

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Концур Каріна Ігорівна

Енергетичне обстеження Сумського ДНЗ № 25 "Білосніжка" з визначенням базових показників енергоспоживання та можливості впровадження технології альтернативного енергозабезпечення

Кваліфікаційна робота магістра  
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»  
(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,  
ілюстративних та інших запозичень  
без коректного на них посилання*

Керівник роботи:

(підпис)

Сапожніков С.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

доцент, к. т. н. каф. ПГМ

(наукове звання та наукова ступінь)

Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
Спеціальність 144 «Теплоенергетика» (Енергетичний менеджмент)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

«   » \_\_\_\_\_ 20   р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача \_\_\_\_\_ Концур Каріна Ігорівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Енергетичне обстеження Сумського ДНЗ № 25 "Білосніжка" з визначенням базових показників енергоспоживання та можливості впровадження технології альтернативного енергозабезпечення

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від «   » \_\_\_\_\_ 2022 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 21.12.2022 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення інформації щодо актуальності проведення розрахункових робіт за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

**Вступ** (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Представлення результатів з аналізу літературних та інформаційних джерел з сучасного стану питання за темою роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

**Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження** (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних з подальшим визначенням вихідних даних до розрахунку. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними. Висновки).

**Розділ 2 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів** (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом проведеної роботи. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

**Розділ 3 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.** (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки)

**Загальні висновки.**

5 Консультанти кваліфікаційної роботи, із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях			

6 Дата видачі завдання 07.11.2022 р

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 07.11 до 04.12.2022	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2022	
3	Виконання 1-го розділу	до 21.11.2022	
4	Виконання 2-го розділу	до 05.12.2022	
5	Виконання 3-го розділу	до 18.12.2022	
6	Представлення виконаної роботи	до 20.12.2022	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 21.12.2022	
8	Проведення захисту роботи	з 23.12.2022	
9			
10			

Студент-магістр

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник випускної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

## ЗМІСТ

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

#### РЕФЕРАТ

#### ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1	Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження .....	9
1.2	Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	9
1.3	Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта .....	10
1.3.1	Система опалення ... ..	10
1.3.2	Система електропостачання.....	11
1.3.3	Система водопостачання.....	11
1.3.4	Система вентиляції.....	11
1.3.5	Система обліку споживання енергоносіїв .....	12
1.3.6	Існуючі тарифи на енергоносії та воду .....	12
1.4	Опис методів та приладів вимірювання.....	12
1.5	Аналіз результатів вимірювання.....	13
1.6	Аналіз споживання енергоносіїв та води .....	14
1.6.1	Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	14
1.6.2	Аналіз обсягів споживання електроенергії .....	17
1.6.3	Аналіз обсягів споживання води .....	20
1.7	Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	22
1.7.1	Визначення питомих величин рівня енергоефективності .....	22
1.7.2	Аналіз енергетичного балансу.....	31
1.8	Висновки за розділом.....	34
2	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ .....	35
2.1	Опис можливих енергозбережних заходів .....	35
2.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів .....	35
2.2.1	Утеплення огорожувальної конструкції (стіни).....	35

2.2.2	Заміна віконних блоків.....	40
2.2.3	Встановлення припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією.....	44
2.2.4	Встановлення сонячних колекторів.....	49
2.3	Висновки за розділом.....	53
3	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	54
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	54
3.2	Розрахунок показників факторів безпеки.....	59
3.3	Висновки за розділом.....	62
	ВИСНОВКИ.....	63
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	64
	ДОДАТОК А Схема теплового пункту ДНЗ № 25 .....	67
	ДОДАТОК Б Результати тепловізійного обстеження .....	68

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 71 с., 16 таблиць, 11 рисунків 2 додатки, 29 літературних джерел.

*Мета роботи:* енергетичне обстеження системи тепло – та електропостачання, гарячого та холодного водопостачання, надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів з урахуванням альтернативної енергетики.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження;
- техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозберігаючих заходів.

*Предметом дослідження* є системи енергопостачання.

*Об'єктом дослідження* є процес енергопостачання та енергоспоживання ДНЗ №25 «Білосніжка».

*Методи дослідження:* інструментальне вимірювання температури по приміщенням, економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

*Ключові слова:* ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВІ ВТРАТИ, ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ

**Тема роботи – «Енергетичне обстеження Сумського ДНЗ № 25 "Білосніжка" з визначенням базових показників енергоспоживання та можливості впровадження технології альтернативного енергозабезпечення»**

## ВСТУП

У тепершній час при повному обсязі добування паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та максимальному їх споживанні потрібно вміти раціонально використовувати ПЕР, оскільки усі вони вичерпані тому потрібно енергоефективно підходити до цього питання у цій справі допоможе енергетичний менеджмент.

Енергетичний менеджмент - це діяльність, що спрямована на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів і базується на отриманні енерготехнологічної інформації за допомогою обліку, проведенні типового енерготехнологічного вимірювання та перевіряння, аналізу ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та впровадження енергозберігаючих заходів [1].

Енергоефективність - це властивість обладнання, технології, виробництва або истем взагалі, яка характеризує міру використання енергії на одиницю кінцевого продукту. Енергоефективність може бути оцінена за допомогою показників як кількісно (кВт·год, тонни умовного палива, кДж на одиницю кінцевого продукту), так і якісно (низька, висока). Підвищення енергоефективності досягається за рахунок реалізації системи цілеспрямованих організаційних і технічних заходів [1].

Проаналізувавши ситуацію по споживанню енергетичних ресурсів, виявилось велике марнотратне споживання, оскільки багато об'єктів по типу Сумського ДНЗ №25 "Білосніжка" не впроваджують енергозберігаючі заходи для більш енергофактивності будівлі. Завдяки енергозберігаючим заходам використання енергоресурсів буде раціональніше та економічніше.

Проводився енергоаудит в обстежувальному об'єкті, після якого були виявлені енергетичні проблеми будівлі, а саме нераціональне споживання теплової, електричної енергії та води.

Енергоаудит - це складова частина енергоменеджменту, зорієнтована на обстеження об'єкта з погляду його енерговикористання, виявлення фактів нераціонального використання енергії, визначення заходів для

енергозбереження, оцінки технічних та економічних можливостей щодо їх реалізації. Це вид діяльності, спрямований на зменшення споживання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання з їх ініціативи за рахунок підвищення ефективності використання енергії [1].

Пропонуються енергозберігаючі заходи для зменшення споживання енергії та збільшення енергоефективності будівлі.



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Сумський дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) №25 «Білосніжка» підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Лесі Українки, 2/1, м.Суми, Сумська область, 40020.

У закладі працює 50 працівників та виховується 184 дітей. Будівля сумського ДНЗ №25 площею забудови 1307,9 м<sup>2</sup> складається з двох поверхів та підвального приміщення.

У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 7<sup>00</sup> години до 19<sup>00</sup> години.

## 1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу є незадовільним. Стіни будівлі мають явні пошкодження. Старі дерев'яні вікна замінені частково на металопластикові з однокамерним та трикамерним склопакетом. Стан вентиляційної системи за час її експлуатації погіршився, природна вентиляція у приміщеннях відбувається лише за наявності нещільності в огорожувальних конструкціях та відкриванню дверей, майже в усіх приміщеннях доводиться відкривати вікна для провітрювання. Таким чином відбувається втрата великої кількості корисної теплоти під час відкриття вікон в будівлі.

Підтримання комфортних температур внутрішнього повітря у приміщеннях з великими об'ємами вимагає більших витрат теплової енергії. Відсутність утепленого перекриття у закладі призводить до того, що

температура повітря у деяких групах на останньому поверсі значно нижча, ніж у групах першого поверху, та не відповідає нормативним показникам.

### 1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

#### 1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ДНЗ №25 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «КОТЕЛЬНЯ ПІВНІЧНОГО ПРОМИСЛОВОГО ВУЗЛА» договір 37–18 від 09.07.2018 року.

Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів. Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні (див. Додаток А) де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, неповністю ізольовані.

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна.

В якості опалювальних приладів використовуються конвективні опалювальні радіатори. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Опалювальна площа будівлі закладу – 2221,7 м<sup>2</sup>.

Опалювальний об'єм закладу – 8370,56 м<sup>3</sup>.

Заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця.

Основними завданнями персоналу, що обслуговує тепловий пункт є:

- нагляд за технічним станом устаткування, його роботою;
- зняття показань лічильника;
- спостереження за параметрами теплоносія з метою забезпечення надійного і якісного теплопостачання, раціонального використання енергії.

### 1.3.2 Система електропостачання

Постачальником Сумського ДНЗ №25 «Білосніжка» є ТОВ «Сумиобленерго». Електроспоживання у заклад йде на систему освітлення та систему технічного електрообладнання будівлі. Основне енергозатратне устаткування в системі технічного електрообладнання: шафа холодильна, електром'ясорубка, котел харчовий, плита електрична, пральні машини, електросковорода.

### 1.3.3 Система водопостачання

Водопостачання та водовідведення будівлі здійснюється централізовано комунальним підприємством КП «Міськводоканал» СМР. На сьогоднішній день в заклад постачається тільки холодна вода від данного підприємства. Постачальником гарячої води з 2021 року є ТОВ «Сумитеплоенерго» в рахунках зазначається гаряче водопостачання як тепла енергія.

### 1.3.4 Система внтиляції

У закладі ДНЗ № 25 «Білосніжка» відсутній нормальний повітряобмін. Стан вентиляційної системи незадовільний. Природна вентиляція відбувається лише за наявності нещільності в огорожувальних конструкціях та відкриванню дверей, майже в усіх приміщеннях доводиться відкривати вікна для провітрювання.

### 1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла VKP-431 марки СП «Інвест-Премекс». У теплопункті водолічильник, який під'єднаний до теплолічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром  $D_{тр}$  89 з діаметром умовного проходу Ду 89.

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок.

Дати останніх повірок лічильників:

- повірка лічильника тепла – 10 червня 2018 року;
- повірка лічильника води – 18 червня 2018 року;
- повірка лічильників електричної енергії – 2013 року.

Повірку проведено ДП «Сумистандратметрологія».

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи на 18 лютого 2022 року з ПДВ:

Тариф на теплоенергію – 4210,26 грн/Гкал.

Тариф на електроенергію – 4,06 грн/кВт·год.

Тариф на холодну воду – 15,98 грн/м<sup>3</sup>.

Тариф на водовідведення – 16,67 грн/м<sup>3</sup>.

Тариф на гарячу воду – 132,13 грн/м<sup>3</sup>.

### 1.4 Опис методів та приладів вимірювання

При енергетичному обстеженні ДНЗ №25 «Білосніжка» були використані такі прилади вимірювання:

- тепловізор;

Для температурного обстеження стану огороджувальної конструкції будівлі був використаний тепловізор Fluke Ti25 (рис 1.1).



Рисунок 1.1— Тепловізор Fluke Ti25

Характеристика даного тепловізора:

- Діапазон вимірювання температури: від  $-20$  до  $+350$  °С.
- Похибка вимірювання температури:  $\pm 2$  °С.
- Мінімальна відстань фокусування: 15 см.
- Частота зміни кадра: 9 Гц.
- Тип інфрачервоного об'єктива: 20мм,  $F=0,8$ .
- Спектральний діапазон: від 7,5 мкм до 14 мкм.
- Час автономної роботи від батареї: 3–4 год.

За допомогою тепловізору Fluke Ti25, можна з легкістю визначити температуру стін, місця тепловтрати в огорожувальній конструкції, та ефективність роботи опалювальних приладів будівлі.

### 1.5 Аналіз результатів вимірювання

Тепловізійне обстеження будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 25 "Білосніжка" м. Суми, Сумської області було проведено 18 лютого 2022 року з використанням тепловізору FlukeTi25. У роботі надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила +4°C. Середня температура всередині приміщень становила 18°C. Що менше норми згідно з ДБН В.2.2-4:2018 (ст.20 табл.4) [2].

У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям. Під час тепловізійного обстеження було зроблено 19 термограми.

На термограмах (див. Додаток Б) спостерігається підвищена температура на зовнішніх стінах будівлі, особливо в кутових з'єднаннях, що свідчить про велику втрату теплової енергії, також видно втрати через віконні блоки, старі дерев'яні вікна які не стримують тепло в приміщенні та в деяких місяцях спостерігається один прошарок скла, також в будівлі є нові вікна, але втрати не зменшились, що говорить про неякісний монтаж.

## 1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води

### 1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2019–2022 роки наведена у табл. 1.1 та на рис. 1.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2019–2022 роки.

Таблиця 1.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2019– 2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	68,78	58,49	77,2	69,8
Лютий	58,3	58,28	71,19	53,26
Березень	54,0	33,1	58,77	39,03
Квітень	12	0	14,44	0
Травень	0	0	1,1	0

Продовження табл. 1.1

Червень	0	0	3,3	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0,504	0
Жовтень	9,26	14,6	17,65	0
Листопад	53,46	56,1	51,14	40,280
Грудень	59,5	71,49	64,09	-
<b>Всього</b>	<b>315,3</b>	<b>292,06</b>	<b>359,4</b>	<b>202,37</b>

На рисунку 1.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2019–2021 роки та частково за 2022 рік

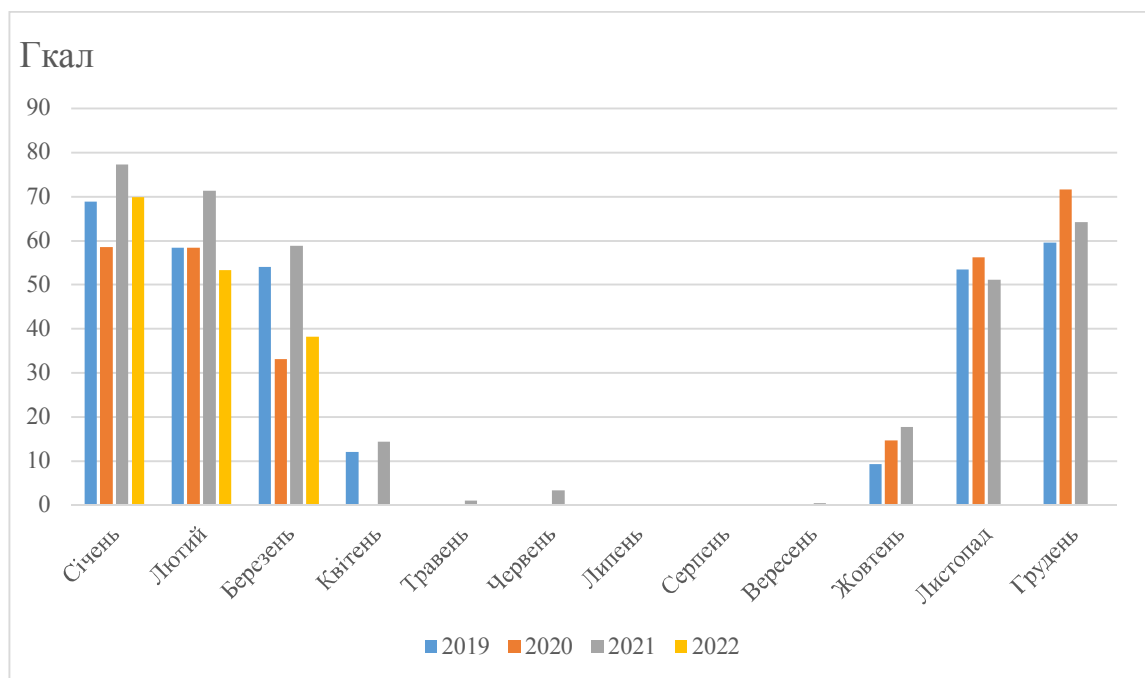


Рисунок 1.2 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею

В табл. 1.2 та рис. 1.3 представлені ліміти споживання теплової енергії.

Таблиця 1.2 – Ліміти споживання тепла за 2019-2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	79	74,9	72,58	71,32
Лютий	74,9	73	71,7	68,726
Березень	57,3	56,3	56,44	55,886
Квітень	26,9	17,7	15,26	15,260

Продовження табл. 1.2

Травень	3	0,5	0,46	0,460
Червень	3	0,5	0,16	0,16
Липень	2,9	0,2	0,6	0,6
Серпень	1	0	0	0
Вересень	2,2	1,1	0,6	0,6
Жовтень	27,4	17,90	9,5	8,19
Листопад	50	56	57,4	56,09
Грудень	59,2	66,4	45,3	43,988
<b>Всього</b>	<b>386,8</b>	<b>364,5</b>	<b>330</b>	<b>321,280</b>

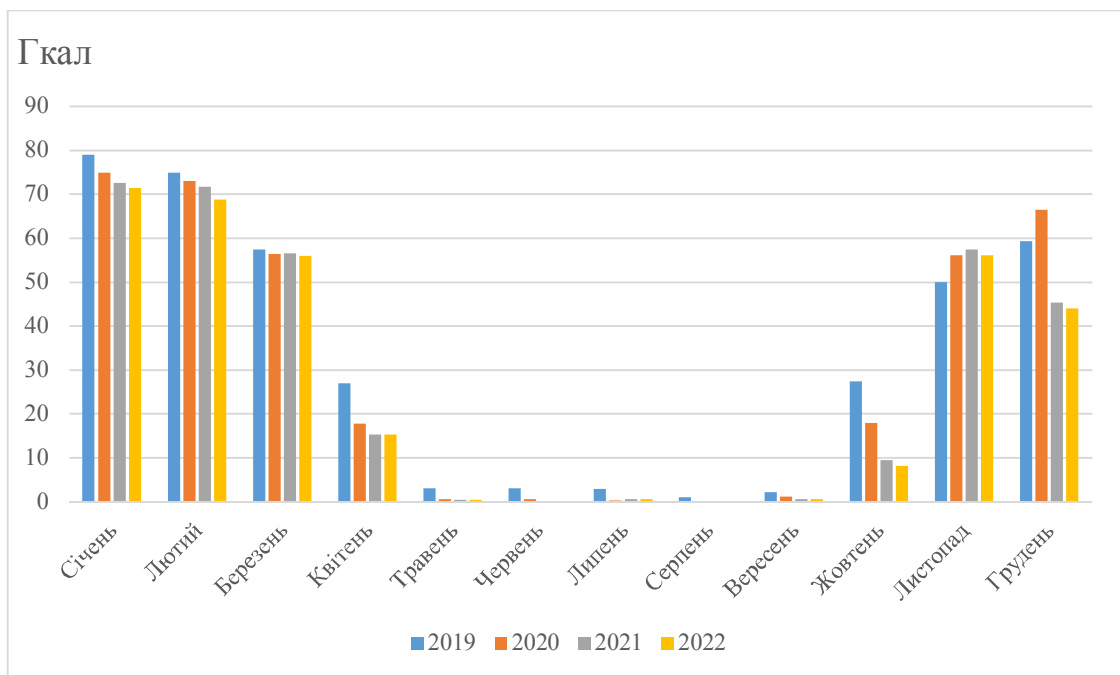


Рисунок 1.3 – Ліміти споживання теплової енергії будівлею за 2019–2022 роки

Опалювальний період розпочинається за умови, що середньодобова температура повітря протягом трьох діб поспіль не перевищує  $8^{\circ}\text{C}$ , та закінчується коли середньодобова температура за три доби не нижче ніж  $8^{\circ}\text{C}$ . З діаграми видно, що максимум спживання теплової енергії на опалення приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля. Також судячи по лімітам споживання теплової енергії відбувалось ще у літній період, такм чином



закладу нараховували гаряче водопостачання. У 2019 році постачання гарячої води відсутнє через значні пориви у мережі, у 2020 році усе відновили, але було відключення через припинення роботи закладу на період карантину, у 2021 році було встановлене споживання, а у 2022 році в кінці березня заклад знову відключив гарячу воду через введення військового стану.

#### 1.6.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Кількість електроенергії, спожитої будівлею закладу за 2019–2022 роки наведена у табл. 1.3 та на рис. 1.4 приведена динаміка споживання електроенергії будівлею за 2019–2022 роки. В табл. 1.4 та рис. 1.5 наведені ліміти споживання електричної енергії.

Таблиця 1.3 – Кількість електроенергії, спожитої будівлею за 2019– 2022 роки

Місяць	Рік			
	2019 кВт·год	2020 кВт·год	2021 кВт·год	2022 кВт·год
Січень	3008	2814	2228	2594
Лютий	3006	2687	2345	2404
Березень	3822	1487	2465	62
Квітень	2575	763	2294	299
Травень	1683	393	2297	282
Червень	1851	1198	1876	167
Липень	1763	1686	1784	155
Серпень	3220	1455	1574	192
Вересень	2964	2295	2637	441
Жовтень	2873	2370	3826	632
Листопад	3406	2530	2337	582
Грудень	3573	2623	3018	-
<b>Всього</b>	<b>33744</b>	<b>22284</b>	<b>28681</b>	

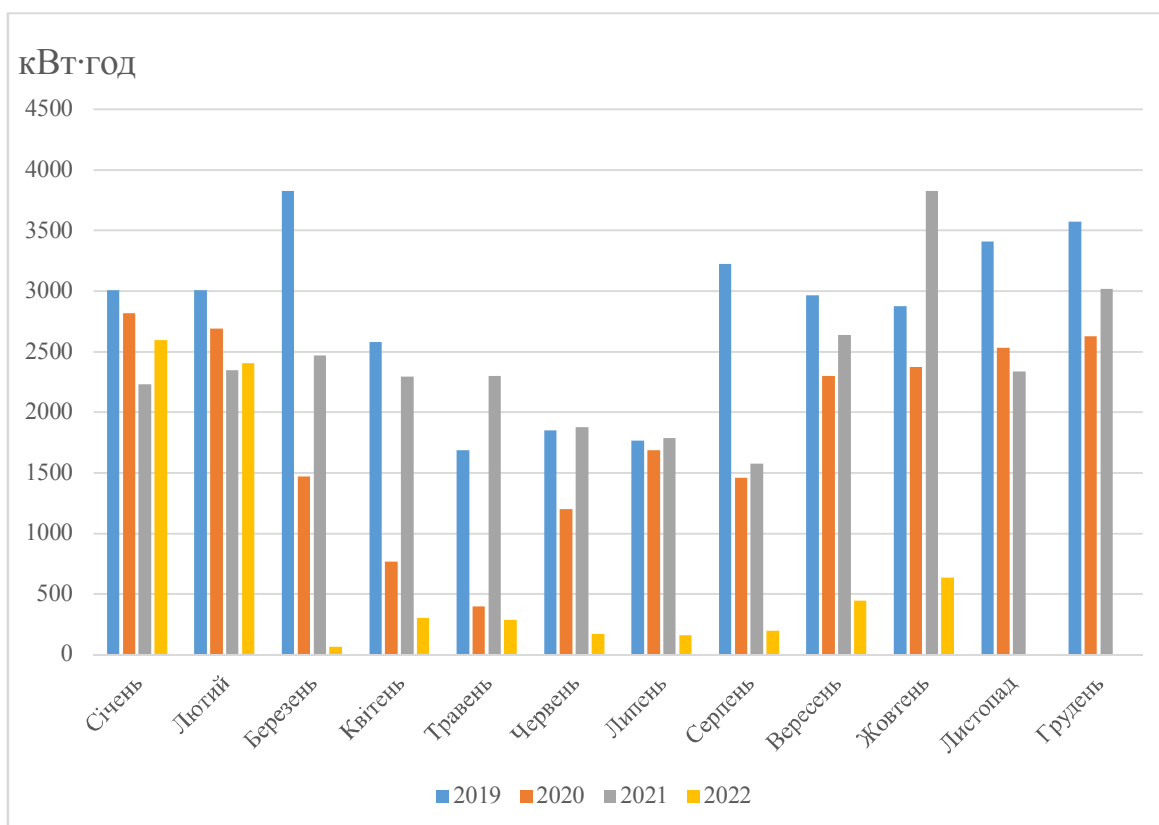


Рисунок 1.4 –Динаміка споживання електроенергії будівлею за 2019-2022 роки.

Таблиця 1.4 – Ліміти споживання електроенергії за 2019-2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	5000	4300	4100	3000
Лютий	4900	3700	3000	3200
Березень	3400	3100	3800	2700
Квітень	4300	4000	2650	2600
Травень	4000	3500	2000	2000
Червень	4000	3300	2400	2800
Липень	3000	2000	2550	1600
Серпень	2100	2000	3200	1800
Вересень	3500	3500	3600	2800
Жовтень	5500	4600	3800	4100
Листопад	5600	5000	4300	4100
Грудень	5700	5000	4700	4500
<b>Всього</b>	<b>51000</b>	<b>44000</b>	<b>40100</b>	<b>35000</b>

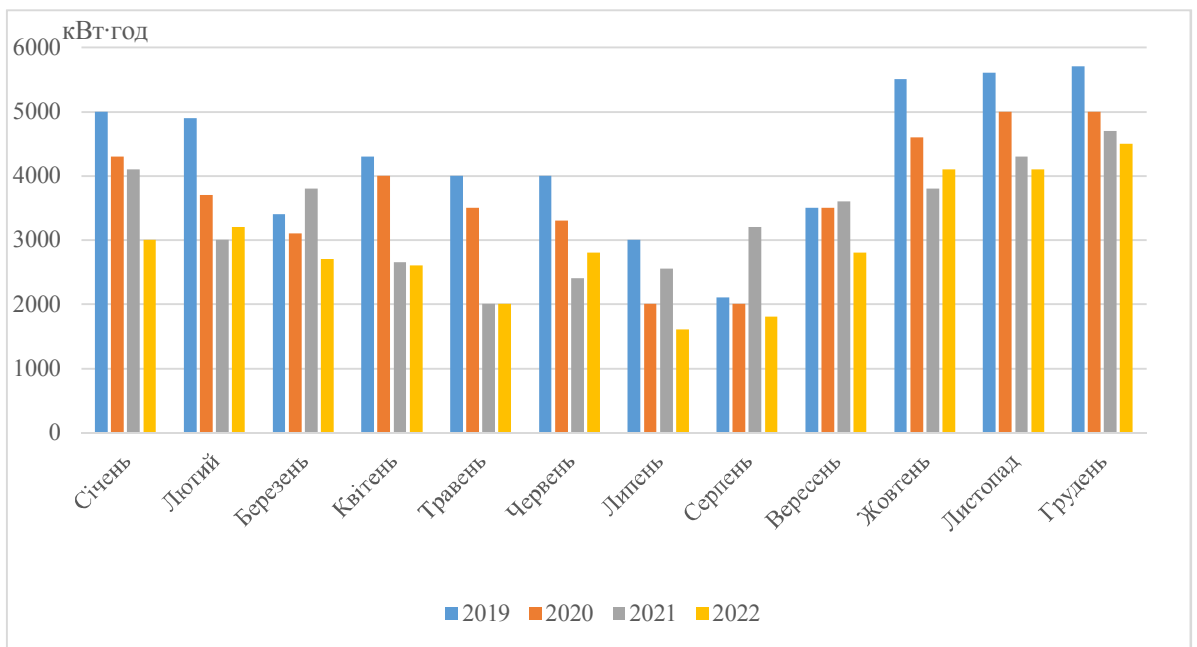


Рисунок 1.5 – Ліміти споживання електроенергії за 2019-2022 роки

Проаналізувавши гістограму динаміки споживання електроенергії будівлі можна побачити, що ДНЗ №25 в теплі місяці споживає менше світла ніж в холодну пору року, це зумовлено зменшенням використання світла по всій будівлі, через значно меншу кількість вихованців в дитячому садочку та меншу кількість працівників. Також причиною зниження використання електроенергією в літні часи, являється збільшення світлового дня, але у 2019 році спостерігемо відхилення по споживанню у березні та серпні відбувся переліміт, це зумовлено з підключенням енергозатратного устаткування. У 2022 році з лютого місяця можна відзначити різке зменшення споживання це змовлено з зупиненням освітнього процесу через введення військового стану. Ліміти не виконуються з урахуванням карантинних обмежень у 2020-2021 роках та військового стану у 2022 році.

### 1.6.3 Аналіз обсягів споживання води

Кількість спожитої холодної води будівлею за 2019–2022 роки наведена у табл. 1.5 та на рис. 1.6 приведена динаміка споживання холодної води будівлею за 2019–2022 роки.

Таблиця 1.5 – Кількість холодної води, спожитої будівлею за 2019– 2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
Січень	273	325	120	101
Лютий	220	386	151	85
Березень	310	175	157	17
Квітень	320	46	199	25
Травень	310	66	231	41
Червень	300	104	183	38
Липень	265	137	214	27
Серпень	168	147	153	39
Вересень	276	290	295	67
Жовтень	283	366	325	44
Листопад	241	155	235	46
Грудень	303	256	217	-
Всього	3269	2453	2480	

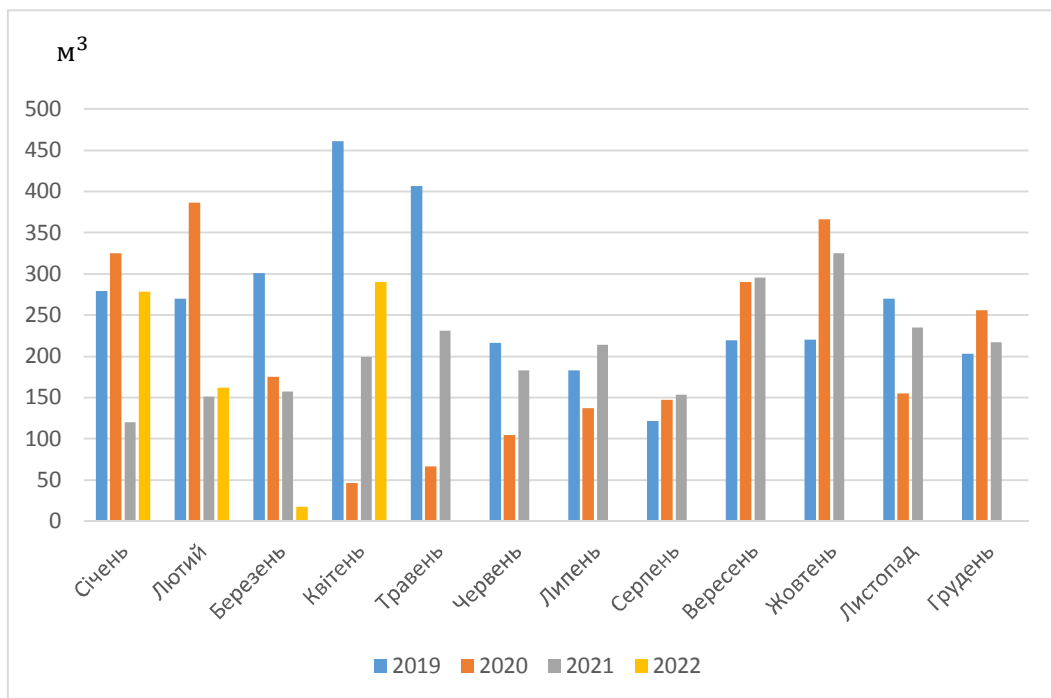


Рисунок 1.7 – Динаміка споживання холодної води за 2019–2022 роки

В табл. 1.6 та рис. 1.8 приведені ліміти споживання води.

Таблиця 1.6 – Ліміт споживання води за 2019-2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
Січень	310	310	300	300
Лютий	305	305	290	285
Березень	320	320	305	295
Квітень	340	340	315	290
Травень	310	310	300	280
Червень	300	280	260	245
Липень	268	260	220	210
Серпень	170	170	160	160
Вересень	290	290	285	285
Жовтень	300	300	290	290
Листопад	310	310	295	280
Грудень	305	305	280	280
<b>Всього</b>	<b>3528</b>	<b>3500</b>	<b>3300</b>	<b>3200</b>

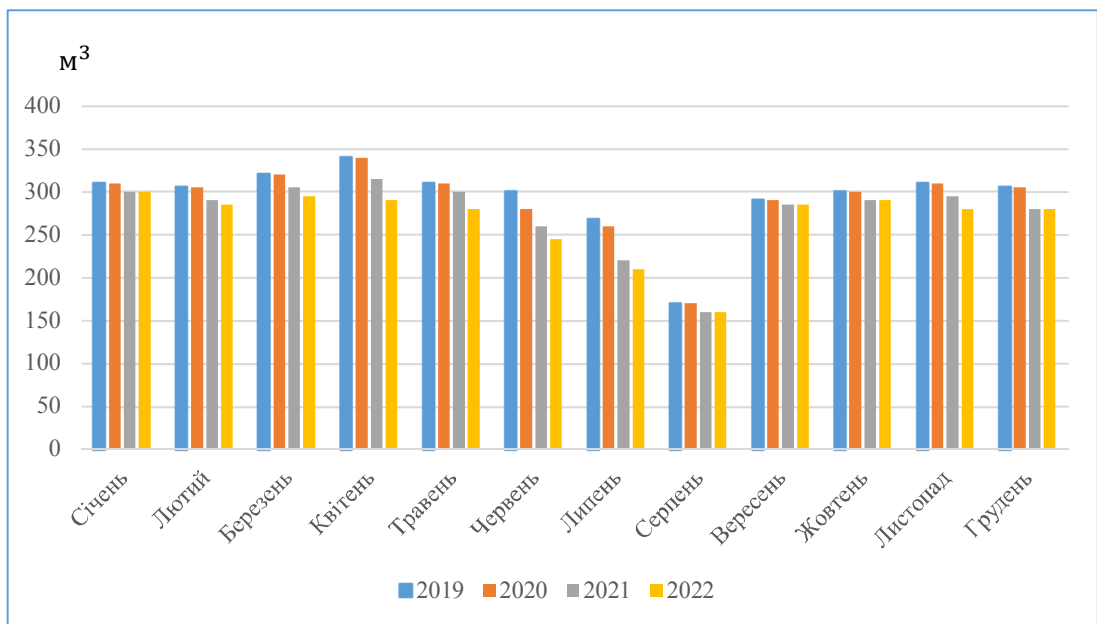


Рисунок 1.8 – Ліміт споживання води за 2019-2022 роки

З гістограми можна зробити висновок, що через відсутність вихованців в літній період зменшується споживання води і це призводить до зменшення кількості прання, приготування їжі, та використання умивальників. Також велика розбіжність споживання води по роках, це пояснюється економією наданих ресурсів та тим, що у 2020 - 2021 році періодами дитячий садок був зачинений на карантин та у 2022 році було повністю відсутнє споживання води через введення військового стану. Порівнюючи з лімітам, заклад не споживає в повному обсязі холодну воду.

## 1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

### 1.7.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій  $R_{\Sigma DP}$ ,  $m^2 \cdot K/Вт$  повинний бути не менше за вимогами значень  $R_{q_{min}}$  які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3°C та більше, обов'язкове виконання умови [3]:

$$R_{\Sigma IP} < Rq_{\min} , \quad (1.1)$$

де  $R_{\Sigma IP}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$Rq_{\min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Мінімально допустиме значення,  $Rq_{\min}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища [3].

Термічний опір  $i$ -го шару конструкції, що розраховується за формулою [3]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (1.2)$$

де  $\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  [3].

Приведений опір теплопередачі  $R_{\Sigma IP}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (1.1) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1.3)$$

де  $\alpha_B$  ,  $\alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К) [3];

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м<sup>2</sup> · К) [3];

$n$  – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_i$  – термічний опір і-го шару конструкції, згідно формули (1.2), м<sup>2</sup>·К/Вт.

Якщо  $R_{\Sigma np} < R_{q \min}$  – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

Виконання розрахунків:

В таблиці 1.7 наведенні дані про конструктивні елементи зовнішніх огорожувальних конструкцій ДНЗ № 25 для I температурної зони, які потрібні для подальших розрахунків.

Таблиця 1.7 – Дані про конструктивні елементи зовнішніх огорожувальних конструкцій ДНЗ №25

№ № п/п	Найменування конструктивно го елемента	Матеріал шару	Товщин а шару, $\delta_i$ , м	Тепло- провідніст $\lambda_i$ , $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma np}$ , $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \min}$ , $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Керамзитобетон	0,35	0,26	1,35	3,83
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		



Продовження табл. 1.7

2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,65	5,35
		Розчин цементно-піщаний	0,03	0,81		
		Руберойд (бітум)	0,006	0,17		
		Керамзит	0,15	0,12		
3	Вікна	Дерев'яні	-	-	0,3	0,75
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,45	3,75
		Цементна стяжка	0,04	0,81		
		Лінолеум ПВХ	0,002	0,35		

Отримані результати ( $R_{\Sigma np} \ll R_{qmin}$ ) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [5, табл.3]. Це вказує на незадовільні теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, та вимагає впровадження енергозберіжних заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі при їх дійсному стані [3]:

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma np}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1.4)$$

де  $F_{огр}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ ;

$R_{\Sigma np}$  - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$t_B, t_3$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої

поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря .

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [3]:

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{ст} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (1.5)$$

де  $Q_{ст}$  – тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

$\beta_{op}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації приймати  $\beta_{op}=0,13$  – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [3]:

$$Q_{пдл}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (1.6)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи [3]:

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н\ вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{ Вт} \quad (1.7)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$  ;

$t_B$  ,  $t_3$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$G_{н.вкн}$  - кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, для світлопрозорих конструкцій житлових та громадських будинків, виробничих будинків із кондиціонуванням  $G_{н.вкн}=6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ;

$F_{вкн}$  - площа віконних прорізів,  $\text{м}^2$ .

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію[3]:

$$Q_B = 0,28 \cdot V_{\Pi} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_B - t_3) \cdot n_k \cdot k_V, \text{ Вт} \quad (1.8)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$ ;

$t_B$  і  $t_3$  – температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря,  $^\circ\text{С}$ ;

$V_{\Pi}$  – внутрішній об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho=1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_k$  – кратність повітрообміну приміщення,  $\text{год}^{-1}$ ;

$k_V$  – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання, приймаємо  $k_V=0,85$  [3].

Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за формулою [3]:

$$n_k = \frac{\left| \left( \frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left( \frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho_C} \right) \right|}{v_V \cdot V_{\Pi}}, \text{ год}^{-1} \quad (1.9)$$

де  $L_V$  – кількість припливного повітря в будинок у разі припливної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції,  $\text{м}^3/\text{год}$ , дорівнює для дитячих дошкільних закладів  $7 \times F_p$ ;

$v_V$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. Для розрахунків приймається  $v_V = 0,85$ ;

$F_p$  – розрахункова площа будівлі,  $\text{м}^2$ ;

$n_V$  – кількість годин роботи вентиляції протягом однієї доби, год;

$n_{\text{інф}}$  – кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом однієї доби, год, для будинків із збалансованою припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 24 год;

$G_{\text{інф}}$  – кількість повітря, що інфільтрується через огорожувальні

конструкції в неробочий час, кг/год, приймається  $G_{\text{інф}} = 0,5 \cdot \nu_V \cdot V_{\text{п}}$  ;

$\eta$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається 0,8 .

Виконання розрахунків:

При проведенні вимірювань універсальним вимірювачем температури у середині приміщення було визначено, що температура у ДНЗ №25 дорівнює  $19^{\circ}\text{C}$  , така температура не відповідає вимогам температурного режиму [3, табл.В.2].

Тому приймаємо наступні розрахункові величини температур:

– внутрішня температура приміщень  $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$  ;

– температура зовнішнього повітря  $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$  [4] (дані беруться для м. Суми, яке розташоване в I температурній зоні).

Розрахунок тепловтрат через зовнішні стіни при їх дійсному стані без урахування площі віконних та дверних прорізів:

$F_{\text{ст}}=487,9 \text{ м}^2$ ;  $R_{\Sigma \text{ПР}} = 1,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;  $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$ ;  $n=1$  [3], тоді за формулою (1.4):

$$Q_{\text{ст}} = \frac{487,9}{1,35} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 16986 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через вікна при їх дійсному стані:

$F_{\text{вкн}}=820 \text{ м}^2$ ;  $R_{\Sigma \text{ПР}} = 0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;  $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$ ;  $n=1$  [3], тоді за формулою (1.4):

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{820}{0,3} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 128466 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через підлогу при її дійсному стані за

формулою (1.4), бо підлога розміщена не на ґрунті в будівлі є неопалювальний підвал [3].

$$F_{\text{підл}}=267 \text{ м}^2; R_{\Sigma \text{ ПР}} = 0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{С}; t_{\text{з}} = 6^{\circ}\text{С}; n = 0,4 [3]:$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{267}{0,45} \cdot (22 - 6) \cdot 0,4 = 3797 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат стелі при його дійсному стані:

$F_{\text{см}}=267 \text{ м}^2; R_{\Sigma \text{ ПР}} = 1,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{С}; t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{С}; n=1[3]$ , тоді за формулою (1.4):

$$Q_{\text{см}} = \frac{267}{1,65} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 7514 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через стіни, обумовлені орієнтацією будинків визначаємо за формулою (1.5) :

$$Q_{\text{ор}}^{\partial} = 16986 \cdot 0,13 = 2208 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами визначаємо за формулою (1.6):

$$Q_{\text{підл}}^{\partial} = 0,05 \cdot 3797 = 190 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи (1.7):

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 820 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 65071 \text{ Вт.}$$

Середня кратність повітрообміну громадського будинку,

визначається за формулою (1.9):

$$n_k = \frac{\left| \left( \frac{7 \cdot 1080 \cdot 2}{24} \right) + \left( \frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 8170,47 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 2,2} \right) \right|}{0,85 \cdot 8170,47} = 0,28 \text{ год}^{-1}$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (1.8):

$$Q_v = 0,28 \cdot 8170,47 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,27 \cdot 0,85 = 34253 \text{ Вт.}$$

Проаналізувавши отримані дані вносимо сумарні тепловтрати через кожен вид огорожувальної конструкції до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	16,9	6,6
Вікна	128,5	50,2
Підлога	3,8	1,5
Інфільтрація	65	25,4
Витяжна вентиляція	34,2	13,4
Стеля	7,5	2,9
<b>Разом</b>	<b>255,9</b>	<b>100</b>

Представимо теплові втрати у графічному вигляді на рис. 1.9.

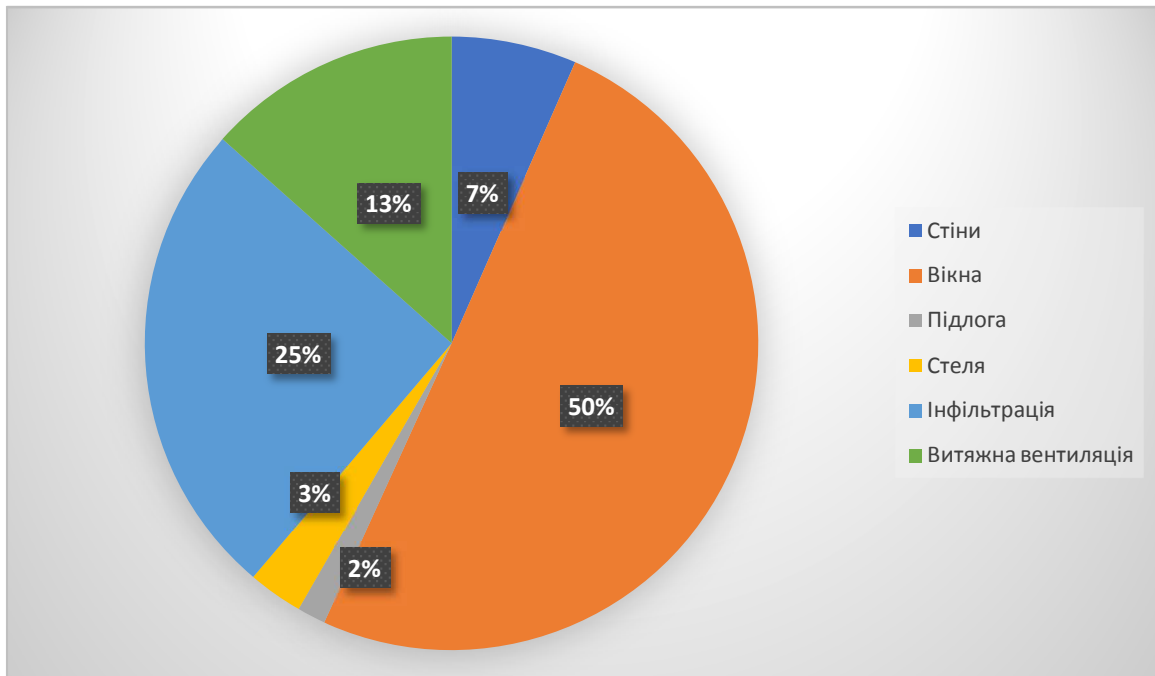


Рисунок 1.9 – Приведена діаграма теплових втрат будівлі

З розрахунків видно, що найбільші тепловтрати відбуваються через вікна 50% та через інфільтрацію 25%. Також суттєві втрати тепла приходять на витяжну вентиляцію 13% та стіни 7%. Тому при виборі енергозберігаючих заходів впершу чергу треба приділити увагу вікнам та вентиляції, щоб зменшити великі теплові втрати.

### 1.7.2 Аналіз енергетичного балансу

Для отримання оцінки аналізу теплового балансу будівлі ДНЗ №25 при дійсному стані огорожувальних конструкцій визначимо фактичну питому опалювальну характеристику будівлі та максимальну розрахункову теплову потужність будівлі.

Визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [5], Вт/м<sup>3</sup>·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 1.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_6}{F_6} \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_6} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (1.10)$$

де  $P_6$  – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

$F_6$  – площа будівлі в межах периметра, м<sup>2</sup>;

$H_6$  – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

$g_0$  – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma пр}^{СТН}$  – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 1.1);

$R_{\Sigma пр}^{СТЛ}$  – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 1.1);

$R_{\Sigma пр}^{ПДЛГ}$  – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 1.1);

$R_{\Sigma пр}^{ВКН}$  – опір теплопередачі вікон, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 1.1).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період [5]:

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\Phi} \cdot V_6 \cdot (t_b - t_{з.р}) \cdot 10^{-3}, \quad (1.11)$$

де  $V_6$  – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень, м<sup>3</sup>;

$t_b$  – температура по приміщеннях будівлі, °С [4, табл.В.2];

$t_{з.р}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С [6];

$a$  – поправковий коефіцієнт, за розрахунком дорівнює 1,01 [5];

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень  $t_b = 19^{\circ}\text{C}$  (за вимогами температурного режиму [4, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря  $t_{з.р} = -25^{\circ}\text{C}$  [6].

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі

$$\begin{aligned} q_{\text{пит}}^{\Phi} &= \frac{267}{1307,9} \cdot \left( \frac{1}{1,35} + 0,63 \cdot \left( \frac{1}{0,3} - \frac{1}{1,35} \right) \right) + \frac{1}{6,7} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{1,65} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,45} \right) \\ &= 0,78 \text{ Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$



Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі

$$Q_6 = 1,01 \cdot 0,78 \cdot 8370,56 \cdot (19 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 278,66 \text{ кВт або } Q_6 \\ = 0,240 \text{ Гкал}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом, Гкал, в умовах запровадження режиму чергового опалення визначається, як:

$$Q_{p,оп} = \frac{Q_6}{(t_B^{cp} - t_{z,p})} \cdot [(t_B^{cp} - t_{cp,п}) \cdot (n_{оп} - n_{нр}) + (t_{черг} - t_{cp,п}) \cdot n_{нр}] \cdot 8,6 \cdot \\ 10^{-4} \quad (3)$$

де  $t_B^{cp}$  – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{z,p}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря [6], °С;

$t_{cp,п}$  – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [6];

$t_{черг}$  – чергова температура повітря у приміщенні у неробочий час (приймається як для житлових приміщень –  $t_{черг} = 17^{\circ}\text{C}$ );

$n_{оп}$  – кількість годин за відповідний період опалення;

$n_{нр}$  – кількість неробочих годин за опалювальний період (рік), год/рік:

$$n_{нр} = (n_{оп} - n_{вих}) \cdot (24 - n_p) + 24 \cdot n_{вих}$$

де  $n_{вих}$  – кількість вихідних та святкових днів за відповідний період опалення;

$n_p$  – кількість годин за робочу добу коли не застосовується чергове опалення.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2021–2022 року (120 діб, 2880 год), при умові дотримання температурного режиму у системі тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (01.11.2021 до 28.02.22)  $-1^{\circ}\text{C}$  [7] буде становити:

$$n_{\text{нр}} = (120 - 34) \cdot (24 - 12) + 24 \cdot 34 = 1848 \text{ год}$$

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{278,66}{(19 - (-25))} \cdot [(19 - (-1)) \cdot (2880 - 1848) + (17 - (-1)) \cdot 1848] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 293,59 \text{ Гкал}$$

Враховуючи додатково дійсний стан огорожувальних конструкцій об'єкту щодо їх невідповідності нормованим показникам опору теплопередачі (див. таблиця 1.7), загальний рівень енергоефективності будівлі та функціонування системи опалення є незадовільним.

## 1.8 Висновки за розділом

На даному етапі роботи був здійснений опис дійсного стану будівлі та обстеження енергетичних систем, а саме: систем опалення, електропостачання, вентиляції, систем водопостачання та система обліку споживання енергоносіїв. Під час енергетичного обстежені ДНЗ №25 «Білосніжка» був використан тепловізор, щоб визначити де відбуваються найбільші тепловтрати в будівлі.

З розрахунків по обстежувальній будівлі закладу ДНЗ №25 спостерігаються великі тепловтрати, а саме не малий відсоток перепадає на вікна, що становить 50% теплових втрат від усієї будівлі, через відсутності відповідної вентиляції показник тепловтрат сягає 13% на витяжну вентиляцію. На стіни перепадає 7%, але у стінах закладу є значні тріщини через які відбувається немала інфільтрація у розмірі 25%.

## 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

### 2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

- Утеплення огорожувальної конструкції (стіни);
- Заміна віконних блоків;
- Встановлення прививно-витяжну вентиляцію з рекуперацією;
- Встановлення сонячних колекторів.

### 2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

#### 2.2.1 Утеплення огорожувальної конструкції (стіни)

Поточний стан стіни:

Аналізуючи стуркутру теплових втрат через огорожувальну конструкцію (стіни), втрати сягають 7%, але через значні тріщини в стінах збільшився показник інфільтрації до 25%. Оскільки стіни становлять переважну площу огорожувальних конструкцій, то саме через них проходить немала частина теплових втрат. Тому утеплення спеціальним матеріалом, може значно скоротити втрати тепла та збільшити енергоефективність будівлі.

Опис можливих енергозбережень:

Для зменшення втрат теплової енергії та більшої енергоефективності будівлі необхідне утеплення стін, яке має багато переваг, а саме: економія коштів на оплату опалення, підвищення температурного режиму в приміщенні, покращуються енергозберігаючі та звукоізоляційні властивості стін, утеплений фасад дає змогу підтримувати комфортний та стабільний клімат в будівлі.

Для впровадження такого енергозберігаючого заходу пропонується утеплювальний матеріал мінеральна вата, а саме базальтова вата, яка виготовлена на основі габбро-базальта, завдяки великій кількості волокон та їх хаотичного переплетення базальт має низьку теплопровідність, тобто менше буде проходити тепла через матеріал, також має стійкість до вогню, вологи та біологічних чинників: грибок, комахи, гризуни.

Використовується для зовнішніх робіт при утепленні фасадів.

Для утеплення стін будівлі (що являють собою керамзитобетон, цементно-піщана штукатурка) рекомендується базальтова вата IZOVAT, яка являється екологічною, негорючою, що відповідає нормам ДБН В.2.2-3:2018[8]. Теплопровідність такого матеріалу складає  $= 0,044 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  [4].

Необхідна товщина теплоізоляційного шару для утеплення стін визначається за формулою [9] :

$$\delta_{\text{ут}} = \left[ R_{q \text{ min}} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i \text{ п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \right) \right] \cdot \lambda_{\text{ут}} = [R_{q \text{ min}} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{\text{ут}}, \text{ м} \quad (2.1)$$

де  $\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\alpha_{\text{в}}$  та  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій відповідно,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\lambda_{i \text{ п}}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\delta_i$  – товщина  $i$ -го шару огорожувальної конструкції, м;

$n$  – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору  $3,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  [4] при  $\lambda_{\text{ут}} = 0,044 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ , за формулою (3.1):

$$\delta_{\text{ут}} = [3,83 - 1,35] \cdot 0,044 = 0,109 \text{ м.}$$

Величина площі стін, які необхідно утеплювати, без урахування площі віконних та дверних прорізів складає – 487,9 м<sup>2</sup>

Втрати теплової енергії через стіни до впровадження заходу складала  $Q_{\text{ст}} = 16986 \text{ Вт.}$

Втрати теплової енергії через стіни після впровадження заходу за формулою (2.4):

$$Q_{\text{ст}}^1 = \frac{487,9}{3,83} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 5987 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін знаходимо через різницю :

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^1, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 16986 - 5987 = 10999 \text{ Вт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу[9]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.3)$$

де  $t_{\text{ср.оп}} = -1,4$  °С – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [6].

$n_{\text{оп}} = 187$  – тривалість опалювального періоду, діб.

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = 10,9 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 24355 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [9] :

$$E_{\text{річ}} = Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} \cdot C_{\text{теп}}, \text{ грн} \quad (2.4)$$

де  $C_{\text{теп}}$  – вартість 1 Гкал.

$$24355 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік} = 20,94 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2022 року 4210,27 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2021–2022 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 20,94 \cdot 4210,27 = 88163 \text{ грн}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме [9]:

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}, \text{ грн} \quad (2.5)$$

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалів, грн (табл.2.1);

$K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) [9]:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}, \text{ грн} \quad (2.6)$$

Таблиця 2.1 – Вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та побіжних матеріалів за 1м<sup>2</sup>

Матеріал	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю
Грунтовка для фасада Ceresit СТ 16 [10]	кг	1	9,89
Базальтова вата IZOVAT Фасад 100 мм 1,2 кв.м [11]	м <sup>2</sup>	1,2	561
Акрилова фасадна фарба Ceresit СТ 42 [12]	кг	1	189,9
Декоративна штукатурка короїд Ceresit СТ 64 [13]	кг	3	50,6
Дюбелі фасадні пластмасові д. 200 мм [14]	шт	5	42,30
Скловітка [15]	м <sup>2</sup>	1	40,80
<b>Всього</b>			<b>894,58</b>

Загальна площа огорожувальних конструкцій становить  $S_{ст} = 487,9 \text{ м}^2$ , тоді орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме:

$$K_{осн} = 897,58 \cdot 487,9 = 437930 \text{ грн};$$

$$K_{суп} = 0,5 \cdot 897,58 \cdot 487,9 = 218965 \text{ грн};$$

$$K = 437930 + 218965 = 656895 \text{ грн}$$

Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою [8]:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{річ}}, \text{ років} \quad (2.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{656895}{88163} = 7,4 \text{ року.}$$

### 2.2.2. Заміна виконних блоків

Поточний стан:

Проаналізувавши розрахунки по теплових втратах, найбільший відсоток припадає на віконні блоки, втрати сягають 50%, такий великий показник втрат через застарілі дерев'яні та пластикові віконні блоки, які потребують термінової заміни, так як вони не відповідають санітарним нормам та при огляді закладу були знайдені вікна з одним прошарком скла та більшість віконних рам були заклеєні папером або тканиною в холодну пору року.

Опис можливих енергозбережень:

Необхідна заміна існуючих старих вікон на нові вікна з кращими тепловими характеристиками. Запропоноване рішення повинно відповідати вимогам ДСТУ БВ.2.6-15 «Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні»[16]. Загальні технічні умови». Забезпечити належне розташування стиків вікон та дверей відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.6-146: 2010 «Настанова щодо проєктування й улаштування вікон та дверей» [17].

Для обстежувальної будівлі ДНЗ №25 пропонується заміна старих вікон на нові та сучасні вікна з двокамерним склопакетом.

Переваги двокамерного склопакета:

- високий рівень теплоізоляції (завдяки цьому значно знижуються витрати на опалення);
- чудові звукоізоляційні властивості (рівень шуму знижується до 40 дБ);
- надійність та тривалий термін експлуатації (герметичність та міцність віконної конструкції робить виріб надзвичайно стійким до перепадів температур та вологості);
- найкраще співвідношення ціни та якості [18].



Завдяки високому рівню енергозбереження використання склопакету буде повністю економічно виправданим.

Втрати теплової енергії через вікна до впровадження заходу склали  $Q_{\text{вікн}} = 128466$  Вт.

Втрати теплової енергії через вікна після впровадження заходу за формулою (2.4):

$$Q_{\text{вікн}}^1 = \frac{820}{0,75} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 51387 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після встановлення нових вікон знаходимо через різницю :

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^1, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 128466 - 51387 = 77079 \approx 77 \text{ кВт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу[8]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.9)$$

де  $t_{\text{ср.оп}} = -1,4$  °С – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [9].

$n_{\text{оп}}=187$  – тривалість опалювального періоду, діб.

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = 77 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 172053 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [9] :

$$E_{\text{річ}} = Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} \cdot C_{\text{теп}}, \text{ грн} \quad (2.10)$$

де  $C_{\text{теп}}$  – вартість 1 Гкал.

$$172053 \text{ Вт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}} = 147,9 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2022 року 4210,26 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2021–2022 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 147,9 \cdot 4210,26 = 622975 \text{ грн}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме [9]:


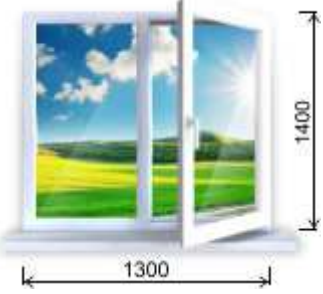


$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}, \text{ грн} \quad (2.10)$$

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалів, грн (табл.2.2);

$K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) [9]:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}, \text{ грн} \quad (2.11)$$

Таблиця 2.2 – Вартість придбання вікон

Модель вікна	Кортка характеристика	Кількість	Ціна за одиницю	Сумма
<p>Veka WHS60[19]</p> 	<p><b>Стеклопакет:</b> 4/16/4 2100 x 1400</p>	27	4670	126090
<p>Veka WHS60 [19]</p> 	<p><b>Стеклопакет:</b> 4/16/4 1400 x 1300</p>	9	3330	29970
<p>Veka WHS60[19]</p> 	<p><b>Стеклопакет:</b> 4/16/4 800 x 1200</p>	73	1246	90958
<p>Veka WHS60[19]</p> 	<p><b>Стеклопакет:</b> 4/16/4 800 x 1200</p>	27	2230	60210
Всього		136	-	307228

$$K_{\text{осн}} = 307228 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot 307228 = 153614 \text{ грн};$$

$$K = 307228 + 153614 = 460842 \text{ грн.}$$

Визначення терміну окупності:

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою [9]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}, \text{ років} \quad (2.12)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{460842}{622975} = 0,7 \text{ року.}$$

### 2.2.3 Встановлення припливно-витяжної вентиляція з рекуперацією

Поточний стан:

Аналіз розрахунку теплових втрат показує, що 13% припадають систему витяжної вентиляції. Тому встановлення припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією значно знизить витрати теплової енергії, навантаження на електромережі та створить здоровий мікроклімат для дитячого садка.

Опис можливостей з енергозбереження:

Для покращення мікроклімату в приміщеннях пропонується встановлення припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією (рис.2.1).

Припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією – це система, призначена для поліпшення мікроклімату в приміщенні. Виконує дві основні задачі – надходження свіжого повітря і видалення старого, які здійснюються разом[20].

Ігрові, спальні та музичні кімнати повинні бути обладнані децентралізованою системою механічної вентиляції з рекуперацією тепла, щоб забезпечити достатній обмін повітря.

Для встановлення одного вентиляційного блоку потрібен лише один круговий отвір у зовнішній стіні. Не потрібно встановлювати додаткові повітроводи. Потрібно одне джерело живлення на один блок. Отвір природної вентиляції в цих приміщеннях повинен бути закритий.



Рисунок 2.1 - Припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією

Масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор визначається за формулою [9]:

$$G_{\text{рекуп}} = V_{\text{П}} \cdot \rho_c \cdot k_q, \text{ кг/с} \quad (2.13)$$

де  $V_{\text{П}}$  – внутрішній об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho=1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_k$  – кратність повітрообміну приміщення,  $\text{год}^{-1}$ ;

$k_q$  – коефіцієнт витрати, приймаємо  $k_q = 0,4$ .

Тоді за формулою:

$$G_{\text{рекуп}} = 8370,56 \cdot 1,3 \cdot 0,4 = 4352,7 \text{ кг/с}$$

Масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію визначається за формулою [9]:

$$G_{\text{вент}} = V_{\text{П}} \cdot \rho_c \cdot q, \text{ кг/с}$$

де  $V_{II}$  – внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho=1,3$  кг/м<sup>3</sup>;

$n_k$  – кратність повітрообміну приміщення, год<sup>-1</sup>;

$q$  - коефіцієнт відносної витрати повітря, приймаємо  $q = 0,35$ .

Тоді за формулою:

$$G_{\text{вент}} = 8370,56 \cdot 1,3 \cdot 0,35 = 3808,6 \text{ кг/с}$$

Середня температура повітря розраховуємо за формулою [9]:

$$t_{\text{ср}} = \frac{(G_{\text{рекуп}} \cdot t_{\text{ср.оп}} + G_{\text{вент}} \cdot t_{\text{в}})}{G_{\text{рекуп}} + G_{\text{вент}}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

де  $G_{\text{рекуп}}$  – масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор, кг/с;

$G_{\text{вент}}$  – масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію, кг/с.

Тоді за формулою:

$$t_{\text{ср}} = \frac{(4352,7 \cdot (-1,4) + 3808,6 \cdot 22)}{4352,7 + 3808,6} = 9,5 \approx 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховуємо втрати теплоти на вентиляцію, після встановлення припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією за формулою:

$$Q_{\text{рекуп}} = 0,28 \cdot 8370,56 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - 10) \cdot 0,27 \cdot 0,85 = 8433 \text{ Вт.}$$

Різниця між втратами через вентиляцію і вставленим припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією знайдемо по формулі:

$$\Delta Q_{\text{вент}} = Q_{\text{вент}} - Q_{\text{рекуп}}, \text{ Вт}$$

$$\Delta Q_{\text{вент}} = 34253 - 8433 = 25820 \text{ Вт} = 26 \text{ кВт.}$$

Річна економія теплоти після встановлення рекуператора теплоти[9]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.14)$$

де  $t_{\text{ср.оп}} = -1,4 \text{ } ^\circ\text{C}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [4].

$n_{\text{оп}} = 187$  – тривалість опалювального періоду, діб.

$$Q_{\text{рекуп}}^{\text{Ек.рік}} = 26 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 58096 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік.}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [9] :

$$E_{\text{річ}} = Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} \cdot C_{\text{теп}}, \text{ грн} \quad (2.17)$$

де  $C_{\text{теп}}$  – вартість 1 Гкал.

$$58096 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік} = 50 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2022 року 4210,27 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2021–2022 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 50 \cdot 4210,27 = 210514 \text{ грн}$$

Розрахуємо оптимальну кількість повітря необхідна для закладу виходячи з площі будівлі. Згідно державних будівельних норм (ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування, Додаток Х, Таблиця Х.4) [21], оптимальний об'єм повітрязаміщення на 1 м<sup>2</sup> складає 3,6 м<sup>3</sup>/год.

Оскільки площа будівлі 1309,9 м<sup>2</sup>, то оптимальний об'єм повітрязаміщення складає 1700 м<sup>3</sup>/год. Тому пропонується встановлення Припливно-витяжна установка з рекуперацією Cooper&Hunter СН-HRV20M[22].

При розрахунках використовувалася норма дисконтування в 15%.

Таблиця 2.2– Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Грошові потоки	Роки						
	1	2	3	4	5	6	7
Витрати, тис. грн.	-80,96	0	0	0	0	0	0
Дисконовані витрати, тис. грн	-70,4	0	0	0	0	0	0
Грошові надходження, тис. грн	210,5	210,5	210,5	210,5	210,5	210,5	210,5
Дисконтні грошові надходження, тис. грн.	183,04	183	183	183	183	183,04	183
Накопичені дисконтовані витрати, тис. грн.	-70,4	112,6	295,7	478,7	661,8	844,82	1028
Накопичені дисконтовані грошові надходження, тис. грн.	183,04	183	183	183	183	183,04	183
Різниця між накопиченими дисконтованими витратами і накопиченими дисконтованими надходженнями, тис. грн.	112,64	295,7	478,7	661,8	844,8	1027,9	1211



З таблиці видно, що з шостого року різниця між накопиченими дисконтованими витратами і накопиченими дисконтованими надходженнями + 112,6 тис. гривень, з цього випливає, що дисконтний період окупності більше 1 року.

Розрахунок здійснюємо таким чином:

$$DPP = 1 + 112,6/183 = 1,6 \text{ року.}$$

#### 2.2.4 Встановлення сонячних колекторів

У наш час коли з кожним днем зростають ціни на енергоносії у людей все більше проявляється зацікавленість до альтернативної енергетики, одна з таких є енергія Сонця. Проміні які потрапляють на нашу Землю мають велику потужність, яку можна перетворити на електричну енергію завдяки сонячним панелям або сонячну енергію можна використовувати для підігріву води через сонячні колектори.

У випадку нашого закладу пропонується встановлення сонячних колекторів, після аналізу по споживанню гарячої води, ми побачили повну відсутність постачання або відключення по причині поривів у мережі. До того ж теплопостачальна організація не надає ресурси у повному обсязі, температура води не більше 40 °С, що не відповідає санітарними нормам. Регламентується температура гарячої води в централізованих мережах гарячого водопостачання в межах 60-75 °С.

Сонячний колектор - це прилад (див. рис. 2.2), який нагріває воду за допомогою енергії сонця [23].

Принцип роботи сонячних колекторів.

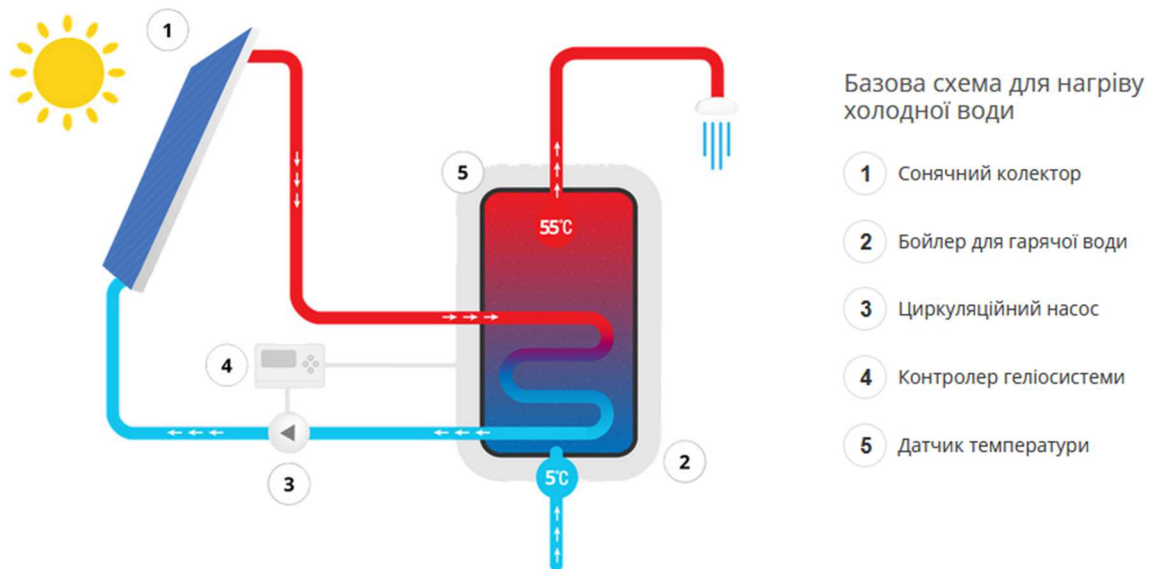


Рисунок 2.2 – Принципова схема сонячного колектора

Сонячна установка складається з колектора, теплообмінного контуру і акумулятора тепла. Рідина циркулює в колекторі. Теплоносій нагрівається від сонця і віддає енергію воді через теплообмінник, що знаходиться в баку. Там вода залишається до її використання, тому у нього повинна бути гарна теплоізоляція. У бак також можна встановити електричний нагрівач-дублер, щоб, коли температура води опуститься нижче встановленої, обігрівач підігрів воду до потрібної температури [23].

Сонячні колектори нагрівають воду практично безкоштовно за рахунок надходження сонячної енергії та мають низькі експлуатаційні витрати, у порівнянні з нагріванням води традиційним паливом чи електричною енергією [24].

Економічну доцільність використання геліосистему визначають при порівнянні базового варіанту гарячого водопостачання з використанням традиційних видів енергії і запропонованого на базі сонячного колектора [24].

Вартість сонячної установки [24]:

$$\Gamma_{\text{ГС}} = \Gamma_{\text{СК}} + \Gamma_{\text{БА}} + \Gamma_{\text{ДО}} + \Gamma_{\text{Д}} + \Gamma_{\text{РОБ}}$$

де  $\Gamma_{ГС}$  – вартість сонячного колектора;

$\Gamma_{БА}$  – вартість бака-акумулятора;

$\Gamma_{ДО}$  – вартість додаткового обладнання для геліосистеми;

$\Gamma_{Д}$  – вартість додаткового джерела теплоти;

$\Gamma_{РОБ}$  – вартість роботи з монтажу і встановлення.

1. Добова витрата енергії для нагрівання води у баку-акумуляторі в залежності від виду додаткового джерела[24]:

- Теплової енергії від централізованого тепlopостачання чи рахунок використанні котла на тридаційному паливі, ГДж:

$$W_{ТЕП} = V_{ТЕП} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{ГВ} - t_{ХВ}) \cdot 10^{-6}$$

де  $V_{ТЕП}$  – об'єм вибраного баку акумулятора

2. Зекономлена сума оплати за енергоносії при використанні геліосистеми, грн [24]:

$$\Gamma = W_{ТЕП} \cdot C_{ТЕП} \cdot n_{РОБ}$$

де  $C_{ЕЛ}$  – діючий тариф на гарячу воду, грн/ГДж.

3. Приблизний простий строк окупності геліосистеми складатиме [24]:

$$\tau_{ОК} = \frac{\Gamma_{ГС}}{\Gamma}$$

Термін окупності сонячної установки повинен бути менше терміну служби сонячного колектору (25 років). У разі зміни (підвищення) тарифів на теплову енергію протягом терміну служби колектора строк окупності відповідно зменшиться [24].

Виконуємо розрахунки:

1. Вартість сонячної установки:

$$\Gamma_{\text{ГС}} = 1248000 \text{ грн}$$

2. Добова витрата енергії для нагрівання води у баку-акумуляторі в залежності від виду додаткового джерела:

- Теплової енергії від централізованого тепlopостачання чи рахунок використанні котла на тридаційному паливі, ГДж:

$$W_{\text{ТЕП}} = V_{\text{ТЕП}} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) \cdot 10^{-6}$$

$$W_{\text{ТЕП}} = 800 \cdot 4,18 \cdot 997 \cdot (38 - 15) \cdot 10^{-6} = 49,7 \text{ ГДж}$$

3. Зекономдена сума оплати за енергоносії при використанні геліосистеми, грн:

- За гаряче водопостачання:

$$\Gamma = 49,7 \cdot 132,12 \cdot 187 = 1183438 \text{ грн}$$

4. Приблизний простий строк окупності геліосистеми складатиме:

$$\tau_{\text{ок}} = \frac{1248000}{1183438} = 1 \text{ рік}$$

### 2.3 Висновки за розділом

Судячи з енергоефективних заходів які пропонуються закладу ДНЗ №25 «Білосніжка» теплові втрати будуть зменшуватися з великою швидкістю, оскільки терміни окупності виявились значно менший ніж сподівалося, тому після впровадження енергоносії будуть використовуватися більш раціональніше та еконамічніше.

## 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Сумський дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) №25 «Білосніжка» підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Лесі Українки, 2/1, м.Суми, Сумська область, 40020.

У закладі працює 50 працівників та виховується 184 дітей. Будівля сумського ДНЗ №25 площею забудови 1307,9 м<sup>2</sup> складається з двох поверхів та підвального приміщення.

Загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу є незадовільним. Стіни будівлі мають явні пошкодження. Старі дерев'яні вікна замінені частково на металопластикові з однокамерним та трикамерним склопакетом. Стан вентиляційної системи за час її експлуатації погіршився, природна вентиляція у приміщеннях відбувається лише за наявності нещільності в огорожувальних конструкціях та відкриванню дверей, майже в усіх приміщеннях доводиться відкривати вікна для провітрювання. Таким чином відбувається втрата великої кількості корисної теплоти під час відкриття вікон в будівлі.

Підтримання комфортних температур внутрішнього повітря у приміщеннях з великими об'ємами вимагає більших витрат теплової енергії. Відсутність утепленого перекриття у закладі призводить до того, що температура повітря у деяких групах на останньому поверсі значно нижча, ніж у групах першого поверху, та не відповідає нормативним показникам.

Оскільки будівля не у задовільному стані, допускається можливість шкідливих факторів які впливають на працівників та вихованців закладу.

Шкідливі виробничі фактори — це фактори середовища і трудового процесу, що можуть спричинити професійну патологію, тимчасове або стійке

зниження працездатності, підвищити частоту захворювань, призвести до порушення здоров'я потомства [25].

До небезпечних і шкідливих факторів відносяться три види: хімічні, фізичні та біологічні [25].

До хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать органічні та неорганічні речовини та їхні сполуки [25].

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори — це:

- незадовільний мікроклімат (температура, вологість, вентиляція повітря, інфрачервоне або ультрафіолетове випромінювання) в приміщенні;
- барометричний тиск;
- постійні електричні поля і випромінювання;
- небезпечне іонізуюче випромінювання;
- високий рівень промислових шумів та вібрацій (місцева або загальна);
- недостатнє природне або технічне освітлення в робочих приміщеннях [25].

Біологічні фактори — це мікроби, грибки, продукти мікробіологічного синтезу (кормові дріжджі, антибіотики, гормони, засоби захисту рослин) тощо [25].

В обстежувальному об'єкті спостерігається фізичний вид небезпечних і шкідливих факторів, а саме незадовільний мікроклімат.

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення [26].

Показниками, що характеризують мікроклімат, є: температура повітря (°C), відносна вологість повітря (%), швидкість руху повітря (м/сек.), інтенсивність теплового випромінювання (Вт/м<sup>2</sup>) [26].

Відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” норми мікроклімату виробничих приміщень можуть бути оптимальними і допустимими [26].

Оптимальні мікрокліматичні умови – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активації терморегуляції. Вони забезпечують стан теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності [26].

Допустимі мікрокліматичні умови – це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко зникають і нормалізуються; вони супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому може виникнути деяке зниження працездатності, але пошкодження або порушення здоров'я у людини це не викликає [26].

За важкістю та енерговитратами роботи класифікують на такі категорії:

*I категорія – легка*, роботи, що виконуються сидячи (I а), стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів (I б); енерговитрати за таких робіт відповідно складають 105...140 Дж/с (I а) та 138...174 Дж/с (I б). Це роботи користувачів комп'ютерів, основні процеси точного приладобудування [26].

*II категорія – роботи середньої важкості*, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують перенесення вантажів (II а) та роботи, пов'язані із ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг (II б); енерговитрати відповідно складають 175...232 Дж/с (II а) та 232...290 Дж/с (II б). Це роботи у механоскладальних, механічних цехах [26].

*III категорія – важкі роботи*, пов'язані з перенесенням вантажів, вагою понад 10 кг і систематичним напруженням; енерговитрати – більше 290 Дж/с. Це роботи у ковальських цехах з ручною ковкою, немеханізовані роботи у ливарних цехах тощо [26].

Оптимальні умови мікроклімату, як правило, досягаються за умов використання промислових кондиціонерів. Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватись в приміщеннях, пов'язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги



(диспетчерські, приміщення, де працюють із комп'ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, конструкторські бюро і т.д.). Для таких робіт оптимальна температура повітря – +22 – +24°C; його відносна вологість – 40 – 60%; швидкість руху – не більше 0,1 м/сек. Перелік інших виробничих приміщень, у яких повинні вимагатись оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, погодженими із органами санітарного нагляду у встановленому порядку [26].

Допустимі значення показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли за технологічними вимогами, технічними та економічними причинами не можна забезпечити оптимальні норми [26].

Показникам мікроклімату даної будівлі відповідають допустимим значенням, на термометрі температура станом на січень 2022 року становить 19° С, відносна вологість повітря 67-70 %. За важкістю та енерговитратами роботи відносяться до II категорія.

Щодо виробничого освітлення, відомо, що вісімдесят відсотків інформації зовнішнього світу людина отримує через очі. Якість інформації залежить від освітлення. Тому правильно організована система освітлення має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору, підвищує працездатність організму і відповідно, продуктивність праці: при зорових роботах середньої важкості на 5...6%, при важкій зоровій роботі на 15%, а при роботі в межах зорового сприйняття – на 40% [27].

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до організації освітлення в Україні є ДБН В. 2.5–28–2018 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення [27].

В залежності від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла; суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним [27].

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення [27].

У закладі ДНЗ №25 «Білосніжка» є природне освітлення, що здійснюється через вікна, особливо в теплу пору року коли світловий день більше тому і світла в приміщеннях більше, але під час холодної пори року значно зменшується освітлення, оскільки зменшується світловий день і у такому випадку використовується штучне освітлення.

До небезпечних факторів відносить електричний струм, у закладах дуже багато електричних приладів, які застосовуються для комфортної роботи.

У закладі ДНЗ № 25 «Білосніжка» застосовуються таке обладнання: холодильник (3 шт.) – 55 Вт, 72Вт та 110 Вт, шафа холодильна – 336 Вт, електром'ясорубка (2 шт.) – 1000 Вт та 1900 Вт, електросковорода – 380 Вт, плита електрична (3 шт.) – по 1000 Вт, котел харчовий – 7500 Вт, машина пральна (2 шт.) – 200 Вт та 380 Вт, побутова швейна машинка – 600 Вт.

Для безпечного користування електроприладами потрібно притримуватися деяких правил:

- Перед вмиканням електроприладу необхідно візуально перевірити електрошнур на наявність механічних пошкоджень.
- Електроприлад повинен бути надійно заземлений згідно з правилами установки приладу.
- Забороняється працювати з електроприладом вологими руками.
- Не можна залишати електроприлад без нагляду на довгий час, після закінчення роботи перевірити, чи все вимкнено.
- Бажано дітям не можна користуватися електроприладами без нагляду дорослих.
- При виявленні або виникненні несправності в електроприладі викликати електрика.
- Категорично заборонено виконувати будь-які ремонтні роботи самостійно.
- Не залишайте без нагляду увімкненими в розетку електроприлади.

- Забороняється тягнути за електричний шнур руками, тому що він може обірватися і вразити електричним струмом.
- Не можна заповнювати водою ввімкнені в електромережу чайники, кавоварки, каструлі.
- Не торкайтесь мокрими руками та не витирайте вологою ганчіркою електричні кабелі, штепсельні розетки, вимикачі, інші електроприлади, ввімкнені в електромережу.
- Не можна підвішувати речі на кабелі.
- Не користуйтеся саморобними електричними приладами.
- Використання електричних приладів не за призначенням або невміле користування ними, може призвести до пожежі [28].

3.2 Розрахунок заходу щодо забезпечення безпечних умов праці на досліджуваному об'єкті

Визначемо відповідність значень показників мікроклімату робочої зони оптимальним або допустимим нормам згідно ДСН 3.3.6.042–99 [29] Вихідні дані наведені в таблиці 1.6. Відносну вологість визначити за показаннями психрометра Августа і за формулою 3.2. Всі решта необхідних даних вибрати із таблиць 3.2 – 3.5 [26].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до завдання 1.1

Вихідні дані	Варіант
	4
Температура сухого $T_C$ і вологого $T_B$ термометрів, $^{\circ}C$	20/16
Атмосферний тиск $H$ , мм. рт. ст..	770
Швидкість руху повітря $V$ , м/с	0,2
Категорія робіт	II
Період року*	x

\*Примітка. В таблиці використані скорочення для теплого періоду року – т, для холодного – х

Таблиця 3.2 – Значення відносної вологості повітря за показниками психрометра Августа [26]

T <sub>C</sub>	Різниця показників температури за сухим і вологим термометром ΔT												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	81	64	46	<b>29</b>	13	–	–	–	–	–	–	–	–
3	84	69	54	<b>40</b>	25	12	–	–	–	–	–	–	–
6	87	73	60	<b>47</b>	35	23	11	–	–	–	–	–	–
9	88	76	65	<b>53</b>	42	32	22	12	3	–	–	–	–
12	89	78	68	<b>58</b>	48	38	30	21	12	4	–	–	–
15	90	80	71	<b>62</b>	53	44	36	28	20	13	4	–	–
18	90	82	73	<b>65</b>	57	49	42	35	27	20	13	6	–
<b>21</b>	<b>91</b>	<b>83</b>	<b>75</b>	<b>67</b>	60	53	46	39	32	26	19	13	7
24	92	85	77	70	63	56	49	43	37	31	26	21	16
27	93	86	79	72	65	59	53	47	41	36	31	26	21
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25
33	93	86	80	74	68	63	57	52	47	42	37	33	28
36	93	87	81	75	70	64	57	54	50	45	41	36	31
39	94	88	82	76	71	66	61	56	52	47	43	39	35

Відносну вологість можна розрахувати за формулою[26]:

$$W = \frac{(P_B - \alpha \cdot (T_C - T_B) \cdot H) \cdot 100\%}{P_C}, \% \quad (3.1)$$

$$W = \frac{(P_B - \alpha \cdot (T_C - T_B) \cdot H) \cdot 100\%}{P_C} = \frac{13,51 - 0,0012 \cdot (20 - 16) \cdot 720}{17,36} \cdot 100\% = 59\%$$

де  $P_B$  і  $P_C$  – пружність насиченої водяної пари відповідно за температури вологого і сухого термометрів (таблиця 1.3);  $H$  – барометричний тиск, мм.рт. ст.;  $\alpha$  – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря (таблиця 1.4);  $T_B$  і  $T_C$  – температура відповідно вологого і сухого термометрів, °C [26].

Таблиця 3.3 – Пружність насичених водяних парів при різній температурі повітря [26]

Температура, °C	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, °C	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, °C	Пружність парів, мм.рт. ст..
10	9,14	18	14,93	26	24,96
11	9,77	19	16,32	27	26,47
12	10,43	<b>20</b>	<b>17,36</b>	28	28,07
13	11,14	21	18,47	29	29,74
14	11,88	22	19,63	30	31,51
15	12,67	23	20,86	31	32,37
<b>16</b>	<b>13,51</b>	24	22,06	32	35,32
17	14,40	25	23,52	33	37,37

Таблиця 3.4 – Психрометричний коефіцієнт  $\alpha$ [26]

$V$ , м/с	0.13	0.16	<b>0.20</b>	0.30	0.40	0.80	2.30	4.00
$\alpha$	0.0013	0.0012	<b>0.0011</b>	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.00067

Таблиця 3.5 – Оптимальні значення показників мікроклімату робочої зони [26]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період	<b>Легка II</b>	<b>22-24</b>	<b>40-60</b>	<b>0,1</b>

Таблиця 3.6 – Допустимі значення показників мікроклімату робочої зони [26]

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість W, % постійні і непостійні р.м.	Швидкість руху повітря V, м/с постійні і непостійні р.м
		Верхня межа		Нижня межа			
		постійні р.м.*	непостійні р.м.*	постійні р.м.	непостійні р.м.		
Холодний	II	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>75</b>	<b>Не більше 0,3</b>

### 3.3 Висновки за розділом

Аналізуючи небезпечні та шкідливі фактори для дошкільного навчального закладу №25 «Білосніжка» був зроблений розрахунок щодо мікроклімату в приміщенні, який повинен відповідати нормам згідно ДСН 3.3.6.042–99. Після розрахунків виявилось, що показники мікроклімату даного приміщення відповідають допустимим значенням.

## ВИСНОВКИ

Під час проведення кваліфікованої роботи магістра було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) №25 «Білосніжка», що знаходиться за адресою м. Суми, 40020, вул Лесі Українки, 2/1.

З основних завдань було встановлення дійсного стану будівлі, а також систем тепло-, електро- та водопостачання. Були розраховані всі основні види тепловтрат. Отримані розрахунки опору теплопередачі та теплових втрат мають показники, які не відповідають нормативним показникам для дошкільного навчального закладу.

Отримані дані свідчать, що велика частина теплової енергії, яка б повинна була йти на опалення приміщення та підтримку комфортної температури, втрачається через огорожувальні конструкції, тому оберемо альтернативні шляхи для економії енергії та коштів.

З усіх заходів пропонувався один з альтернативної енергетики, використовувачи невичерпану енергію дасть змогу менше використовувати ПЕР, які на жаль вичерпані і через деякий час будуть у дефіциті, таким чином переходячи на альтернативну енергетику ми зберігаємо нашу екологію та зменшуємо споживання ПЕР.

При проведенні енергетичного обстеження були запропоновані наступні енергозберігаючі заходи:

- Утеплення огорожувальної конструкції (стіни);
- Заміна віконних блоків;
- Встановлення прививно-витяжну вентиляцію з рекуперацією;
- Встановлення сонячних колекторів.

Такі заходи допоможуть використовувати енергетичні ресурси більш раціональніше та енергоефективніше.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С.В. Сапожніков – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 163 с.
2. ДБН В.2.2-4-97 «Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів».
3. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика».
4. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
5. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. [Електронний ресурс]: [http://rp5.ua/Архив\\_погоды\\_в\\_Сумах](http://rp5.ua/Архив_погоды_в_Сумах)
8. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти - К. Мінрегіонбуд України, 2006. –57 с.
9. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозбережних заходів» з дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд»/ укладачі: С.С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. - Суми: Сумський державний університет, 2015 – 50 с.
10. [Електронний ресурс]:<https://epicentrk.ua/ua/shop/gruntovochnaya-kraska-cheresit-ct-16-10l.html>
11. [Електронний ресурс]: <https://epicentrk.ua/ua/shop/bazaltovaya-vata-izovat-fasad-135-1-2-kv-m-1000x600x100-mm.html>
12. [Електронний ресурс]:<https://epicentrk.ua/ua/shop/akrilovaya-kraska->



[fasadnaya-ct-42-ceresit-10-1-14-kg-113676.html](https://fasadnaya-ct-42-ceresit-10-1-14-kg-113676.html)

13. [Електронний ресурс]:<https://epicentrk.ua/ua/shop/shtukaturka-dekorativnaya-akrilovaya-koroed-ct-64-2-0mm-25-kg.html>
14. [Електронний ресурс]:<https://epicentrk.ua/ua/shop/dyubel-dlya-teploizolyatsii-s-metallicheskim-gvozdem-10x220-mm>
15. [Електронний ресурс]:<https://epicentrk.ua/ua/shop/steklosetka-shtukaturnaya-shchelochestoykaya-baugut-4x4-165-g-kv-m.html>
16. ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. Загальні технічні умови.
17. ДСТУ-Н Б В.2.6-146: 2010 «Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей».
18. [Електронний ресурс]:<https://liniavikon.com.ua/ua/statti/pro-vikna/odnokamerniy-chi-dvokamerniy-sklopaket-yakiy-krasche-vibrati/>
19. [Електронний ресурс]: <https://maksima.kh.ua>
20. [Електронний ресурс]:<https://iqvent.com.ua/blog/shho-take-pryplyvno-vytyazhni-ustanovky-z-rekuperatsiyeyu-tepla-holodu/>
21. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
22. [Електронний ресурс]:<https://karno.ua/ua/-cooperamphunter-ch-hrv20m/>
23. [Електронний ресурс]:<https://dominant-wood.com.ua/ua/statti/299-sonyachni-kolektori-dlya-nagrivu-vodi-vidi-sposobi-ustanovki-efektivnist-roboti>
24. Розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання [Текст]: метод. рек. до викон. домашньої контрольної роботи для студ. спеціальності 101 «Екологія» спеціалізації «Інженерна екологія та ресурсозбереження» /Уклад: В.В.Дубровська, В.І. Шкляр – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
25. [Електронний ресурс]:<https://pro-op.com.ua/article/206-qqq-16-m6-13-06-2016-nebezpechn-ta-shkdliiv-virobnich-faktori>
26. Фалько В.В., Соціальна та професійна безпека діяльності людини; лабораторна робота №1 Оцінка і способи забезпечення відповідності вимогам охорони праці параметрів на робочих місцях.

27. Фалько В.В., Соціальна та професійна безпека діяльності людини; лабораторна роба №8, Розрахунок штучного освітлення, Вибір джерела штучного освітлення.
28. [Електронний ресурс]: <https://smr.gov.ua/uk/dovidka/pro-tse-varto-znati-vsiam-yatki-gorodyanam/7519-pravila-bezpeki-pri-koristuvanni-elektropriladami.html>
29. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99

## ДОДАТОК А

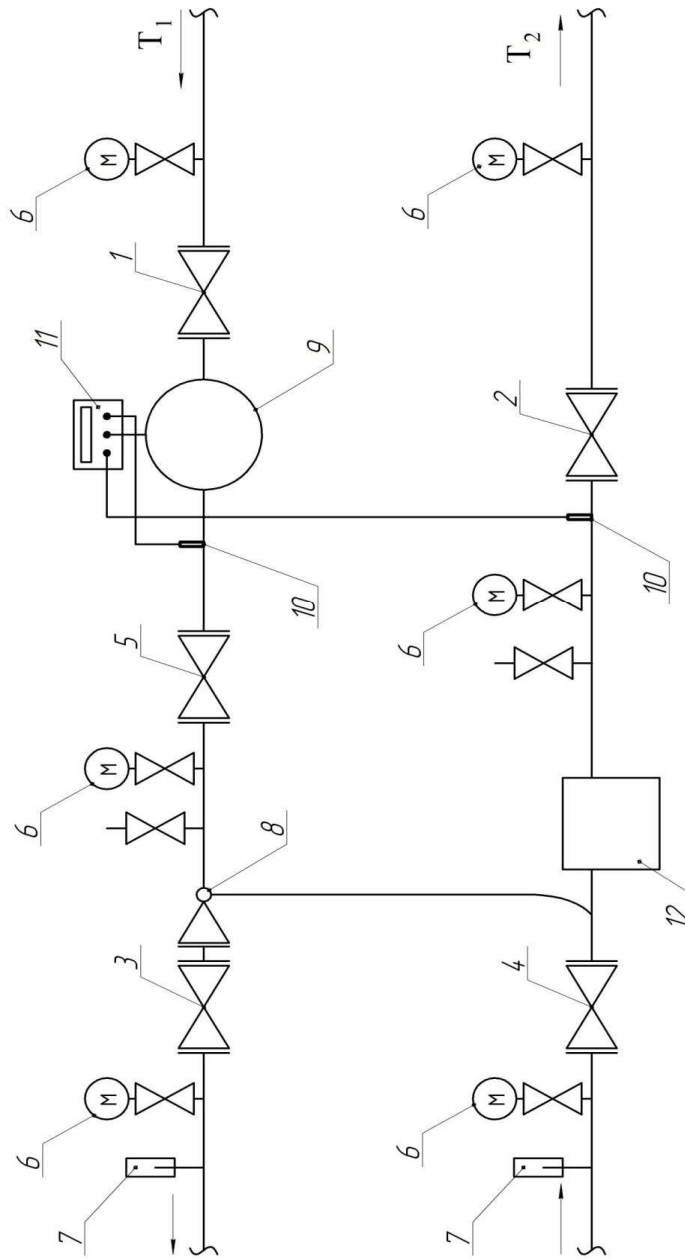


Рисунок 1.А – схема теплового пункту ДНЗ № 25

1,3,5 – засувки ДУ-89 на падаючому теплопроводі; 2,4 – засувки ДУ-89 на зворотному теплопроводі; 6 – манометр; 7 – термометр; 8 – елеваторний пристрій; 9 – водомір; 10 – датчик температури; 11 – лічильник теплоти; 12 – грязьовик.

## ДОДАТОК Б

### Результати тепловізійного обстеження

Тепловізійне обстеження будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 25 "Білосніжка" м. Суми, Сумської області було проведено 18 лютого 2021 року з використанням тепловізора FlukeTi25. У звіті надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

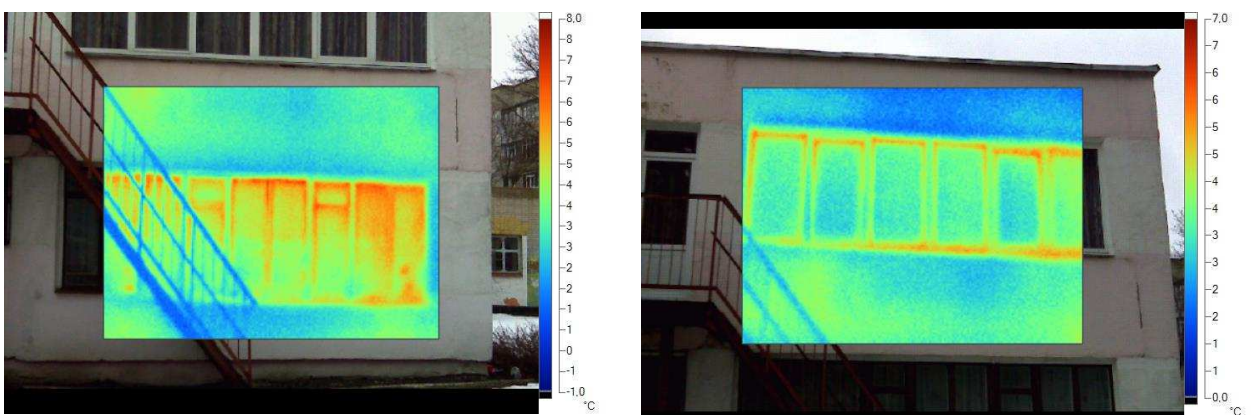
Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ДНЗ № 25

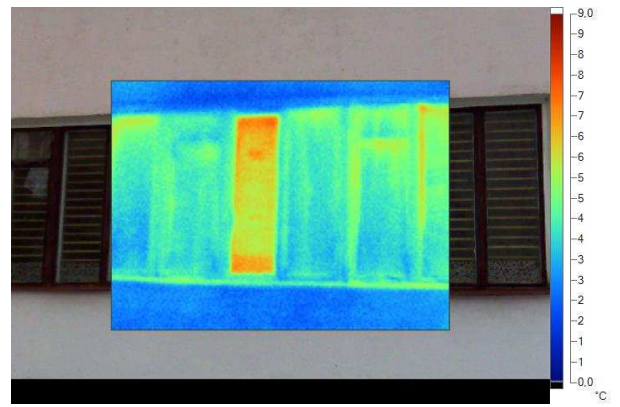
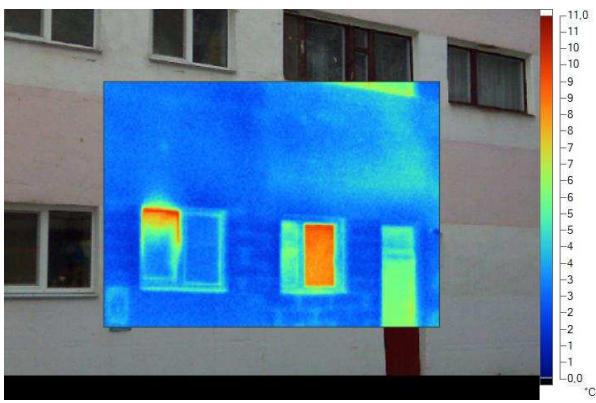
На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила  $+4^{\circ}\text{C}$ . Середня температура всередині приміщень становила  $18^{\circ}\text{C}$ .

У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям. Під час тепловізійного обстеження було зроблено 19 термограм.

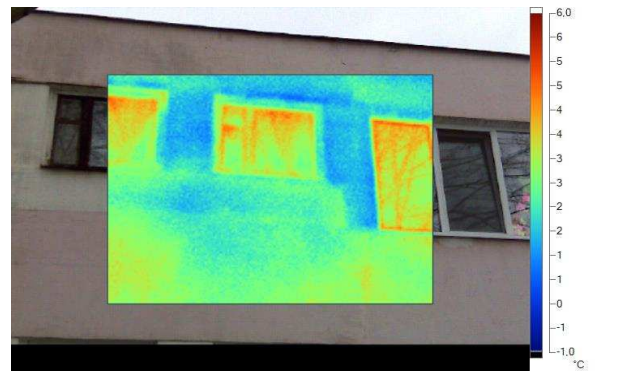
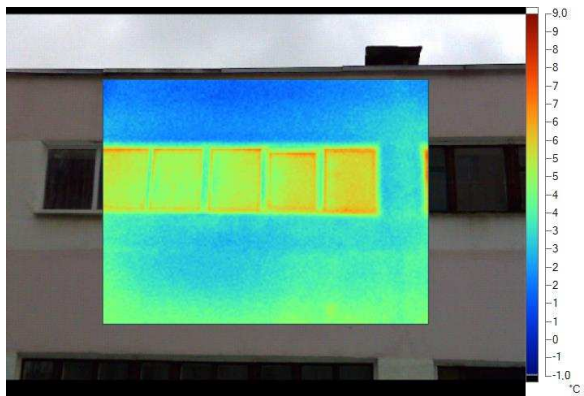
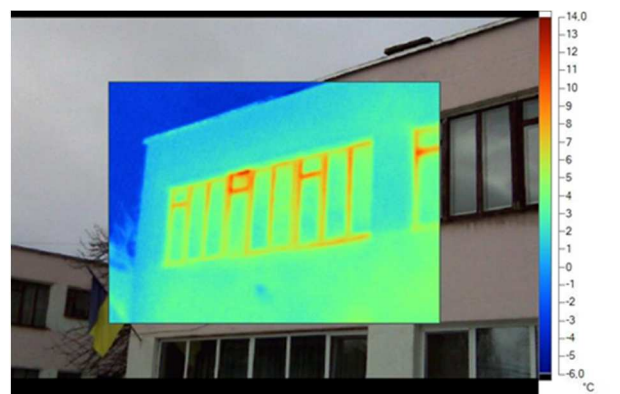
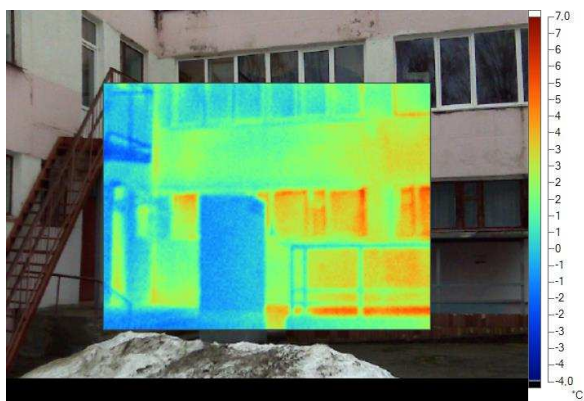
**Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №25)**

Неякісний монтаж віконних конструкцій, та самі віконні конструкції обумовлюють значні втрати тепла з приміщень.

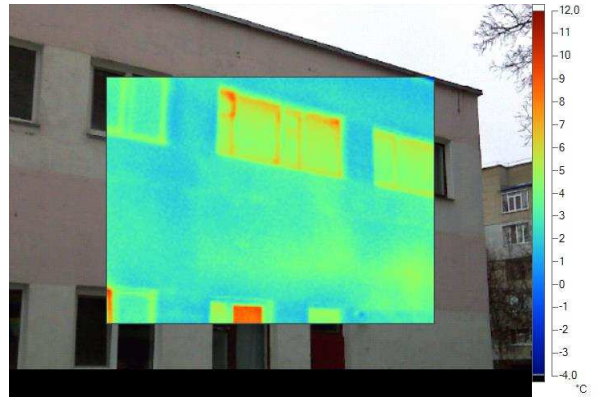
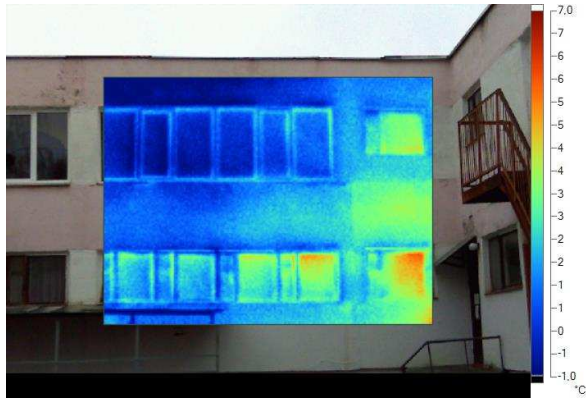
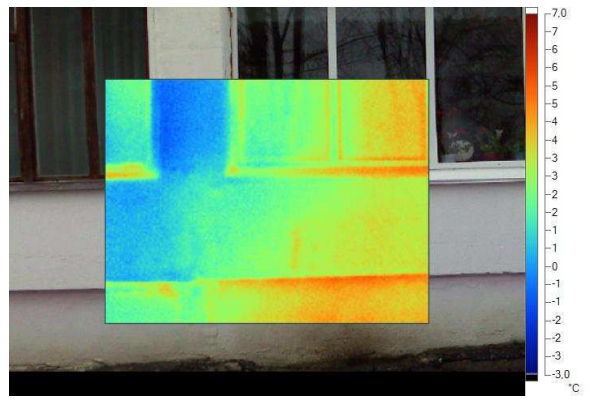
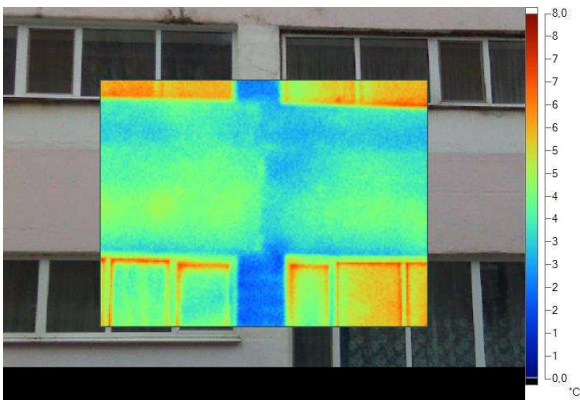




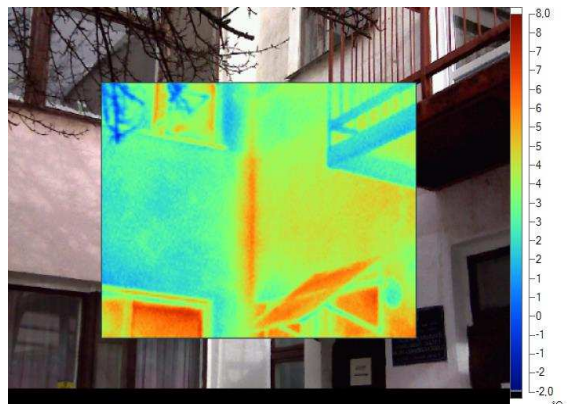
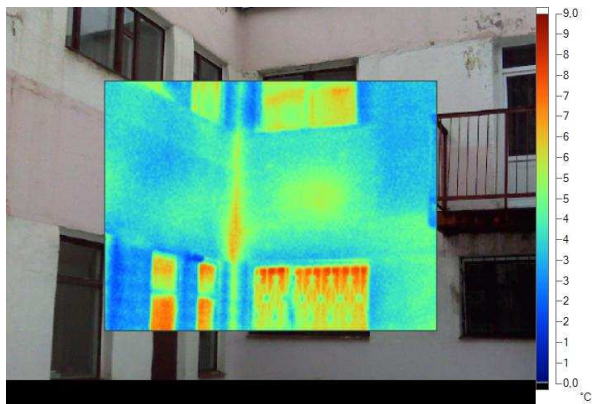
Спостерігається нещільність прилягання віконних рам до стіни, що призводить до тепловтрат. Втрати також відбуваються через зовнішні стіни, що обумовлене втратою її термічного опору



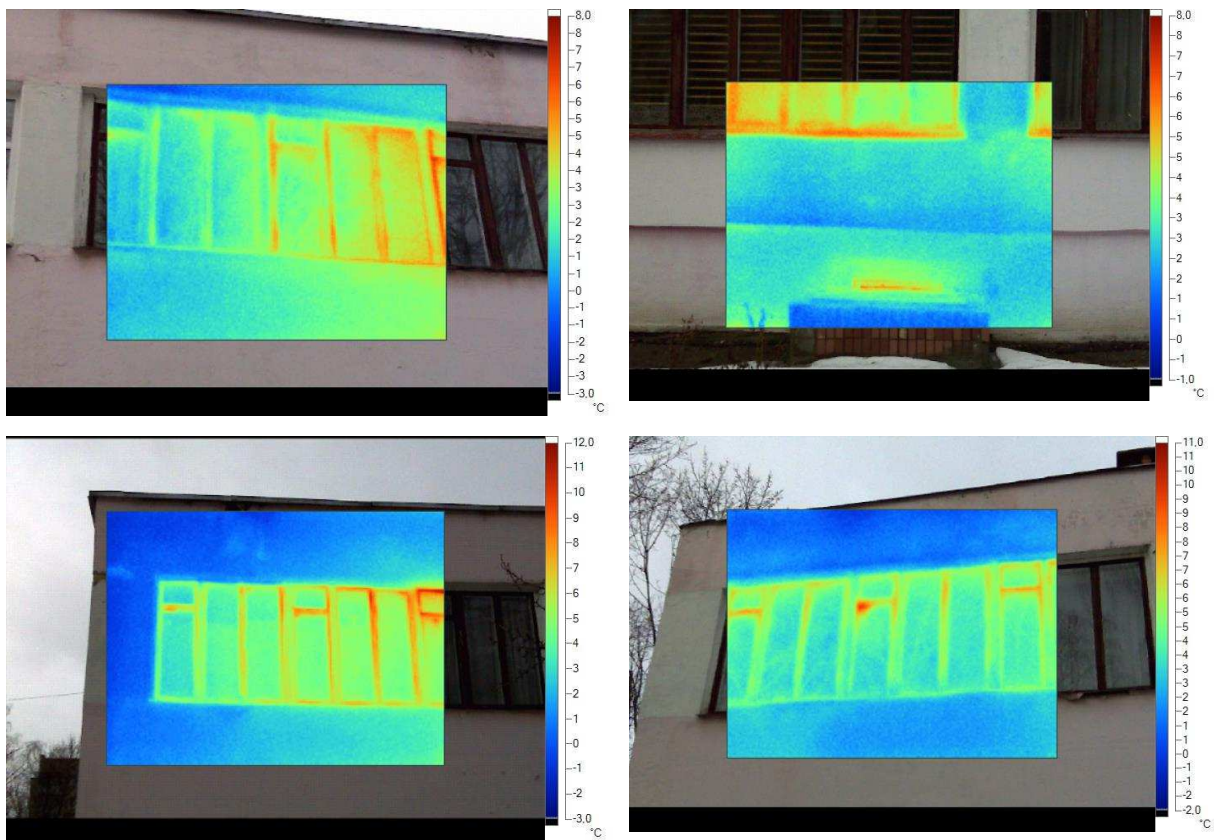
Значні втрати відбуваються через стіни в місцях розташування у приміщенні опалювальних приладів, що є причиною недостатньої товщини стіни і її теплозахисних властивостей.



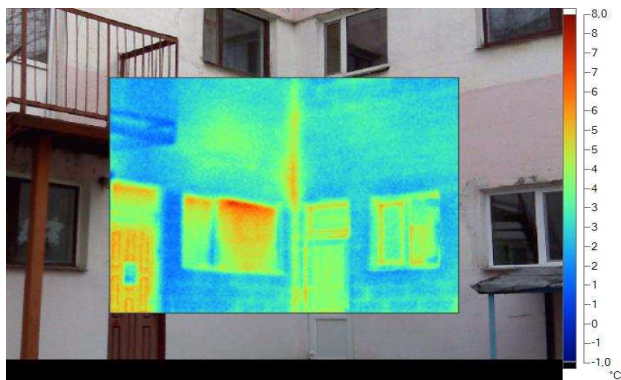
Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни (особливо у кутовому з'єднанні стін) свідчить про втрату стінами теплозахисних властивостей.



Незадовільний стан застарілої конструкції дерев'яних вікон обумовлює значні втрати тепла з приміщень.



Зовнішні дверні конструкції не мають достатнього теплового опору щодо запобігання тепловим втратам з середини приміщень



Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщень, а саме:

- через недопустиму руйнацію огорожувальних конструкцій, а саме, наявність стінових тріщин є причиною інтенсивного зволоження і промерзання стін;
- підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про часткову втрату стінами теплозахисних властивостей;
- відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення.