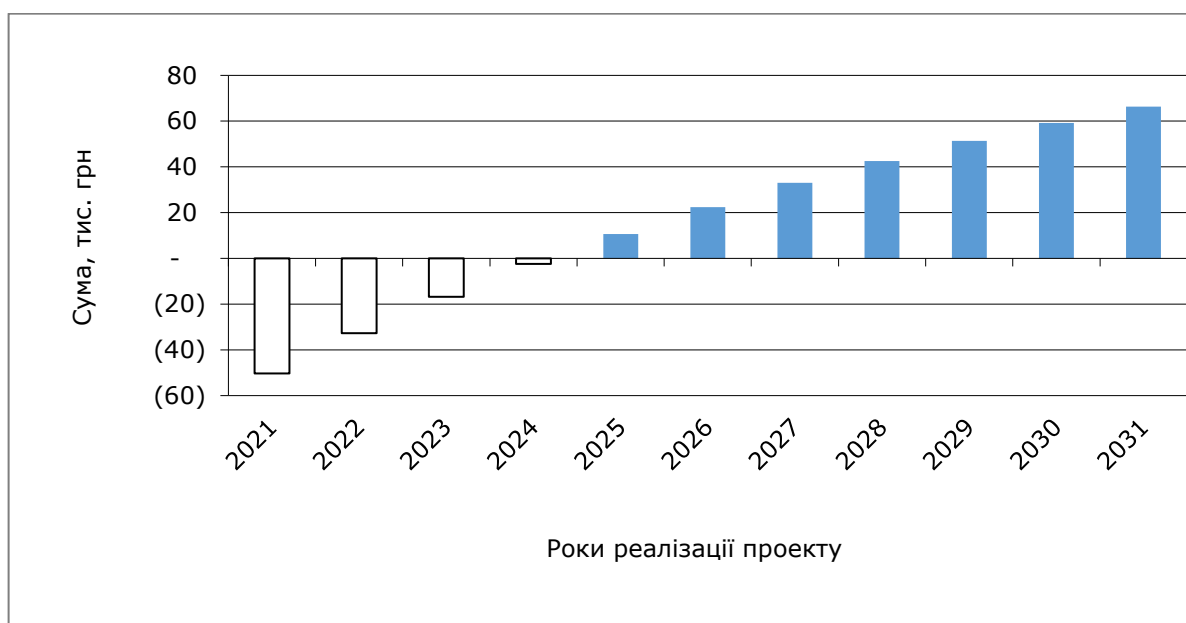


Рисунок 3.2 – Дисконтовані витрати та економія, при утепленні зарядіаторних ділянок пінофолом, у 2021-2031 р.р.

Таблиця 3.3. - Показники економічного ефекту від встановлення локальних рекуператорів

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	175,00
2	Капітальні витрати, тис. грн.	2 090,00
3	Ставка дисконтування, %	15%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2021
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	4%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,6%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-1 041
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,498
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-3%
11	Простий строк окупності, років	11,94
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-

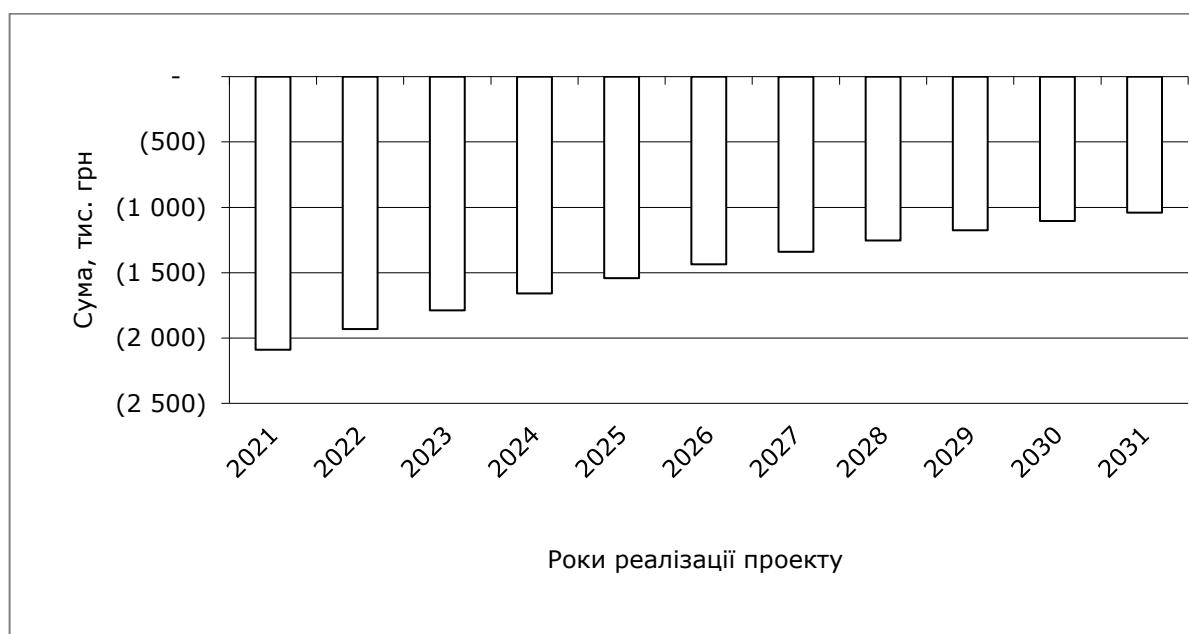


Рисунок 3.3 – Дисконтовані витрати та економія при встановленні локальних рекуператорів, у 2021-2031 р.р.

Таблиця 3.4. - Показники економічного ефекту від заміни вікон та балконних дверей на енергозберігаючі

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	33,55
2	Капітальні витрати, тис. грн.	1 289,20
3	Ставка дисконтування, %	15%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2021
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	4%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,6%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-1 088
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,844
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-19%
11	Простий строк окупності, років	38,43
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-



Рисунок 3.4 – Дисконтовані витрати та економія при заміні вікон та балконних дверей на енергозберігаючі, у 2021-2031 р.р.

Таблиця 3.5. - Показники економічного ефекту від утеплення даху

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	40,83
2	Капітальні витрати, тис. грн.	2 782,80
3	Ставка дисконтування, %	15%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2021
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	4%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,6%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-2 538
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,912
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	-25%
11	Простий строк окупності, років	68,16
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	-

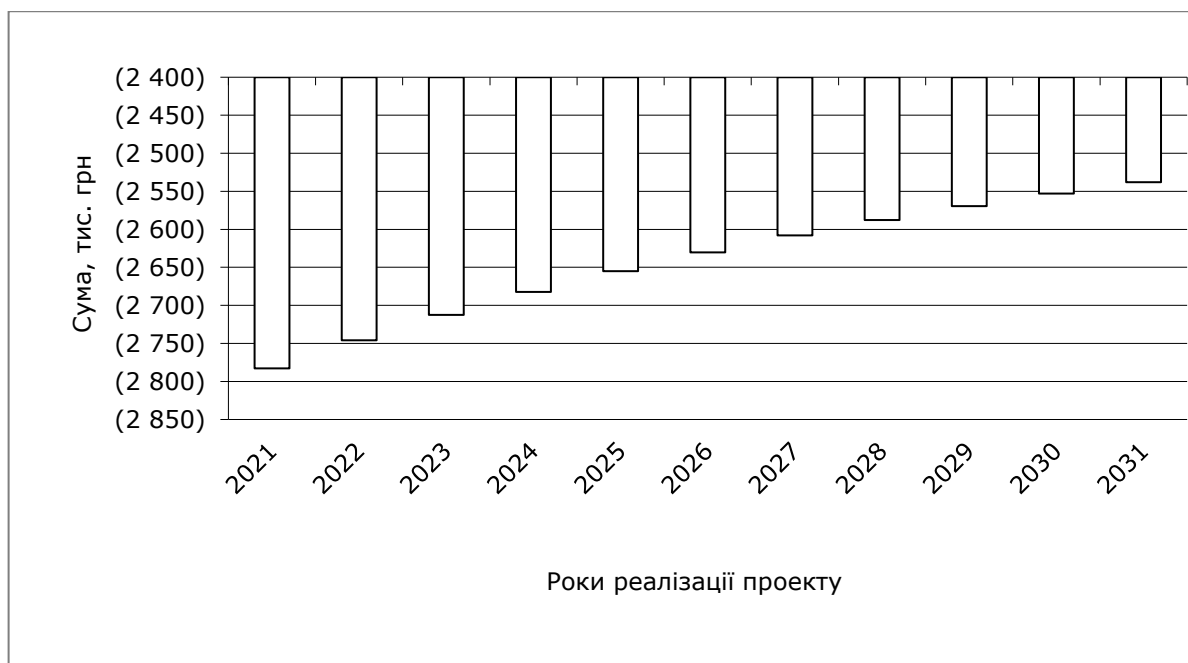


Рисунок 3.5 – Дисконтовані витрати та економія при утепленні даху, у 2021-2031 р.р.



## ВИСНОВКИ

Об'єкт дослідження - система споживання енергоносіїв ОСББ «Круглий дім» у місті Запоріжжя

Під час дослідження ОСББ «Круглий дім» у місті Запоріжжя було проведено:

- розрахунок теплотехнічних показників;
- аналіз інженерних систем будівлі;
- розрахунок питомих енергопотреб для опалення, охолодження та гаряче водопостачання;
- визначення питомого енергоспоживання будівлею.

Для свого функціонування житлова будівля споживає: природний газ для приготування їжі, електричну енергію для освітлення та побутових потреб, холодну та гарячу воду та теплову енергію у опалювальний період від котельної.

Зменшити споживання природного газу та холодної і гарячої води досить складна задача та зазвичай залежить від культури економного споживання енергоресурсів жителів будинку. Контроль за виконанням рекомендацій досить складний, тому усі заходи будуть направлені на зниження споживання теплової енергії у опалювальний період.

Визначено питоме енергоспоживання на опалення, охолодження, постачання гарячої води та інше. Згідно з класифікацією будівель багатоквартирних житлових будівель за енергетичною ефективністю, будівля отримала клас енергетичної ефективності «G».

Порівняння фактичного та розрахункового споживання теплової енергії свідчить про недостатній рівень регулювання на котельні. Відмітимо також, що під час огляду енергоаудиторами будівель зафіксовані завищені температури в деяких приміщеннях (до 22 °C). Тому найбільш ефективними будуть заходи, пов'язані з установкою приладів регулювання опалення.

Для зменшення споживання теплової та електричної енергії було розглянуто 5 енергозберігаючих заходів, всі вони детально проаналізовані та запропоновані до впровадження.

Було розглянуто встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП) як захід по контролю та зменшенню споживання тепла в опалювальний період від котельні. ІТП у зв'язці з автоматичними регуляторами витрати на стояках дадуть змогу варіювати споживання залежно від часу доби та відпускати споживачу потрібну кількість тепла.

Окрім заходів, пов'язаних з регулюванням, розглянуто захід по встановленню локальних рекуператорів в більшість приміщень (в ті приміщення, в яких більшість робочого часу знаходяться люди).

Також важливим кроком для здійснення якісного регулювання є налагодження системи опалення. Захід з найменшими капітальними затратами - це встановлення утеплювача за радіатором опалення відображення променевого тепла назад у приміщення.

Можна констатувати, що найбільші витрати були на заходи по утепленню огорожуючих конструкцій та встановлення ІТП.

Найбільш ефективними показали себе заходи з монтажу зарядіаторної ізоляції, встановлення локальних рекуператорів. Останній захід неможливий без пошуку стороннього фінансування від держави або грантів з іноземних держав, які направлені на підвищення рівня енергоефективності, бо передбачає великі капітальні витрати.

Доречними також будуть заходи, направлені на зменшення тепловтрат через огорожуючі конструкції та витрати інфільтрацією. Але вони у свою чергу мають великі капітальні витрати та високі строки окупності. Щоб мотивувати ОСББ впроваджувати такі заходи потрібна підтримка від держави. Сюди відносять так звані «теплі кредити». Допустимим варіантом можуть стати іноземні гранти, які направлені на підвищення рівня енергоефективності.

Також слід звернути увагу на ряд заходів, які ми вже згадували та які мають низькі капіталовкладення й короткі строки окупності. Сюди можна віднести монтаж зарядіаторної ізоляції та зонування будівлі. Заходи можна проводити лише у приміщеннях з високим використанням. Як приклад, використовувати локальні рекуператори лише у кімнатах, де найчастіше знаходяться люди. Цей крок допоможе зекономити фінансові витрати.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Абелешов В. І. Дослідження деяких аспектів підвищення ефективності енергозберігаючих заходів у житлових будинках. Енергозбереження, енергетика, енергоаудит. Х., 2011. №3 (85). - Режим доступу: [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова\\_періодика/eee/2013/3/19161.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/eee/2013/3/19161.pdf) (дата звернення: 29.09.2020).
2. Алексахин А. А. Показатели работы системы отопления функционирующего здания при дополнительной теплоизоляции стройконструкций / Алексахин А. А., Бобловский А.В., Деркач И.Л. // Энерго- и ресурсосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и вентиляции. Сборник трудов XIII международной науч.-техн. конференции. Пенза, ПГУАС, 2011. – 103-108с.
3. Алексахин А. А., Бобловский А.В. Теплотери трубопроводами отопительной сети при изменении расчетной отопительной нагрузки зданий микрорайона. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит, №9, 2011, – 20-27с.
4. Будинки майбутнього: хто і як створює енергоефективне житло в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/> (дата звернення: 29.09.2020)
5. Бучин С. Энергоэффективная Германия вчера, сегодня, завтра [Електронний ресурс] / С. Бучин. – Москва: «ЮНИДО в России». – Режим доступу: [http://odz.gov.ua/lean\\_pro/progress/energoefekt.pdf](http://odz.gov.ua/lean_pro/progress/energoefekt.pdf) (дата звернення: 29.09.2020)
6. Вайцзеккер Э. Фактор пять. / Э. Вайцзеккер // Формула устойчивого роста. Доклад Римского клуба. – Москва : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. – 368с.
7. Волон Г.Я., Зуев В. И., Сенновский Д. В., Троицкий-Марков Т. Е. Экспресс-энергоаудит зданий на основе динамической имитационной модели, Энергоресурсосбережение и энергоэффективность: № 3 (57) 2014, май-июнь, 13-22с.
8. Гоц В.В. Управління інформацією по фазам життєвого циклу девелоперського проекту / В.В. Гоц // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип. 9. – 30 – 35с.

9. ДБН А.2.2-3-2004 Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. – На заміну ДБН А.2.2-3-97. – Чинні від 2004-07-01. – К.: Укрархбудінформ, 2004. – 35с.
10. ДБН В.1.2-11-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. – Чинні від 2008-10-01. – К.: Укрархбудінформ, 2008. – 13с.
11. ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення. – Чинні від 2006-01-01. – К.: Держбуд України, 2005. – 36с.
12. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. – На заміну СНиП II-3-79. – Чинні від 2007-04-01. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65с.
13. Державна служба статистики. Енергетичний баланс України (архів). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/energ/en\\_bal/arh\\_2012.htm](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/energ/en_bal/arh_2012.htm) (дата звернення: 29.09.2020)
14. Долгошева, О. Б. Проектная документация. Формы и принципы изложения // О. Б. Долгошева/ Технологии безопасности и инженерные системы. - №4 (10). – 2006. – 56–58с.
15. Долінський А.А. «Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики» /А.А. Долінський // Вісник НАН України. – 2006. – №2. – 23-28с.
16. Домовик П. Пассивный дом – активная экономия: презентація енергоефективного дома в Італії [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://superdom.ua/build/planning/661-passivnyu-dom-aktivnayaekonomiya-prezentatsiya-energoeffektivnogo-doma-v-italii> (дата звернення: 10.09.2020)
17. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації будинків / - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 40с.
18. ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97) Основні вимоги до проектної та робочої документації. – На заміну ДСТУ А.2.4-4-95 (ГОСТ 21.101-93). – Чинні від 1999-10-01. – К.: Укрархбудінформ, 1999. – 57с.
19. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції / Чинні від 2009-01-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 43с.

20. Енергетика України // Довідник, 2017.
21. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник «НДІ проектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH(dena), Instituts Wohnen und Umwelt GmbH– 2006. – 144с.
22. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи : довідник / С. Ф. Вольфф, Г. Онищук, Л. Вуллкопф та ін.; Держ. наук.-дослідн. та проектновишукув. ін-т «НДІпроектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH, Instituts Wohnes und Umwelt GmbH (IWU). – К., 2006. – 144с.
23. Журнал “ESCO” [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.journal.esco.agency/> (дата звернення: 09.10.2020)
24. Зінченко О. Зелене будівництво : перспективи в Україні / О. Зінченко // ResearchClub. 2015.
25. Как экономят на отоплении в разных странах [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zuma.in.ua/ru/articles/201> (дата звернення: 19.10.2020)
26. Комеліна О. В., Щербініна С. А. Сучасні проблеми забезпечення енергоефективності житлового будівництва в Україні, Проблеми економіки: № 3, 2014, 108-113с.
27. Мельник Л.Г. Рождение сестейновой экономики: опыт ЕС и практика Украины в светепромышленных революцій: монографія. Сумы: Университетская книга, 2018. – 432с.
28. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Аналіз споживання електричної енергії в Україні за 4 місяці 2018 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245294742](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245294742) (дата звернення: 18.10.2020)
29. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. Інформація про роботу електроенергетичного комплексу за 11 місяців 2018 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245331195](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245331195) (дата звернення: 13.10.2020)

30. Принципи пасивної будівлі для енергоефективних шкіл. – К. : ВБО «Глобальна синергія», 2013. – 16с.
31. Про енергетичну ефективність: Закон України від 22.06.2017 р. №2118-VIII. Дата оновлення: 17.10.2019. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19> (дата звернення: 02.09.2020)
32. Савицкий Н.В. Основные принципы методики рационального проектирования жилых зданий / Савицкий Н.В. Швец Н.А., Шляхов К.В., Юрченко Е.Л. // Международный научно-технический сборник: Научнотехнические проблемы современного железобетона; - Вып. 62, книга 2 – К.: 2005. – 292 – 295с.
33. Сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України: база даних енергетичних сертифікатів. – Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/content/energy-certificate> (дата звернення: 12.09.2020)
34. Саницький М.А. Проблеми енергозбереження в сучасному житловоцивільному будівництві / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Маруак // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Будівельні конструкції» – 2005 – Випуск 63 – 234 – 239с.
35. Скрипка Є.О. «Соціально-економічні перспективи «озеленення» та інтелектуалізації автотранспорту» / А.М Маценко, М.Ю Гайтина, Є.О Скрипка // Збірник студентських наукових праць : Харків – 2018.
36. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. – На замену СНиП II-3-79. – Введены с 2003-10-01. – М., 2004. – 26с.
37. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий / Госстрой России. – М., 2004. – 139с.
38. Спикман М. Сравнение энергетических характеристик зданий в странах ЕС / М.Спикман, Дик Ван Дийк// Энергосбережение. – 2009. – № 5. – 43–45с.
39. Стандарт будівлі «Пасивний дім» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.pro-passivhaus.com](http://www.pro-passivhaus.com) (дата звернення: 15.10.2020)
40. Степаненко О.І. Пасивний будинок – шлях до ефективного використання енергії / О.І. Степаненко, В.В. Дубровська // Енергетика: економіка, технології, екологія. -№3 -Київ, 2014. – 56-58с.

41. ТСН 23-304-99 Москва (МГСН 2.01-99) Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению / Правительство Москвы. – М., 1999. – 78с.
42. ТСН 23-340-2003 Санкт-Петербург. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите / Правительство Санкт-Петербурга. – С.-Петербург, 2004. – 40с.
43. У Токіо з'явиться місто на воді і башта вища за «Бурдж-Халіфа». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://life.pravda.com.ua/society/2016/02/8/207830/> (дата звернення: 18.10.2020)
44. Файст В. «Основы проектирования пассивных домов» / В. Файст // Издательство АСВ, – М.: –2008. – 140с.
45. Федосенко Н. Німеччина, Італія і Японія – світові лідери енергозбереження [Електронний ресурс] / Н. Федосенко – Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/Nimechchyna-Italiya-i-Yaponiyasvitovi-lidery-enerhozberezhennya/> (дата звернення: 04.10.2020)
46. Чучалин М.П. Впровадження енергозберігаючих та енергоефективних технологій у сучасному будівництві, Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» № 1 (23), 1 т., 2017.
47. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип. 33, 2015
48. Щербініна С. А. Напрями підвищення енергоефективності житлового будівництва. Вісник Приазовського державного технічного університету: зб. наукових праць, ПДТУ. Маріуполь, 2014. Вип. 28. – Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/6995> (дата звернення: 05.09.2020).
49. Энергосбережение за рубежом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://gisee.ru/articles/foreign\\_experience/20020/](https://gisee.ru/articles/foreign_experience/20020/) (дата звернення: 15.10.2020)
50. Cazza Construction Technologies Introduces 3D Printing Construction Robots and Sees High Demand [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://3dprint.com/189228/cazza-3d-print-construction-robots/> (дата звернення: 05.10.2020)

51. Cleveland C.J. Encyclopedia of Energy (Volume 1), 2004p. – 858 p. Environmental Costs of production in Ukraine / editors: L. Melnyk, A. Karintseva. Sumy : Publishing house “Foligrant”, 2004. – 35p.
52. Cost optimal and nearly zero (nZEB) energy performance calculations for residential buildings with REHVA definition for nZEB national implantation / J. Kurnitski, A. Saari, T. Kalamees et al. // Energy and building. – 2011. – No 43. – 3279-3288p.
53. Feist W. Das kostengünstige Passivhaus — Proektbeschreibung / W. Feist // Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser. Protokollband № 1. Darmstadt, 1996. 9–21s.
54. Green Growth Strategy Interim Report: Implementing Our Commitment for a Sustainable Future [C/MIN(2010)5, Paris, 27-28 May 2010]. -[Електронний ресурс]. - Режим доступу: [www.oecd.org/greengrowth](http://www.oecd.org/greengrowth) (дата звернення: 25.10.2020)
55. Lucchi Elena Applications of the infrared thermography in the energy audit of buildings: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 82, Part 3, February 2018, 3077-3090p.
56. Mats R. Larson. The Business of Global Energy Transformation / Larson. R. Mats // Saving Billions through Sustainable Models. 2012. – 237p.
57. Mills S. Energy Savers – Tips on Saving Energy and Money at Home, 2009. – 36p.
58. New energy outlook 2017. Annual long-term economic forecast // Bloomberg New Energy Finance. 2016.
59. Sayigh A.M. Energy Conservation in Buildings. The Achievement of 50% Energy Saving. 1991. 485p
60. Sekret, R. Relation between energy characteristics and cost for single family buildings / Sekret R., Sanytsky M., Wojcikewicz M. // Proceedings of the 4<sup>th</sup> International conference on contemporary problems in architecture and construction, September 24-27, 2012. – Czestochowa, 2012. – 220 – 226p.
61. Shireen Bader Al Qadi Estimating the Heating Energy Consumption of the Residential Buildings in 3 Hebron, Palestine, School of Architecture and the Built Environment 11 University of Lincoln, Lincoln, UK, 2018.



62. Social and economic potential of sustainable development : the textbook / edited by L. Melnyk, L. Hens. Sumy: University book, 2008. – 350p.

63. UNIDO, General Conference Thirteenth session, Vienna, 7-11 December 2009 Forum on industrial development issues Issues paper by the Secretariat Distr.: General 28 October 2009. – 6p.

## Зонування будівлі

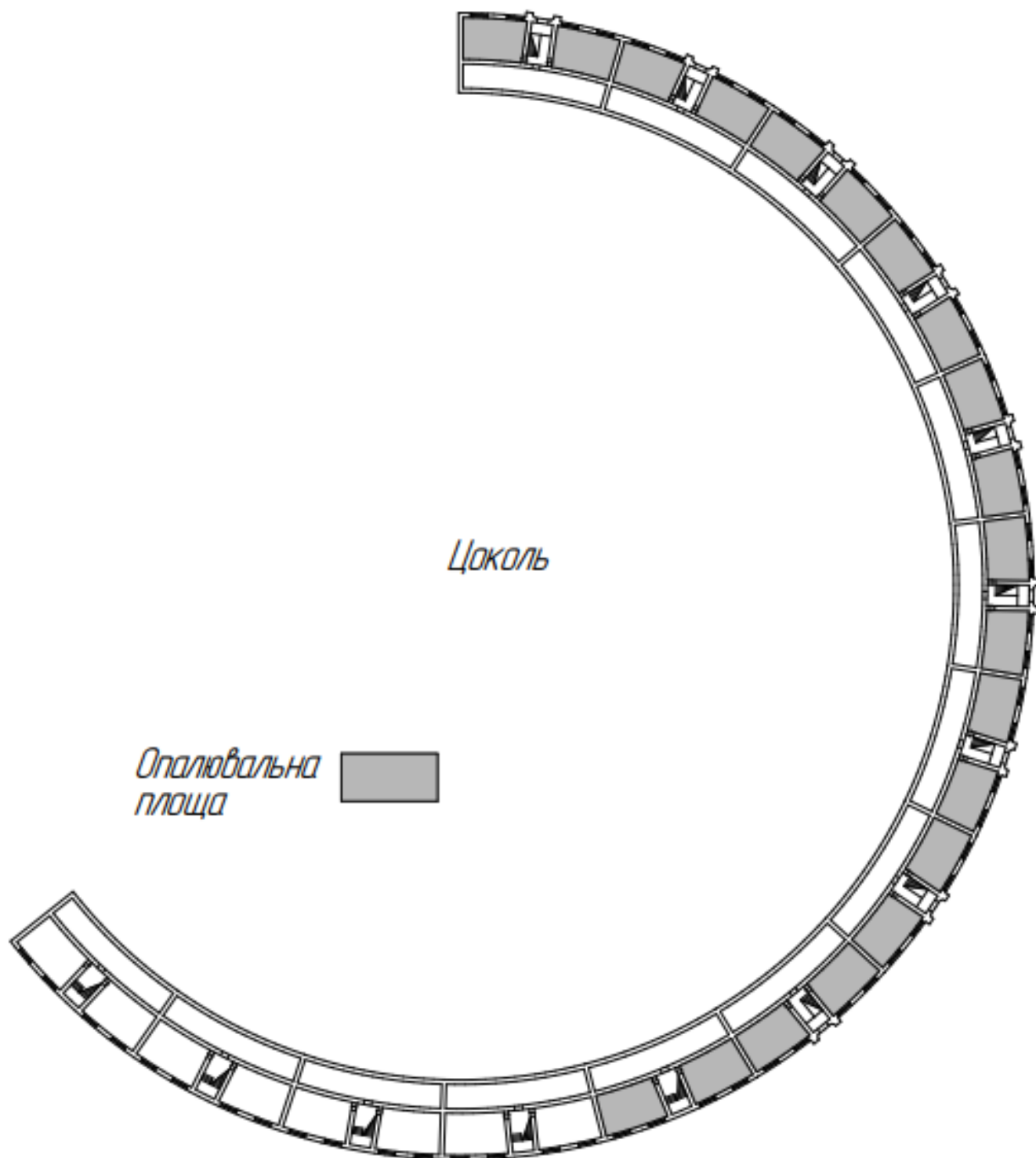


Рисунок А.1 – Опалювальна площа цокольного поверху

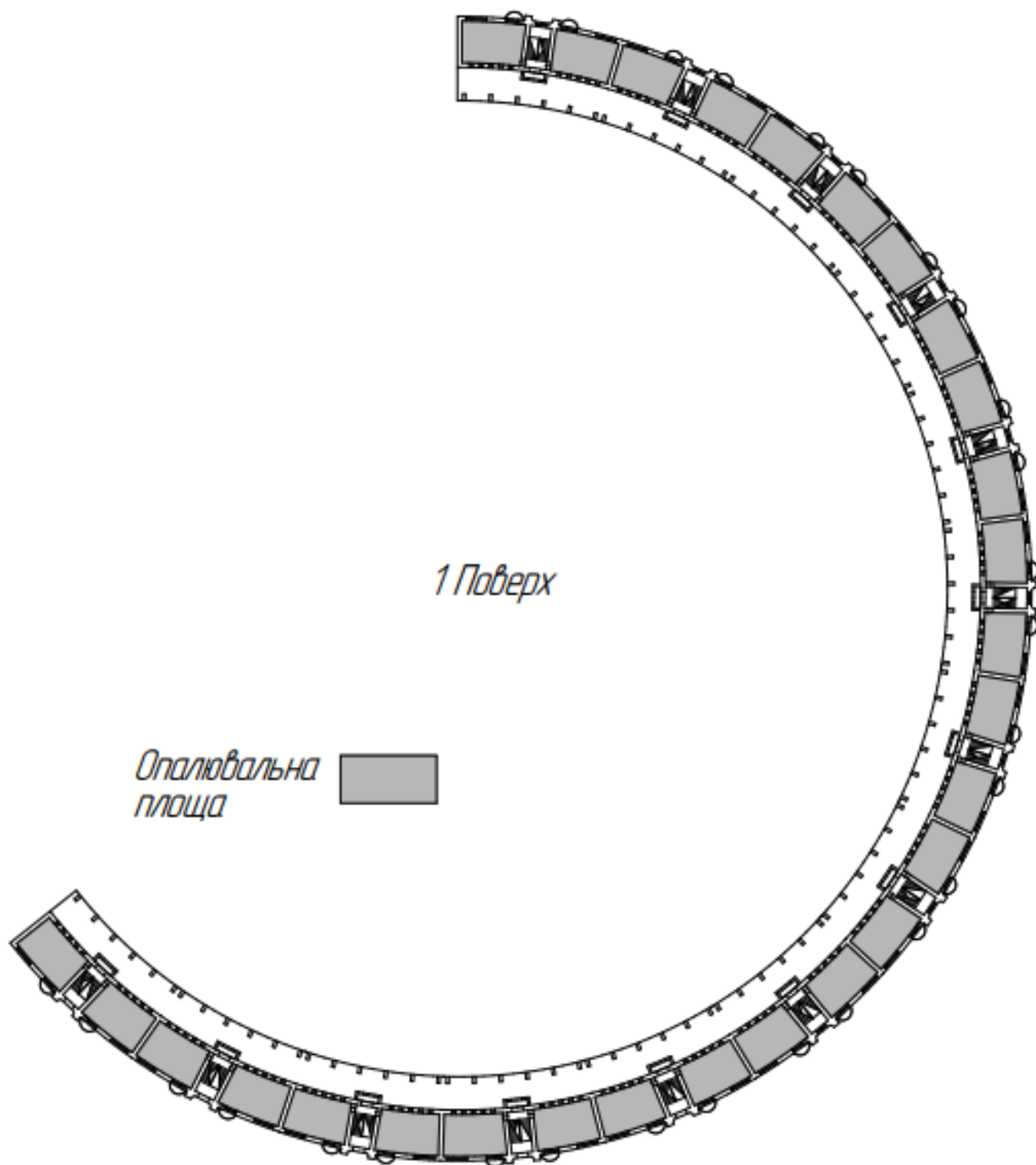


Рисунок А.2 – Опалювальна площа першого поверху

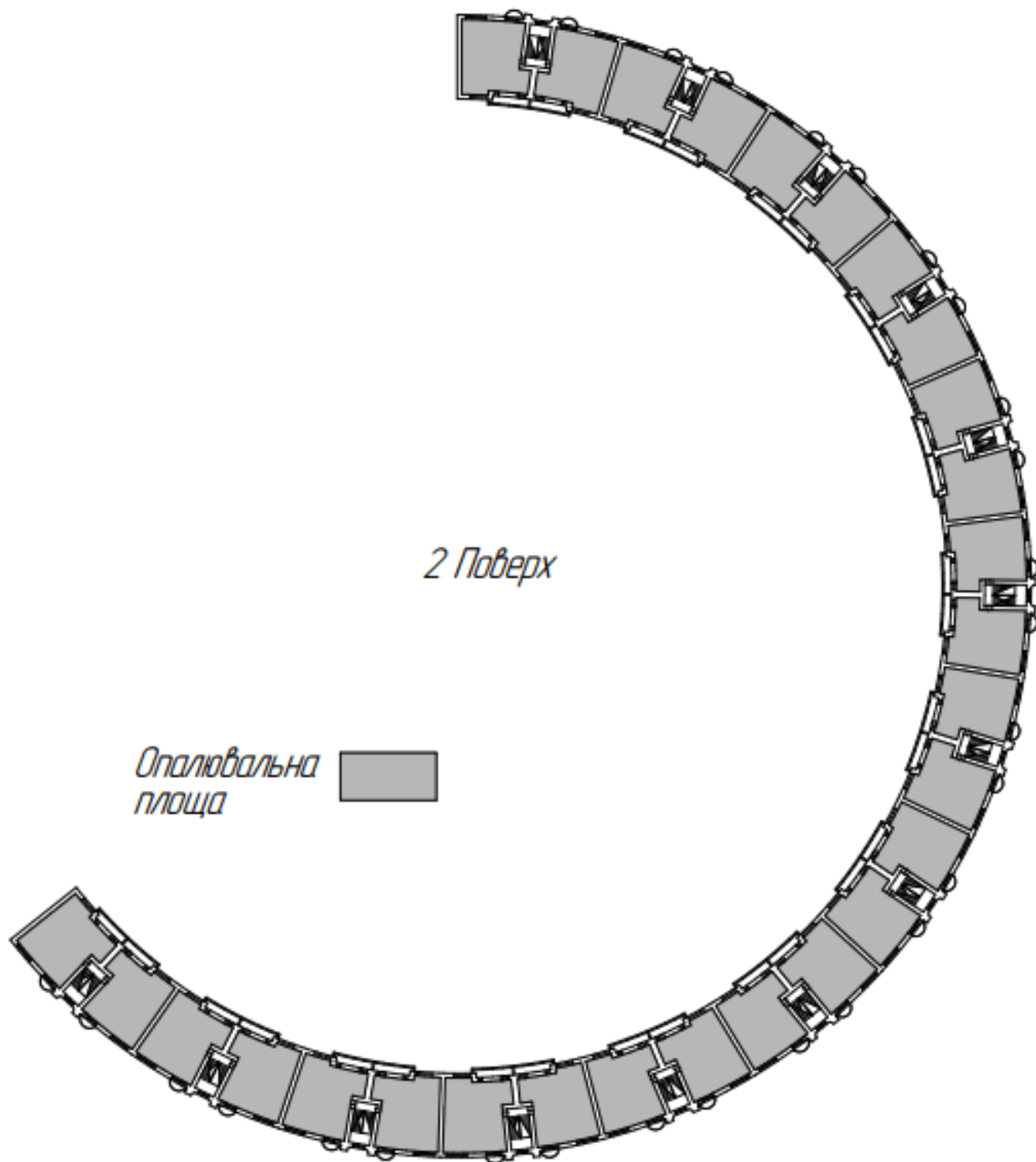


Рисунок А.3 – Опалювальна площа другого поверху

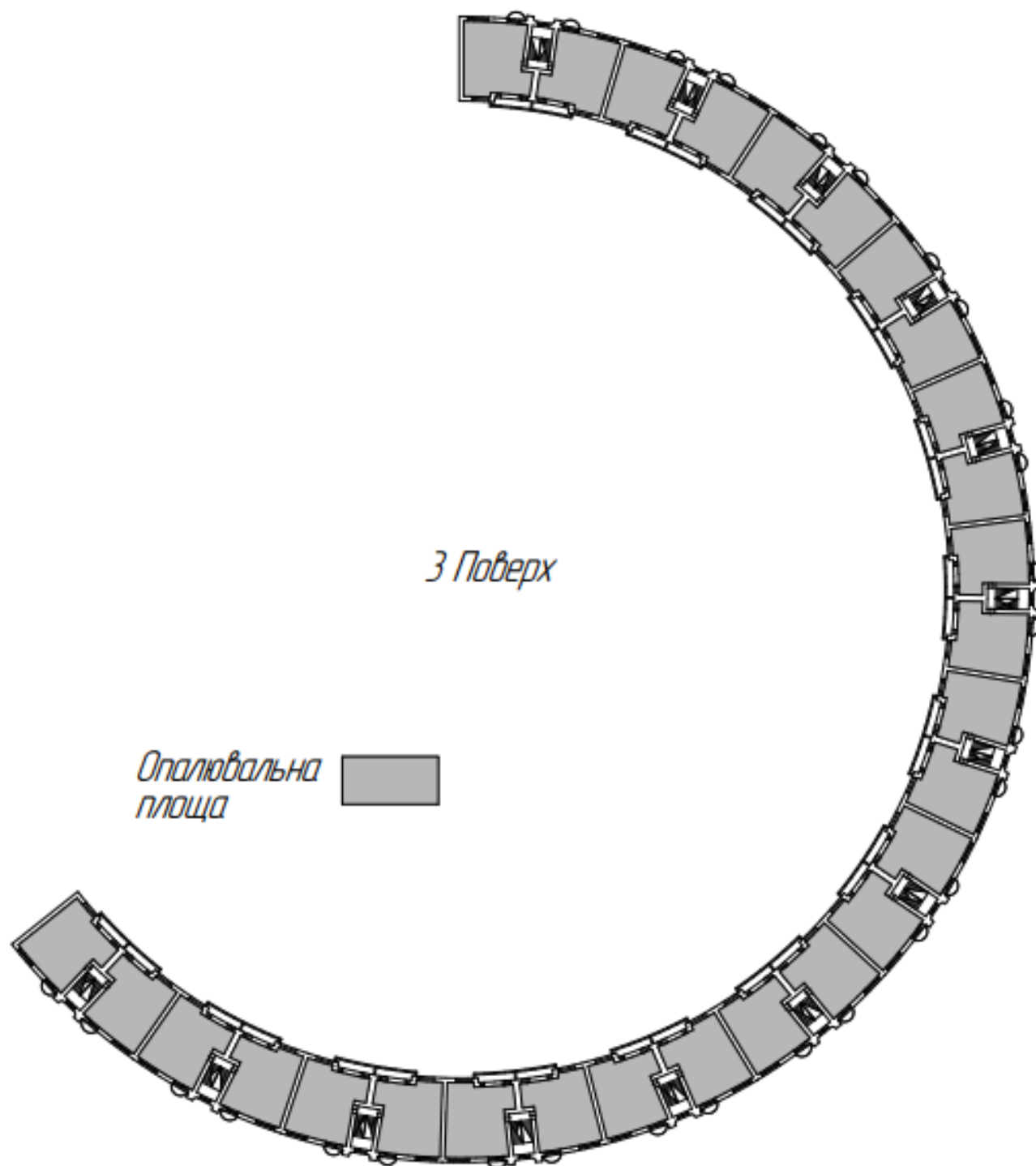


Рисунок А.4 – Опалювальна площа третього поверху

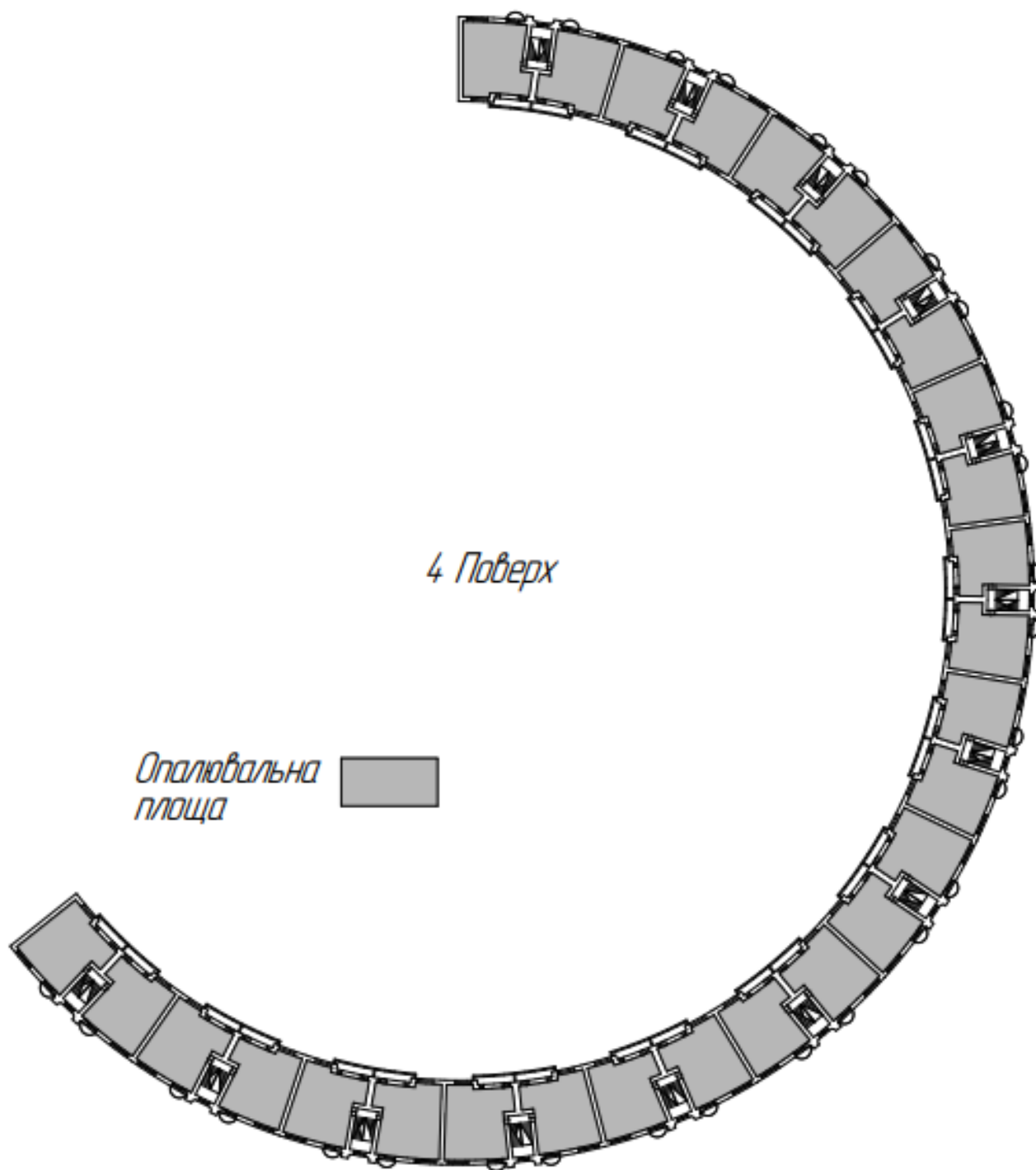


Рисунок А.5 – Опалювальна площа четвертого поверху

## Характеристика огорожувальних конструкцій

Таблиця Б.1 – Характеристика прозорих огорожувальних конструкцій будівлі

Вид конструкції	Орієнтація	Розмір		Кількість	Площа одного	Загальна площа	Матеріал рами	Тип заскління	Склопакет	Тип об'єму	Кути затінення			
		a	b								F hor	F ov	F fin left	F fin right
вікно	ПдЗ	2,2	1,3	2	2,86	5,72	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,2	1,3	2	2,86	5,72	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,2	1,3	2	2,86	5,72	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пд	2,2	1,3	2	2,86	5,72	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пд	2,2	1,3	2	2,86	5,72	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдСх	2,2	1,3	2	2,86	5,72	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдСх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдСх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-5к	2:І	4М-16-4І А=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Сх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				

вікно	Сх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Сх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-3к	2:І	4М-16-4І А=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пн	2,2	1,3	4	2,86	11,44	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,7	1,3	6	3,51	21,06	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,7	1,3	6	3,51	21,06	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,7	1,3	6	3,51	21,06	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пд	2,7	1,3	6	3,51	21,06	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пд	2,7	1,3	6	3,51	21,06	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдСх	2,7	1,3	6	3,51	21,06	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдСх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдСх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Сх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2:І	4М-16-4І А=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Сх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				



вікно	Сх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2:І	4М-16-4І А=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пн	2,7	1,3	8	3,51	28,08	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	1,5	1,3	4	1,95	7,8	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	ПдЗ	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	ПдЗ	1,5	1,3	1	1,95	1,95	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	Пд	1,5	1,3	3	1,95	5,85	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	Пд	1,5	1,3	5	1,95	9,75	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	ПдСх	1,5	1,3	4	1,95	7,8	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	ПдСх	1,5	1,3	5	1,95	9,75	П-5к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	ПдСх	1,5	1,3	4	1,95	7,8	П-3к	3	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	Сх	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	Сх	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
вікно	Сх	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		

вікно	ПнСх	1,5	1,3	4	1,95	7,8	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм	20		
вікно	ПнСх	1,5	1,3	5	1,95	9,75	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм	20		
вікно	Пн	1,5	1,3	6	1,95	11,7	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм	20		
вікно	ПнСх	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПнСх	1,5	1,3	4	1,95	7,8	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПнСх	1,5	1,3	5	1,95	9,75	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	Пн	1,5	1,3	3	1,95	5,85	Д	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	Пн	1,5	1,3	1	1,95	1,95	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПнЗ	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПнЗ	1,5	1,3	3	1,95	5,85	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПнЗ	1,5	1,3	4	1,95	7,8	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		

вікно	3	1,5	1,3	6	1,95	11,7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	3	1,5	1,3	6	1,95	11,7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	3	1,5	1,3	6	1,95	11,7	Д	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПдЗ	1,5	1,3	4	1,95	7,8	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПдЗ	1,5	1,3	3	1,95	5,85	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	Пд	1,5	1,3	2	1,95	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	30		
вікно	ПнСх	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	2,2	1,3	6	2,86	17,16	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	Пн	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	Пн	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнЗ	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			

вікно	ПнЗ	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-5к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнЗ	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	З	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	З	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	З	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,2	1,3	6	2,86	17,16	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПдЗ	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	Пд	2,2	1,3	6	2,86	17,16	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1,3	1	0,65	0,65	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
вікно	ПнСх	0,5	1,3	1	0,65	0,65	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
вікно	ПнСх	0,5	1,3	1	0,65	0,65	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
вікно	ПнЗ	0,5	1,3	1	0,65	0,65	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
вікно	ПдЗ	0,5	1,3	2	0,65	1,3	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
вікно	ПдЗ	0,5	1,3	2	0,65	1,3	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
вікно	Пд	0,5	1,3	1	0,65	0,65	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10

вікно	ПнСх	0,5	1,3	5	0,65	3,25	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПнСх	0,5	1,3	5	0,65	3,25	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПнСх	0,5	1,3	5	0,65	3,25	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	Пн	0,5	1,3	6	0,65	3,9	Д	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	Пн	0,5	1,3	6	0,65	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПнЗ	0,5	1,3	6	0,65	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПнЗ	0,5	1,3	5	0,65	3,25	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПнЗ	0,5	1,3	6	0,65	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	З	0,5	1,3	6	0,65	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	З	0,5	1,3	6	0,65	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10

вікно	3	0,5	1,3	6	0,65	3,9	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПдЗ	0,5	1,3	4	0,65	2,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПдЗ	0,5	1,3	4	0,65	2,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	Пд	0,5	1,3	5	0,65	3,25	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2:1	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм			

вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	0,5	8	0,25	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнЗ	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	З	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	З	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				

вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнСх	0,5	1	4	0,5	2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	ПнЗ	2,7	1,3	3	3,51	10,53	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
вікно	З	0,7	2	3	1,4	4,2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм				
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	1	1,4	1,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	Пд	0,7	2	3	1,4	4,2	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	Пд	0,7	2	5	1,4	7	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПдСх	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПдСх	0,7	2	5	1,4	7	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПдСх	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	Сх	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		



балконні двері	Сх	0,7	2	2	1,4	2,8	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	Сх	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПнСх	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПнСх	0,7	2	5	1,4	7	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	Пн	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		20		
балконні двері	ПнСх	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2:1	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		20		
балконні двері	ПнСх	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		20		
балконні двері	ПнСх	0,7	2	5	1,4	7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		20		
балконні двері	Пн	0,7	2	3	1,4	4,2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		20		
балконні двері	Пн	0,7	2	1	1,4	1,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		20		
балконні двері	ПнЗ	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		20		

балконні двері	ПнЗ	0,7	2	3	1,4	4,2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	ПнЗ	0,7	2	4	1,4	5,6	Д	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	З	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	З	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	З	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	3	1,4	4,2	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	Пд	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	20		
балконні двері	ПнСх	0,7	2	1	1,4	1,4	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм	40	10	10
балконні двері	ПнСх	0,7	2	1	1,4	1,4	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм	40	10	10
балконні двері	ПнСх	0,7	2	1	1,4	1,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм	40	10	10

балконні двері	ПнЗ	0,7	2	1	1,4	1,4	Д	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	2	1,4	2,8	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Опалювальний об'єм		40	10	10
балконні двері	Пд	0,7	2	1	1,4	1,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	ПнСх	0,7	2	5	1,4	7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	ПнСх	0,7	2	5	1,4	7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	ПнСх	0,7	2	5	1,4	7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	Пн	0,7	2	6	1,4	8,4	П-5к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	Пн	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	ПнЗ	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2:І	4М-16-4І П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10
балконні двері	ПнЗ	0,7	2	5	1,4	7	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		40	10	10

балконні двері	ПнЗ	0,7	2	6	1,4	8,4	П-5к	3:І	4М-16-4М- 16-4І А=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
балконні двері	З	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
балконні двері	З	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
балконні двері	З	0,7	2	6	1,4	8,4	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	4	1,4	5,6	П-3к	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
балконні двері	ПдЗ	0,7	2	4	1,4	5,6	П-5к	2:І	4М-16-4І П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10
балконні двері	Пд	0,7	2	5	1,4	7	Д	2	4М-16-4М П=100%	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	40	10	10

Таблиця Б.2. – Характеристика конструкції зовнішніх стін

Тип фасаду	Конструкція стіни	Товщина стіни, м
Фасад 1	Червона цегла на піщано-цементному розчині 560мм; штукатурка з обох сторін 20 мм	0,60

Таблиця Б.3. – Характеристика непрозорих огорожувальних конструкцій будівлі

Орієнтація	Тип	Площа	Тип об'єму з яким граничить стіна	Кути затінення			
				F hor	F ov	F fin left	F fin right
ПдЗ	Фасад 1	174,5	Опалювальний об'єм				
ПдЗ	Фасад 1	174,5	Опалювальний об'єм				
ПдЗ	Фасад 1	174,5	Опалювальний об'єм				
Пд	Фасад 1	174,5	Опалювальний об'єм				
Пд	Фасад 1	237,6	Опалювальний об'єм				
ПдСх	Фасад 1	237,6	Опалювальний об'єм				
ПдСх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
ПдСх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
Сх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
Сх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
Сх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
ПнСх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
ПнСх	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
Пн	Фасад 1	207,9	Опалювальний об'єм				
ПдЗ	Фасад 1	20,6	Опалювальний об'єм		20		
ПдЗ	Фасад 1	10,3	Опалювальний об'єм		20		
ПдЗ	Фасад 1	5,1	Опалювальний об'єм		20		
Пд	Фасад 1	15,4	Опалювальний об'єм		20		
Пд	Фасад 1	25,7	Опалювальний об'єм		20		
ПдСх	Фасад 1	20,6	Опалювальний об'єм		20		
ПдСх	Фасад 1	25,7	Опалювальний об'єм		20		
ПдСх	Фасад 1	20,6	Опалювальний об'єм		20		
Сх	Фасад 1	10,3	Опалювальний об'єм		20		

Сх	Фасад 1	10,3	Опалювальний об'єм		20		
Сх	Фасад 1	10,3	Опалювальний об'єм		20		
ПнСх	Фасад 1	20,6	Опалювальний об'єм		20		
ПнСх	Фасад 1	25,7	Опалювальний об'єм		20		
Пн	Фасад 1	30,9	Опалювальний об'єм		20		
ПдЗ	Фасад 1	10,3	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдЗ	Фасад 1	20,6	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдЗ	Фасад 1	25,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Пд	Фасад 1	15,4	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Пд	Фасад 1	5,1	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдСх	Фасад 1	10,3	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдСх	Фасад 1	15,4	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдСх	Фасад 1	20,6	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Сх	Фасад 1	30,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Сх	Фасад 1	30,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Сх	Фасад 1	30,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнСх	Фасад 1	20,6	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнСх	Фасад 1	15,4	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Пн	Фасад 1	10,3	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнСх	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПнСх	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПнСх	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
Пн	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
Пн	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПнЗ	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПнЗ	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПнЗ	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
З	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
З	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				

З	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПдЗ	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПдЗ	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
Пд	Фасад 1	70,5	Опалювальний об'єм				
ПнСх	Фасад 1	14,7	Опалювальний об'єм		30		
ПнСх	Фасад 1	14,7	Опалювальний об'єм		30		
ПнСх	Фасад 1	14,7	Опалювальний об'єм		30		
ПнЗ	Фасад 1	14,7	Опалювальний об'єм		30		
ПдЗ	Фасад 1	29,6	Опалювальний об'єм		30		
ПдЗ	Фасад 1	29,6	Опалювальний об'єм		30		
Пд	Фасад 1	14,7	Опалювальний об'єм		30		
ПнСх	Фасад 1	73,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнСх	Фасад 1	73,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнСх	Фасад 1	73,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Пн	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Пн	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнЗ	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнЗ	Фасад 1	73,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнЗ	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
З	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
З	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
З	Фасад 1	88,7	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдЗ	Фасад 1	59,1	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПдЗ	Фасад 1	59,1	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
Пд	Фасад 1	73,9	Засклений балкон/лоджія існуючих будівель		30		
ПнСх	Фасад 1	56,52	Опалювальний об'єм		60		
ПнСх	Фасад 1	56,52	Опалювальний об'єм		60		
ПнСх	Фасад 1	56,52	Опалювальний об'єм		60		
Пн	Фасад 1	56,52	Опалювальний об'єм		60		





ПнСх	Фасад 1	60,5	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною				
ПнСх	Фасад 1	60,5	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною				
ПнСх	Фасад 1	60,5	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною				
ПнСх	Фасад 1	60,5	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною				
ПнСх	Фасад 1	60,5	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною				
ПнЗ	Фасад 1	125,47	Опалювальний об'єм				
3	Фасад 1	22,78	Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами та дверима				
3	Фасад 1	125,47	Опалювальний об'єм				

Таблиця Б.4. – Характеристика зовнішніх дверей

Розмір		Площа одного	Кількість	Загальна площа	Матеріал рами	Тип об'єму
a	b					
1	2	2	8	16	М	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	8	16	МУ-30мм	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	8	16	Д	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	8	16	М	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	МУ-30мм	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	М	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	М	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	МУ-30мм	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	Д	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	Д	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	МУ-30мм	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	М	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	М	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною
1	2	2	10	20	Д	Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною

## Теплотехнічні параметри

Таблиця В.1. – Теплотехнічні параметри та розміри зовнішніх стін

Орієнтація	Тип конструкції	Площа, м <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	ΔU <sub>i</sub> , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	Загінення	b <sub>tr,x,H</sub>	b <sub>tr,x,C</sub>	H <sub>tr,adj,H</sub> , Вт/К	H <sub>tr,adj,C</sub> , Вт/К
ПдЗ	Фасад 1	174,5	1,16	0	1	1	1	202,42	202,42
ПдЗ	Фасад 1	174,5	1,16	0	1	1	1	202,42	202,42
ПдЗ	Фасад 1	174,5	1,16	0	1	1	1	202,42	202,42
Пд	Фасад 1	174,5	1,16	0	1	1	1	202,42	202,42
Пд	Фасад 1	237,6	1,16	0	1	1	1	275,62	275,62
ПдСх	Фасад 1	237,6	1,16	0	1	1	1	275,62	275,62
ПдСх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
ПдСх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
Сх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
Сх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
Сх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
ПнСх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
ПнСх	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
Пн	Фасад 1	207,9	1,16	0	1	1	1	241,16	241,16
ПдЗ	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,82	1	1	23,9	23,9
ПдЗ	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,82	1	1	11,95	11,95
ПдЗ	Фасад 1	5,1	1,16	0	0,82	1	1	5,92	5,92
Пд	Фасад 1	15,4	1,16	0	0,83	1	1	17,86	17,86
Пд	Фасад 1	25,7	1,16	0	0,83	1	1	29,81	29,81
ПдСх	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,82	1	1	23,9	23,9
ПдСх	Фасад 1	25,7	1,16	0	0,82	1	1	29,81	29,81
ПдСх	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,82	1	1	23,9	23,9
Сх	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,87	1	1	11,95	11,95
Сх	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,87	1	1	11,95	11,95
Сх	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,87	1	1	11,95	11,95
ПнСх	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,95	1	1	23,9	23,9
ПнСх	Фасад 1	25,7	1,16	0	0,95	1	1	29,81	29,81
Пн	Фасад 1	30,9	1,16	0	0,98	1	1	35,84	35,84
ПдЗ	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,65	0,7	1	8,36	11,95
ПдЗ	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,65	0,7	1	16,73	23,9
ПдЗ	Фасад 1	25,7	1,16	0	0,65	0,7	1	20,87	29,81
Пд	Фасад 1	15,4	1,16	0	0,56	0,7	1	12,5	17,86
Пд	Фасад 1	5,1	1,16	0	0,56	0,7	1	4,14	5,92

ПдСх	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,65	0,7	1	8,36	11,95
ПдСх	Фасад 1	15,4	1,16	0	0,65	0,7	1	12,5	17,86
ПдСх	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,65	0,7	1	16,73	23,9
Сх	Фасад 1	30,9	1,16	0	0,78	0,7	1	25,09	35,84
Сх	Фасад 1	30,9	1,16	0	0,78	0,7	1	25,09	35,84
Сх	Фасад 1	30,9	1,16	0	0,78	0,7	1	25,09	35,84
ПнСх	Фасад 1	20,6	1,16	0	0,9	0,7	1	16,73	23,9
ПнСх	Фасад 1	15,4	1,16	0	0,9	0,7	1	12,5	17,86
Пн	Фасад 1	10,3	1,16	0	0,95	0,7	1	8,36	11,95
ПнСх	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПнСх	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПнСх	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
Пн	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
Пн	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПнЗ	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПнЗ	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПнЗ	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
З	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
З	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
З	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПдЗ	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПдЗ	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
Пд	Фасад 1	70,5	1,16	0	1	1	1	81,78	81,78
ПнСх	Фасад 1	14,7	1,16	0	0,9	1	1	17,05	17,05
ПнСх	Фасад 1	14,7	1,16	0	0,9	1	1	17,05	17,05
ПнСх	Фасад 1	14,7	1,16	0	0,9	1	1	17,05	17,05
ПнЗ	Фасад 1	14,7	1,16	0	0,91	1	1	17,05	17,05
ПдЗ	Фасад 1	29,6	1,16	0	0,65	1	1	34,34	34,34
ПдЗ	Фасад 1	29,6	1,16	0	0,65	1	1	34,34	34,34
Пд	Фасад 1	14,7	1,16	0	0,56	1	1	17,05	17,05
ПнСх	Фасад 1	73,9	1,16	0	0,9	0,7	1	60,01	85,72
ПнСх	Фасад 1	73,9	1,16	0	0,9	0,7	1	60,01	85,72
ПнСх	Фасад 1	73,9	1,16	0	0,9	0,7	1	60,01	85,72
Пн	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,95	0,7	1	72,02	102,89
Пн	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,95	0,7	1	72,02	102,89
ПнЗ	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,91	0,7	1	72,02	102,89
ПнЗ	Фасад 1	73,9	1,16	0	0,91	0,7	1	60,01	85,72
ПнЗ	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,91	0,7	1	72,02	102,89
З	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,76	0,7	1	72,02	102,89
З	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,76	0,7	1	72,02	102,89
З	Фасад 1	88,7	1,16	0	0,76	0,7	1	72,02	102,89
ПдЗ	Фасад 1	59,1	1,16	0	0,65	0,7	1	47,99	68,56
ПдЗ	Фасад 1	59,1	1,16	0	0,65	0,7	1	47,99	68,56

Пд	Фасад 1	73,9	1,16	0	0,56	0,7	1	60,01	85,72
ПнСх	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,73	1	1	65,56	65,56
ПнСх	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,73	1	1	65,56	65,56
ПнСх	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,73	1	1	65,56	65,56
Пн	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,82	1	1	65,56	65,56
Пн	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,82	1	1	65,56	65,56
ПнЗ	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,74	1	1	65,56	65,56
ПнЗ	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,74	1	1	65,56	65,56
ПнЗ	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,74	1	1	65,56	65,56
З	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,54	1	1	65,56	65,56
З	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,54	1	1	65,56	65,56
З	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,54	1	1	65,56	65,56
ПдЗ	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,37	1	1	65,56	65,56
ПдЗ	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,37	1	1	65,56	65,56
Пд	Фасад 1	56,52	1,16	0	0,3	1	1	65,56	65,56
ПнСх	Фасад 1	162,2	1,16	0	1	0,4	0	75,26	0
ПнСх	Фасад 1	162,2	1,16	0	1	0,4	0	75,26	0
ПнСх	Фасад 1	162,2	1,16	0	1	0,4	0	75,26	0
ПнСх	Фасад 1	162,2	1,16	0	1	0,4	0	75,26	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	195,6	1,16	0	1	0,4	0	90,76	0
ПнСх	Фасад 1	83,3	1,16	0	1	0,4	0	38,65	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнСх	Фасад 1	60,5	1,16	0	1	0,4	0	28,07	0
ПнЗ	Фасад 1	125,47	1,16	0	1	1	1	145,55	145,55
З	Фасад 1	22,78	1,16	0	1	0,6	0	15,85	0
З	Фасад 1	125,47	1,16	0	1	1	1	145,55	145,55

Таблиця В.2. – Теплотехнічні параметри та розміри світлопрозорих

Вид конструкції	Орієнтація	Площа одного	Загальна площа	$U_i, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$\Delta U_i, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Загінення	$b_{\text{tr},x,H}$	$b_{\text{tr},x,C}$	$H_{\text{tr},adj,H}, \text{Вт}/\text{К}$	$H_{\text{tr},adj,C}, \text{Вт}/\text{К}$
вікно	ПдЗ	2,86	5,72	2,4	0	1	1	13,73	1	13,73
вікно	ПдЗ	2,86	5,72	2,59	0	1	1	14,81	1	14,81
вікно	ПдЗ	2,86	5,72	2,59	0	1	1	14,81	1	14,81
вікно	Пд	2,86	5,72	2,59	0	1	1	14,81	1	14,81
вікно	Пд	2,86	5,72	2,59	0	1	1	14,81	1	14,81
вікно	ПдСх	2,86	5,72	2,56	0	1	1	14,64	1	14,64
вікно	ПдСх	2,86	11,44	2,59	0	1	1	29,63	1	29,63
вікно	ПдСх	2,86	11,44	1,45	0	1	1	16,59	1	16,59
вікно	Сх	2,86	11,44	2,59	0	1	1	29,63	1	29,63
вікно	Сх	2,86	11,44	2,4	0	1	1	27,46	1	27,46
вікно	Сх	2,86	11,44	1,52	0	1	1	17,39	1	17,39
вікно	ПнСх	2,86	11,44	2,59	0	1	1	29,63	1	29,63
вікно	ПнСх	2,86	11,44	2,59	0	1	1	29,63	1	29,63
вікно	Пн	2,86	11,44	2,59	0	1	1	29,63	1	29,63
вікно	ПдЗ	3,51	21,06	2,56	0	1	1	53,91	1	53,91
вікно	ПдЗ	3,51	21,06	2,59	0	1	1	54,55	1	54,55
вікно	ПдЗ	3,51	21,06	1,66	0	1	1	34,96	1	34,96
вікно	Пд	3,51	21,06	2,59	0	1	1	54,55	1	54,55
вікно	Пд	3,51	21,06	2,4	0	1	1	50,54	1	50,54
вікно	ПдСх	3,51	21,06	2,59	0	1	1	54,55	1	54,55
вікно	ПдСх	3,51	28,08	2,59	0	1	1	72,73	1	72,73
вікно	ПдСх	3,51	28,08	2,59	0	1	1	72,73	1	72,73
вікно	Сх	3,51	28,08	1,52	0	1	1	42,68	1	42,68
вікно	Сх	3,51	28,08	2,4	0	1	1	67,39	1	67,39
вікно	Сх	3,51	28,08	2,59	0	1	1	72,73	1	72,73
вікно	ПнСх	3,51	28,08	1,52	0	1	1	42,68	1	42,68
вікно	ПнСх	3,51	28,08	2,59	0	1	1	72,73	1	72,73
вікно	Пн	3,51	28,08	2,59	0	1	1	72,73	1	72,73
вікно	ПдЗ	1,95	7,8	2,4	0	0,97	1	18,72	1	18,72
вікно	ПдЗ	1,95	3,9	2,59	0	0,97	1	10,1	1	10,1
вікно	ПдЗ	1,95	1,95	2,59	0	0,97	1	5,05	1	5,05
вікно	Пд	1,95	5,85	2,59	0	0,98	1	15,15	1	15,15
вікно	Пд	1,95	9,75	2,59	0	0,98	1	25,25	1	25,25
вікно	ПдСх	1,95	7,8	2,56	0	0,98	1	19,97	1	19,97
вікно	ПдСх	1,95	9,75	1,58	0	0,98	1	15,41	1	15,41
вікно	ПдСх	1,95	7,8	2,59	0	0,98	1	20,2	1	20,2

ВІКНО	Сх	1,95	3,9	2,59	0	0,96	1	10,1	1	10,1
ВІКНО	Сх	1,95	3,9	2,59	0	0,96	1	10,1	1	10,1
ВІКНО	Сх	1,95	3,9	2,59	0	0,96	1	10,1	1	10,1
ВІКНО	ПнСх	1,95	7,8	2,56	0	0,95	1	19,97	1	19,97
ВІКНО	ПнСх	1,95	9,75	2,59	0	0,95	1	25,25	1	25,25
ВІКНО	Пн	1,95	11,7	2,4	0	0,95	1	28,08	1	28,08
ВІКНО	ПнСх	1,95	3,9	2,59	0	0,89	1	10,1	0,7	7,07
ВІКНО	ПнСх	1,95	7,8	2,4	0	0,89	1	18,72	0,7	13,1
ВІКНО	ПнСх	1,95	9,75	2,59	0	0,89	1	25,25	0,7	17,68
ВІКНО	Пн	1,95	5,85	2,56	0	0,88	1	14,98	0,7	10,48
ВІКНО	Пн	1,95	1,95	2,59	0	0,88	1	5,05	0,7	3,54
ВІКНО	ПнЗ	1,95	3,9	2,4	0	0,88	1	9,36	0,7	6,55
ВІКНО	ПнЗ	1,95	5,85	2,59	0	0,88	1	15,15	0,7	10,61
ВІКНО	ПнЗ	1,95	7,8	2,4	0	0,88	1	18,72	0,7	13,1
ВІКНО	З	1,95	11,7	2,59	0	0,9	1	30,3	0,7	21,21
ВІКНО	З	1,95	11,7	2,59	0	0,9	1	30,3	0,7	21,21
ВІКНО	З	1,95	11,7	2,56	0	0,9	1	29,95	0,7	20,97
ВІКНО	ПдЗ	1,95	7,8	2,59	0	0,93	1	20,2	0,7	14,14
ВІКНО	ПдЗ	1,95	5,85	1,66	0	0,93	1	9,71	0,7	6,8
ВІКНО	Пд	1,95	3,9	2,59	0	0,96	1	10,1	0,7	7,07
ВІКНО	ПнСх	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	ПнСх	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	ПнСх	2,86	17,16	2,56	0	1	1	43,93	1	43,93
ВІКНО	Пн	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	Пн	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	ПнЗ	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	ПнЗ	2,86	17,16	1,58	0	1	1	27,11	1	27,11
ВІКНО	ПнЗ	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	З	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	З	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	З	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	ПдЗ	2,86	17,16	2,56	0	1	1	43,93	1	43,93
ВІКНО	ПдЗ	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	Пд	2,86	17,16	2,59	0	1	1	44,44	1	44,44
ВІКНО	ПнСх	0,65	0,65	2,59	0	0,79	1	1,68	1	1,68
ВІКНО	ПнСх	0,65	0,65	1,66	0	0,79	1	1,08	1	1,08
ВІКНО	ПнСх	0,65	0,65	2,59	0	0,79	1	1,68	1	1,68
ВІКНО	ПнЗ	0,65	0,65	2,56	0	0,79	1	1,66	1	1,66
ВІКНО	ПдЗ	0,65	1,3	2,4	0	0,86	1	3,12	1	3,12
ВІКНО	ПдЗ	0,65	1,3	2,59	0	0,86	1	3,37	1	3,37
ВІКНО	Пд	0,65	0,65	2,4	0	0,93	1	1,56	1	1,56
ВІКНО	ПнСх	0,65	3,25	2,59	0	0,79	1	8,42	0,7	5,89
ВІКНО	ПнСх	0,65	3,25	2,59	0	0,79	1	8,42	0,7	5,89



балконні двері	ПдЗ	1,4	5,6	1,93	0	0,97	1	10,81	1	10,81
балконні двері	ПдЗ	1,4	2,8	1,6	0	0,97	1	4,48	1	4,48
балконні двері	ПдЗ	1,4	1,4	1,93	0	0,97	1	2,7	1	2,7
балконні двері	Пд	1,4	4,2	1,64	0	0,98	1	6,89	1	6,89
балконні двері	Пд	1,4	7	1,6	0	0,98	1	11,2	1	11,2
балконні двері	ПдСх	1,4	5,6	1,93	0	0,98	1	10,81	1	10,81
балконні двері	ПдСх	1,4	7	1,64	0	0,98	1	11,48	1	11,48
балконні двері	ПдСх	1,4	5,6	1,93	0	0,98	1	10,81	1	10,81
балконні двері	Сх	1,4	2,8	1,93	0	0,96	1	5,4	1	5,4
балконні двері	Сх	1,4	2,8	1,64	0	0,96	1	4,59	1	4,59
балконні двері	Сх	1,4	2,8	1,93	0	0,96	1	5,4	1	5,4
балконні двері	ПнСх	1,4	5,6	1,93	0	0,95	1	10,81	1	10,81
балконні двері	ПнСх	1,4	7	1,64	0	0,95	1	11,48	1	11,48
балконні двері	Пн	1,4	8,4	1,93	0	0,95	1	16,21	1	16,21
балконні двері	ПнСх	1,4	2,8	1,6	0	0,95	1	4,48	0,7	3,14
балконні двері	ПнСх	1,4	5,6	1,93	0	0,95	1	10,81	0,7	7,57
балконні двері	ПнСх	1,4	7	1,93	0	0,95	1	13,51	0,7	9,46
балконні двері	Пн	1,4	4,2	1,93	0	0,95	1	8,11	0,7	5,67
балконні двері	Пн	1,4	1,4	1,93	0	0,95	1	2,7	0,7	1,89
балконні двері	ПнЗ	1,4	2,8	1,93	0	0,95	1	5,4	0,7	3,78
балконні двері	ПнЗ	1,4	4,2	1,93	0	0,95	1	8,11	0,7	5,67
балконні двері	ПнЗ	1,4	5,6	2,56	0	0,95	1	14,34	0,7	10,04



балконні двері	З	1,4	8,4	1,93	0	0,96	1	16,21	0,7	11,35
балконні двері	З	1,4	8,4	1,93	0	0,96	1	16,21	0,7	11,35
балконні двері	З	1,4	8,4	1,93	0	0,96	1	16,21	0,7	11,35
балконні двері	ПдЗ	1,4	5,6	1,93	0	0,97	1	10,81	0,7	7,57
балконні двері	ПдЗ	1,4	4,2	1,93	0	0,97	1	8,11	0,7	5,67
балконні двері	Пд	1,4	2,8	1,93	0	0,98	1	5,4	0,7	3,78
балконні двері	ПнСх	1,4	1,4	1,6	0	0,79	1	2,24	1	2,24
балконні двері	ПнСх	1,4	1,4	1,64	0	0,79	1	2,3	1	2,3
балконні двері	ПнСх	1,4	1,4	1,93	0	0,79	1	2,7	1	2,7
балконні двері	ПнЗ	1,4	1,4	2,56	0	0,79	1	3,58	1	3,58
балконні двері	ПдЗ	1,4	2,8	1,93	0	0,86	1	5,4	1	5,4
балконні двері	ПдЗ	1,4	2,8	1,6	0	0,86	1	4,48	1	4,48
балконні двері	Пд	1,4	1,4	1,93	0	0,93	1	2,7	0,7	1,89
балконні двері	ПнСх	1,4	7	1,93	0	0,79	1	13,51	0,7	9,46
балконні двері	ПнСх	1,4	7	1,93	0	0,79	1	13,51	0,7	9,46
балконні двері	ПнСх	1,4	7	1,93	0	0,79	1	13,51	0,7	9,46
балконні двері	Пн	1,4	8,4	1,64	0	0,79	1	13,78	0,7	9,64
балконні двері	Пн	1,4	8,4	1,93	0	0,79	1	16,21	0,7	11,35
балконні двері	ПнЗ	1,4	8,4	1,6	0	0,79	1	13,44	0,7	9,41
балконні двері	ПнЗ	1,4	7	1,93	0	0,79	1	13,51	0,7	9,46
балконні двері	ПнЗ	1,4	8,4	1,36	0	0,79	1	11,42	0,7	8
балконні двері	З	1,4	8,4	1,93	0	0,82	1	16,21	0,7	11,35

балконні двері	З	1,4	8,4	1,93	0	0,82	1	16,21	0,7	11,35
балконні двері	З	1,4	8,4	1,93	0	0,82	1	16,21	0,7	11,35
балконні двері	ПдЗ	1,4	5,6	1,93	0	0,86	1	10,81	0,7	7,57
балконні двері	ПдЗ	1,4	5,6	1,4	0	0,86	1	7,84	0,7	5,49
балконні двері	Пд	1,4	7	2,56	0	0,93	1	17,92	0,7	12,54

## Енергетичний сертифікат

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ**

Адреса (місцезнаходження) будівлі: місто Запоріжжя, вулиця Незалежної України, 31

Функціональне призначення та назва: Житловий будинок, ОСББ "Круглий дім"

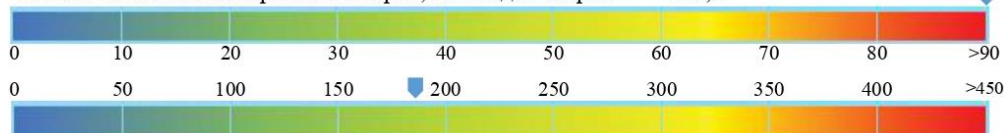
## Відомості про конструкцію будівлі:

загальна площа, м <sup>2</sup> :	12594
загальний об'єм, м <sup>3</sup> :	42820
опалювана площа, м <sup>2</sup> :	11340
опалюваний об'єм, м <sup>3</sup> :	38556
кількість поверхів:	4
рік прийняття в експлуатацію:	1938
кількість під'їздів або входів:	28



Шкала класів енергетичної ефективності	Клас енергетичної ефективності
Високий рівень енергоефективності	
<b>A</b> <44 кВтгод/м <sup>2</sup>	
<b>B</b> <79 кВтгод/м <sup>2</sup>	
<b>C</b> <87 кВтгод/м <sup>2</sup>	
<b>D</b> <109 кВтгод/м <sup>2</sup>	
<b>E</b> <131 кВтгод/м <sup>2</sup>	
<b>F</b> ≤153 кВтгод/м <sup>2</sup>	
<b>G</b> >153 кВтгод/м <sup>2</sup>	<b>G</b>
Низький рівень енергоефективності	
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт·год/м <sup>3</sup>	399,9

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м<sup>2</sup> за рік: 526,1



Питомі викиди парникових газів, кг/м<sup>2</sup> за рік: 105,0

Рисунок Г.1. – Перша сторінка енергосертифікату

### I. Фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (м <sup>2</sup> ·К)/Вт		Площа А, м <sup>2</sup>
	існуюче приведенне значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	0,86	2,80	9876,8
Суміщені перекриття	-	5,50	-
Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	-	4,50	-
Горищні перекриття неопалювальних горищ	1,52	4,50	3090,9
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	0,77	3,30	1642,2
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,45	0,60	1295,0
Зовнішні двері	0,42	0,50	264,0

Мінімальні вимоги 2016 р.

#### Опис технічного стану огорожувальних конструкцій

##### Зовнішні стіни:

Стіни будівлі самонесучі виконані з червоної цегли на цементно-піщаному розчині. Загальна товщина стіни складає - 600 мм.

Стан зовнішніх стін будівлі – задовільний, на час проведення енергетичного обстеження в деяких місцях спостерігались тріщини невеликих розмірів.

Приведений опір теплопередачі у значній мірі не відповідає мінімальним вимогам.

##### Віконні та балконні блоки:

Загальна площа віконних та балконних блоків складає 1295 м<sup>2</sup> від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,155).

Вікна у більшості металопластикові з подвійним склінням. Деякі вікна та балконні двері виконані у дерев'яній рамі.

Приведений опір теплопередачі більшості віконних блоків у значній мірі не відповідає мінімальним вимогам.

##### Зовнішні двері:

Вхідні двері – металеві, і дерев'яні межують з неопалювальною сходовою клітинкою, на момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у задовільному стані.

Приведений опір теплопередачі деяких дверей не відповідає мінімальним вимогам.

##### Дах:

Неопалювальне горище. Дерев'яне перекриття оштукатурене зі сторони житлових квартир та утеплене засипною теплоізоляцією товщиною 50 мм.

Стан даху незадовільний, на час проведення енергетичного аудиту було виявлено нерівномірність розподілу утеплювачу.

Приведений опір теплопередачі у значній мірі не відповідає мінімальним вимогам.

##### Підлога:

По більшій площі будівлі підлога виконана по ґрунту. Фундамент будівлі бутовий. Також частина підлоги виконана як перекриття над неопалювальним підвалом. Приведений опір перекриття теплопередачі незадовільний.

## II. Показники енергетичної ефективності та фактичне питоме енергоспоживання будівлі

### Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника	Існуючі значення кВт·год/м <sup>2</sup> (кВт·год/м <sup>3</sup> ) за рік	Мінімальні вимоги кВт·год/м <sup>2</sup> (кВт·год/м <sup>3</sup> ) за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	211,89	81,00
Питоме енергоспоживання при опаленні	268,04	
Питоме енергоспоживання при охолодженні	4,63	
Питоме енергоспоживання при гарячому водопостачанні	127,27	
Питоме енергоспоживання системи вентиляції	0,00	
Питоме енергоспоживання при освітленні	0,68	
Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м <sup>2</sup> за рік	526,12	
Питомі викиди парникових газів, кг/м <sup>2</sup> за рік	105,01	

### Енергоспоживання будівлі

Вид	Фактичний обсяг споживання за рік		Розрахунковий обсяг споживання за рік	
	тис. кВт·год	кВт·год/м <sup>2</sup> (кВт·год/м <sup>3</sup> )	тис. кВт·год	кВт·год/м <sup>2</sup> (кВт·год/м <sup>3</sup> )
Енергоспоживання системи опалення	-	-	3039,60	268,04
Енергоспоживання системи вентиляції	-	-	-	-
Енергоспоживання системи гарячого водопостачання	-	-	1443,19	127,27
Енергоспоживання системи охолодження	-	-	52,46	4,63
Енергоспоживання системи освітлення	7,74	0,68	7,74	0,68
УСЬОГО:	7,74	0,68	4542,99	400,62

### Причини відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних

Відсутність загально домових лічильників на холодну та гарячу воду, електроенергію, та природний газ не дає можливість зробити оцінку фактичного споживання енергоресурсів будівлею. Система охолодження в будівлі відсутня. Механічна система вентиляції відсутня.



Рисунок Г.3. – Третя сторінка енергосертифікату

### III. Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі

#### Система опалення

Джерелом опалення виступає централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП без коригування за погодними умовами, та температурним графіком 130/70 °С. Система - двотрубна відкрита.

Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення ведеться за показами комерційного вузла обліку теплової енергії. Облік споживання теплової енергії на потреби гарячого водопостачання не ведеться.

Підсистема розподілу:

Тип внутрішньої системи опалення: водяна, двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів. Система не налагоджена. Відсутні балансувальні клапани на стояках системи. Підсистема розподілу виконана з поліпропіленових та металевих трубопроводів, утеплювач відсутній. Температурний графік 90/70 °С.

Підсистема тепловіддачі:

Система тепловіддачі складається з чавунних та алюмінієвих радіаторів загальною кількістю 460 шт. Регулювання температури повітря приміщення: відсутнє. Опалювальні прилади встановлено біля зовнішньої стіни під вікном без радіаційного захисту.

Клас енергетичної ефективності системи за:

- регулюванням надходження теплової енергії до приміщення - D;
- регулюванням розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі - D;
- регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційно - змішувальних насосів (на різних рівнях системи) - D;
- регулюванням періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія - D;
- взаємозв'язком між регулюванням споживання енергії та/або розподілення тепло/холодоносія у системах опалення та охолодження -D.

#### Система охолодження, кондиціонування, вентиляції

Централізована система охолодження в будівлі відсутня. Декілька приміщень охолоджується локальними спліт-системами. Централізована система вентиляції будівлі відсутня. Вентиляція приміщень будівлі відбувається в природний спосіб за рахунок перепаду тиску зовні та в середині будівлі та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через відкривання вікон).

#### Система постачання гарячої води

У приміщенні санвузлів для потреб гарячого водопостачання встановлені ємнісний електроводонагрівачі на 80 літрів, потужністю 1,5 кВт, у кількості трьох одиниць.

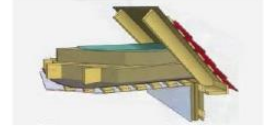
#### Система освітлення

Для освітлення використовуються лампи світлодіодні 30 Вт, 10 Вт, 5 Вт. Вмикання та вимикання системи освітлення ручне.

#### IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

##### 1. Утеплення даху будівлі

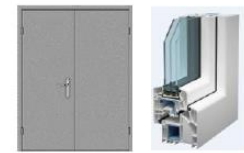
Приведений опір теплопередачі перекриття не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Пропонується провести утеплення даху таким чином, щоб виконувалась нормативна умова  $R_{q \text{ факт}} \geq R_{q \text{ мін}}$ .



Інвестицій [грн]	Чиста економія		Окупність [роки]
	[кВт·год/рік]	[грн/рік]	
2781828	32050	40832	68,13

##### 2. Заміна вікон

Приведений опір теплопередачі вікон не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Пропонується провести заміну вікон таким чином, щоб виконувалась нормативна умова  $R_{q \text{ факт}} \geq R_{q \text{ мін}}$ .



Інвестицій [грн]	Чиста економія		Окупність [роки]
	[кВт·год/рік]	[грн/рік]	
1289200	26334	33550	38,43

##### 3. Встановлення індивідуального теплового пункту

Індивідуальний тепловий пункт дозволить в автоматичному режимі підтримувати необхідні параметри мікроклімату в середині приміщення та зменшить обсяги споживання теплової енергії за рахунок зниження температури теплоносія в неробочій час.



Пропонується виконати наступні роботи:

1. Встановлення ІТП.
2. Провести наладку системи теплопостачання

Інвестицій [грн]	Чиста економія		Окупність [роки]
	[кВт·год/рік]	[грн/рік]	
2000000	89089	113500	17,62

##### 4. Встановлення локальних рекуператорів тепла та вентиляційного повітря

Пропонуємо встановити «теплі кватирки» для зниження витрат теплоти з вентиляційним повітрям.



Інвестицій [грн]	Чиста економія		Окупність [роки]
	[кВт·год/рік]	[грн/рік]	
2090000	137363	175000	11,94

#### 5. Утеплення зарядіаторних ділянок пінофолом

Опалювальні прилади встановлені в нішах стін, частина тепла витрачається на нагрів стін. Пропонується встановити тепловідбивні екрани. Додаткова теплова ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через ніши за радіаторами.



Інвестицій [грн]	Чиста економія		Окупність [роки]
	[кВт·год/рік]	[грн/рік]	
50300	15267	19450	2,59

Детальні відомості, в тому числі про економічну ефективність викладених рекомендацій, наведені у звіті з енергоаудиту.