

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: « Підвищення рівня ефективності енерговикористання будівлі ДНЗ  
№16»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

Концур К.І.

(прізвище і ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис студента)

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

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Сапожніков С.В.

(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

“ \_\_\_\_\_ ” 2021 р.

Секретар комісії

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Прикладної гідроаеромеханіки  
  
\_\_\_\_\_ Ковальов І.О.  
“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра**

Концур Каріна Ігорівна

1 Тема роботи «Підвищення рівня ефективності енерговикористання будівлі ДНЗ № 16»

затверджена наказом по університету №0169 від “09” квітня 2021 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до “08” червня 2021 р.

3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об’єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

**Вступ** (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

**1. Характеристика об’єкта енергетичного обстеження** (опис дійсного стану систем енергопостачання об’єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об’єкті; представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз; висновки).

**2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об’єкта енергетичного обстеження** (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об’єкті; Порівняльний аналіз дійсних показників енергоспоживання з нормативними; основні положення методики розрахункового аналізу; представлення результатів розрахунку; висновки).

**3. Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів** (характеристика розроблених заходів з енергозбереження та умов їх запровадження; представлення результатів розрахунку; висновки).

**Висновки** (загальна характеристика отриманих результатів за кожним етапом виконаної роботи)

5. Перелік обов’язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. Енерготехнологічна схема об’єкта
2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності
3. Результати розрахункового аналізу
4. Техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	05.04-11.04.21	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	12.04-18.04.21	
3	Інструментальне обстеження	Лютий-травень	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	19.04-16.05.21	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	17.05-30.05.21	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	31.05-07.06.21	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	04.06-07.06.21	
8	Здача роботи на перевірку	08.06.21	
9	Доопрацювання зауважень	13.06.21	
10	Захист роботи	14.06-19.06.21	

Дата видачі завдання “05” квітня 2021 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 83 с., 11 таблиць, 15 рисунків, 2 додатки, 24 літературних джерел.

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

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 та енергоспоживання будівлі ДНЗ №16 «Сонечко».

*Об'єктом* є використання енергоносіїв в ДНЗ №16.

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

*Ключові слова:* ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВІЗІЙНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ

**Тема роботи – «Підвищення рівня ефективності енерговикористання будівлі ДНЗ № 16**

## ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	8
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження .....	8
1.2 Опис дійсного стану будівлі об’єкт 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.....	12
1.3.4 Система вентиляції.....	12
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв .....	13
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду .....	14
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	14
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	16
1.6 Висновки за розділом.....	17
2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	18
2.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води .....	18
2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	18
2.1.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії.....	21
2.1.3 Аналіз обсягів споживання води.....	24

					6.144.05 ВР 00 ПЗ				
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					
Розроб.	Концур				<i>Підвищення рівня ефективності енерговикористання будівлі</i>		Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Сапожніков						3	83	
Н. контр.	Сапожніков				СумДУ, ЕМ-71				
Затв.									

2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	28
2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності.....	28
2.2.2 Визначення рівня величин енергетичних показників.....	35
2.2.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі.....	43
2.3 Аналіз енергетичного балансу будівлі.....	46
2.4 Аналіз енергоефективності роботи системи теплопостачання.....	50
2.5 Висновки за розділом .....	51
<b>3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ</b>	
<b>ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ .....</b>	<b>52</b>
3.1 Опис можливих енергозберіжних заходів .....	52
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів .....	52
3.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни).....	52
3.2.2 Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції.....	58
3.2.3 Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна .....	64
3.2.4 Подальша заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні.....	68
3.3 Висновки за розділом .....	71
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...72</b>	
4.1 Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці.....	72
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>77</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>78</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>81</b>
<b>ДОДАТОК Б.....</b>	<b>82</b>

## ВСТУП

Енергетичний аудит – це експертиза житлового будинку або підприємства, проведена спеціалізованим фахівцем з енергетичної сертифікації будівель метою якої є з'ясувати його технічний стан та ефективність споживання енергії[1].

Енергоаудит проводиться з метою встановлення ефективності використання енергетичних ресурсів і розроблення економічно обґрунтованих заходів щодо зниження обсягів їх споживання, тобто визначення способів підвищення енергоефективності будівель різного призначення (від будинків до підприємств різних галузей)[1].

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або ж фірми, які уповноважені на це господарськими об'єктами. Він може проводитися за ініціативою суб'єктів, а також у випадках, передбачених законодавством.

Предметом даного енергетичного обстеження є системи електро- та теплопостачання, гарячого та холодного водопостачання і надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Об'єктом енергетичного аудиту є Сумський дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) №16 «Сонечко», що знаходиться за адресою м. Суми, 40035, Пр. Михайла Лушпи, 45.

Призначенням даного енергетичного аудиту: оцінка рівня ефективності та реального стану систем постачання енергоресурсів на ДНЗ №16 «Сонечко» з метою скорочення витрат паливо-енергетичних ресурсів.

Методом дослідження дошкільного навчального закладу є обстеження поточного стану будівлі за допомогою приладів вимірювання енергетичних даних .

						Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження при проходженні переддипломної практики є Сумський дошкільній навчальний заклад №16 «Сонечко», який підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля знаходиться за адресою м. Суми, 40035, пр. Михайла Лушпи, 45. (рис. 1.1).



Рисунок 1.1– Сумський дошкільній навчальний заклад №16 «Сонечко»

Технічні характеристики будівлі:

- рік заbudови 1991р.;
- кількість поверхів 3;
- опалювальна площа 2657,18м<sup>2</sup>;

						Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



- площа забудови 1080м<sup>2</sup>;
- опалювальний об'єм будівлі 8170,47м<sup>3</sup>;
- опалювальний об'єм за зовнішніми вимірами 10368м<sup>3</sup>.

У закладі працює 58 працівників та виховується 256 дітей у 25 групах. Будівля сумського ДНЗ №16 складається з трьох поверхів та техпідпілля.

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 будівлі об'єкт енергетичного обстеження

Фундамент даного дошкільного закладу виконаний із залізобетонну. По периметру всієї будівлі виконана відмостка. Зовнішні і внутрішні стіни будівлі із керамзитобетону на цементно-піщаному розчині, присутня облицювальна керамічна плитка. Підлога із залізобетонних плит, цементна стяжка покрита лінолеумом, місцями керамічною плиткою. Суміжне покриття також залізобетонне, вкрите керамзитом, дах шиферний. Сходи в будівлі збірні, одноярусні, з набірними сходами. Двері ДНЗ дерев'яні та металеві. Вікна встановлені металопластикові.

При проведенні енергетичного стану будівлі було встановлено, що загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу є задовільним. Стіни будівлі не мають явних пошкоджень. Старі дерев'яні вікна замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом. Будівля має чотири входи (два центральних та два службових), кожен з яких виконано у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей. Стан вентиляційної системи є майже задовільний, в деяких місцях вентиляція перекрита шпалерами.

						Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

#### 1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 16 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір №1303–Т від 19.02.2021 року.

Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла CALMEX КОМПАКТ- VKP - 431 марки PREMEX. У теплопункті водолічильник, який під'єднаний до теплотлічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром  $D_{тр}$  32 з діаметром умовного проходу Ду 25. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, повністю ізольовані. Температура надходження теплоносія в теплопункт 62°C. Схема теплопункту ДНЗ №16 показана у Додатку А.

						Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу двотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна. Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів.

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

При проведенні обстеження було виявлені деякі нераціональні використання опалення, а саме в деяких приміщеннях доступ до опалювальних приладів заставлений меблями, що перешкоджає повністю циркулювати тепловому повітрю.

### 1.3.2 Система електропостачання

Електроспоживання дитячого дошкільного закладу йде на систему освітлення та систему технічного електрообладнання.

Система освітлення складається із світильників з люмінесцентними лампами, з лампами розжарювання та світлодіодними лампами, які мають сумарну кількість 681 штук, з них: 156 ламп розжарювання на 60 Вт; 475 люмінесцентних ламп на 40 Вт та 50 шт. світлодіодних на 10 Вт. В коридорах другого и третього поверхах лампи по 40 Вт, а на першому лампи по 18 Вт. Зовнішнє освітлення немає.

Основне енергозатратне устаткування в системі технічного електрообладнання: плита електрична, електрокотел, жарова шафа, пральні

						Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

машини, холодильна шафа, електросковорода, картопечистка, м'ясорубка, барабан сушильний, електропраски, електростелелізатор.

### 1.3.3 Система водопостачання

Тип системи гарячого водопостачання централізований, а холодний здійснюється від місцевого водоканалу. Всього до будівлі два підвода води, які з'єднуються з трубами, розподіляючи воду по всьому закладу. Теплоізоляція трубопроводу гарячої води присутня (утеплення тепловатою). Відсутній манометр. Температура гарячої води в осередненому значенні 52°C. Діаметр трубопроводу в подавальному пункті 50 мм. Система каналізації влаштована так, як і система водопостачання. Основними споживачами холодної та гарячої води є працівники та, обслуговуючий персонал та вихованці закладу, основна кількість води використовується на приготування їжі, прання, та в туалетах.

При обстеженні, водопостачальна система та її теплоізоляція виявилася в задовільному стані

### 1.3.4 Система вентиляції

У будівлі наявна природна вентиляція системою стоякових трубопроводів, які з'єднують усі приміщення. Повітря і вуглекислий газ, піднімаючись до стелі, втягуються у вентиляційні шахти і далі через них виходить у навколишнє середовище. Витяжка припливно-витяжна передбачена на кухні та пральній. Витяжна вентиляція кухні в зимовий та

						Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

перехідні періоди включається приблизно 2 години за день. Подача свіжого повітря в приміщення в теплу пору року здійснюється неорганізовано через відкриття вікон та дверей.

Стан вентиляційної системи незадовільний, в деяких групах вентиляційний отвір заклеєний шпалерами, система потребує чистки в каналів.

### 1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла тепла CALMEX КОМПАКТ- VKP - 431 марки PREMEX. Зняття показників лічильника ведеться з серпня 2014 року, останній термін повірки лічильника II квартал 2018 року.

Теплопостачання Сумського ДНЗ №16 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго», договір №1303–Т від 19.02.2021 року.

Облік споживання електроенергії виконується трьома лічильниками НІК2301АПЗ. Зняття показників усіх трьох лічильників ведеться з серпня 2014 року, останній термін повірки лічильника III квартал 2018 року.

Договір про постачання електроенергії з «ЕНЕРА СУМИ», договір № 4047 від 30.12.2020 року.

Договір про постачання холодної води укладений з КП «Міськводоканал» м. Суми договір № 3047-Т від 01.02.21 року

Облік споживання холодної води ведеться за показанням лічильника холодної води M-T-Qn10A, встановлено у вузлі вводу. Зняття показників лічильника ведеться з серпня 2014 року, останній термін повірки лічильника II квартал 2018 року.

						Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У вузлі обліку постачання гарячої води встановлений лічильник води М-Т-Qn6. Зняття показників лічильників ведеться з серпня 2014 року.

Договір про постачання холодної та гарячої води укладений з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір №1303-Т від 19.02.21 року.

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи на 28 лютого 2021 року з ПДВ:

Тариф на теплоенергію – 1613,76 грн/Гкал.

Тариф на електроенергію – 2,5297 грн/кВт·год.

Тариф на холодну воду – 13,7520 грн/м<sup>3</sup>.

Тариф на водовідведення – 13,3680 грн/м<sup>3</sup>.

Тариф на гарячу воду – 85,896 грн/м<sup>3</sup>.

### 1.4 Опис методів та приладів вимірювання

При енергетичному обстеженні ДНЗ №16 «Сонечко» були використані такі прилади вимірювання:

- тепловізор;

Для температурного обстеження стану огорожувальної конструкції будівлі був використаний тепловізор Fluke Ti25 (рис 1.9).

						Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2– Тепловізор Fluke Ti25

Характеристика даного тепловізора:

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

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

					Аркуш
					15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

## 1.5 Аналіз результатів вимірювання

Тепловізійне обстеження будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 16 "Сонечко" м. Суми, Сумської області було проведено 10 лютого 2021 року з використанням тепловізора FlukeTi25. У роботі надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила  $-4^{\circ}\text{C}$ . Середня температура всередині приміщень становила  $19^{\circ}\text{C}$ . 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 26 термограми.

На термограмах (додаток Б) видно, що підвищена температура зовнішньої поверхні стіни (особливо у кутовому з'єднанні стін) свідчить про втрату стінам теплозахисних властивостей (рис.Б.2), також спостерігається неякісний монтаж віконних конструкцій обумовлює значні втрати з приміщення (рис.Б.3) та відбуваються втрати в місцях знаходження приладів опалення (рис.Б.1).

						Аркуш
						16
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



## 1.6 Висновки за розділом

На цьому етапі роботи була характеристика об'єкту енергетичного обстеження. Був здійснений опис дійсного стану будівлі та обстеження енергетичних систем, а саме: систем опалення, електропостачання, вентиляції, систем водопостачання та система обліку споживання енергоносіїв. При енергетичному обстеженні ДНЗ №16 «Сонечко» був використан тепловізор для того, щоб визначити температуру стін, місця тепловтрати в огорожувальній конструкції і було виявлено, що зовнішні стіни будівлі являються не в задовільному стані.

						Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

### 2.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води

#### 2.1.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки наведена у табл. 2.1 та на рис. 2.2 приведена динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2018–2021 роки .

Таблиця 2.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018– 2021 роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	X	85,859	55,649	75,160
Лютий	X	79,898	66,320	79,103
Березень	X	58,933	37,516	56,016
Квітень	X	27,692	0	
Травень	–	–	–	–
Червень	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–
Серпень	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–
Жовтень	16,673	18,195	14,671	X
Листопад	46,831	26,649	48,948	X
Грудень	74,607	71,423	74,652	X
Всього	138,111	368,649	297,756	X

Опалювальний період розпочинається за умови, що середньодобова температура повітря протягом трьох діб поспіль не перевищує 8°C, та закінчується коли середньодобова температура за три доби не нижче ніж 8°C.

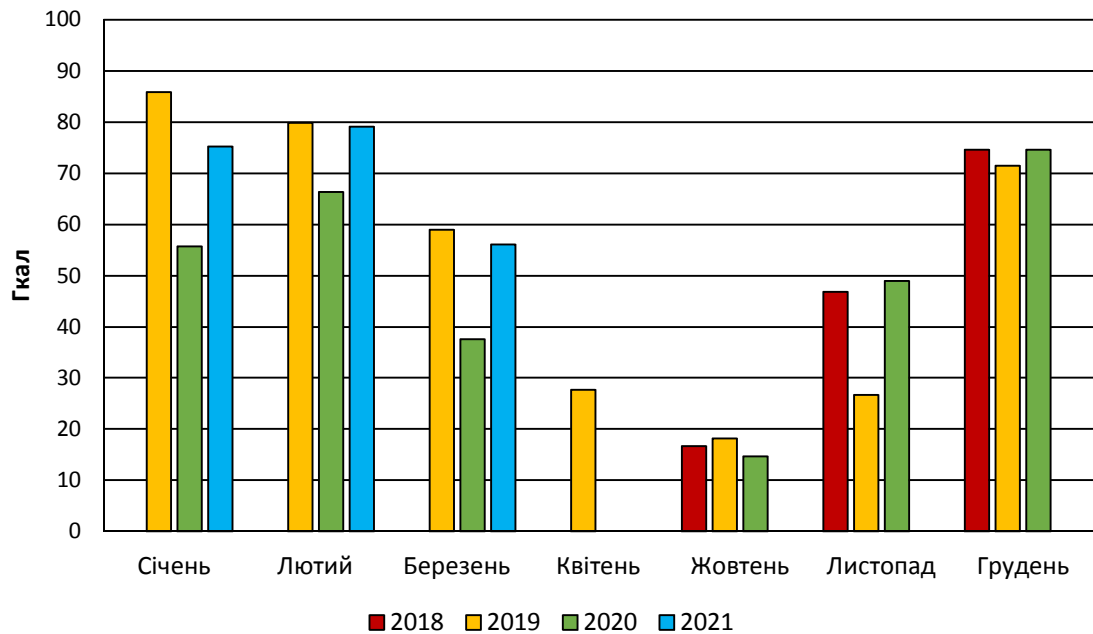


Рисунок 2.2 – Динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2019–2021 роки

Таблиця 2.2 – Ліміти споживання тепла за 2019-2021 роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	X	89,200	78,700	76,700
Лютий	X	77,400	79,700	77,931
Березень	X	54,100	62,400	65,900
Квітень	X	220,7	220,8	34,500
Травень	–	–	–	–
Червень	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–

Продовження табл 2.2

Серпень	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–
Жовтень	21,000	21,000	17,400	X
Листопад	55,100	55,100	52,900	X
Грудень	74,600	74,600	74,400	X
Всього	150,70	402,100	400,000	X

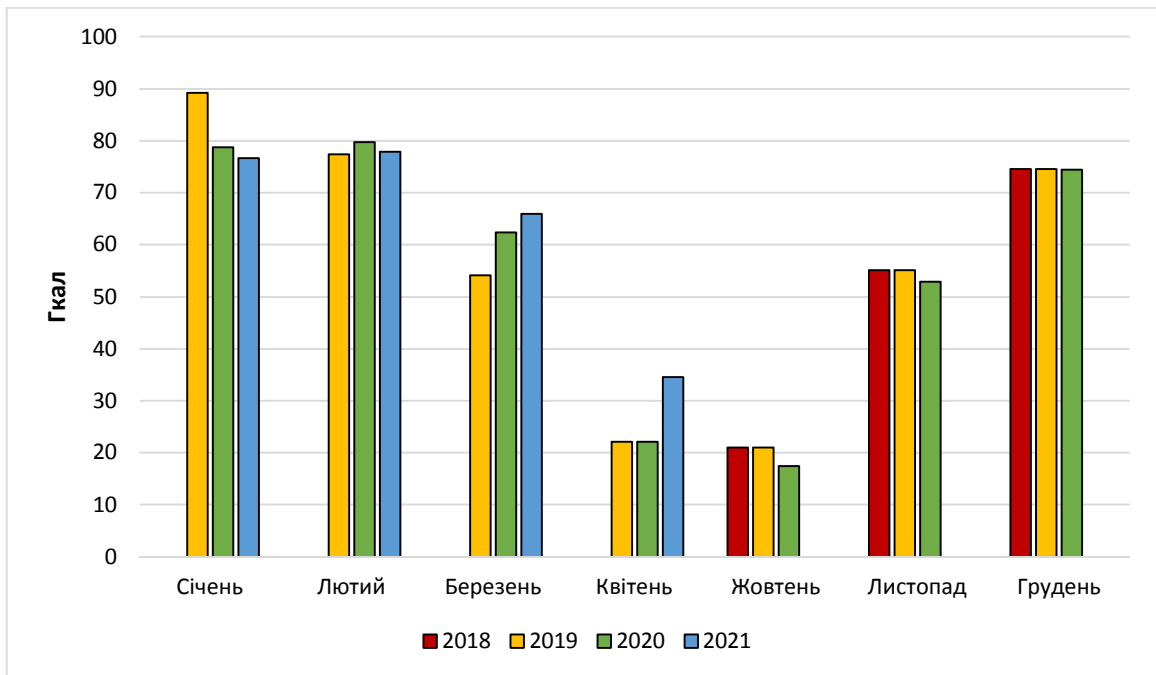


Рисунок 2.3 – Ліміти споживання тепла за 2019-2021 роки

Графік динаміки за 2018–2021 роки показує, що максимум споживання теплової енергії на опалення дошкільним навчальним закладом №16 приходить на грудень, січень і лютий, а мінімум – квітень та жовтень. Нерівномірність теплоспоживання у відповідні періоди кожного року пов'язана з різною температурою довкілля. Ліміт майже виконується.

## 2.1.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Кількість електроенергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки наведена у табл. 2.3 та на рис. 2.4 приведена динаміка споживання електроенергії будівлею за 2018–2021 роки .

Таблиця 2.3 – Кількість електроенергії, спожитої будівлею за 2018– 2021 роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	4113	4115	4058	4075
Лютий	4485	4132	3965	4045
Березень	3541	3739	3719	2124
Квітень	3515	3555	919	3433
Травень	3100	3078	341	X
Червень	3297	3002	853	X
Липень	2291	2305	1900	X
Серпень	2558	2570	2152	X
Вересень	2402	2209	2365	X
Жовтень	3720	3406	3347	X
Листопад	4091	4325	3429	X
Грудень	4489	4239	4587	X
Всього	41602	40676	31635	X

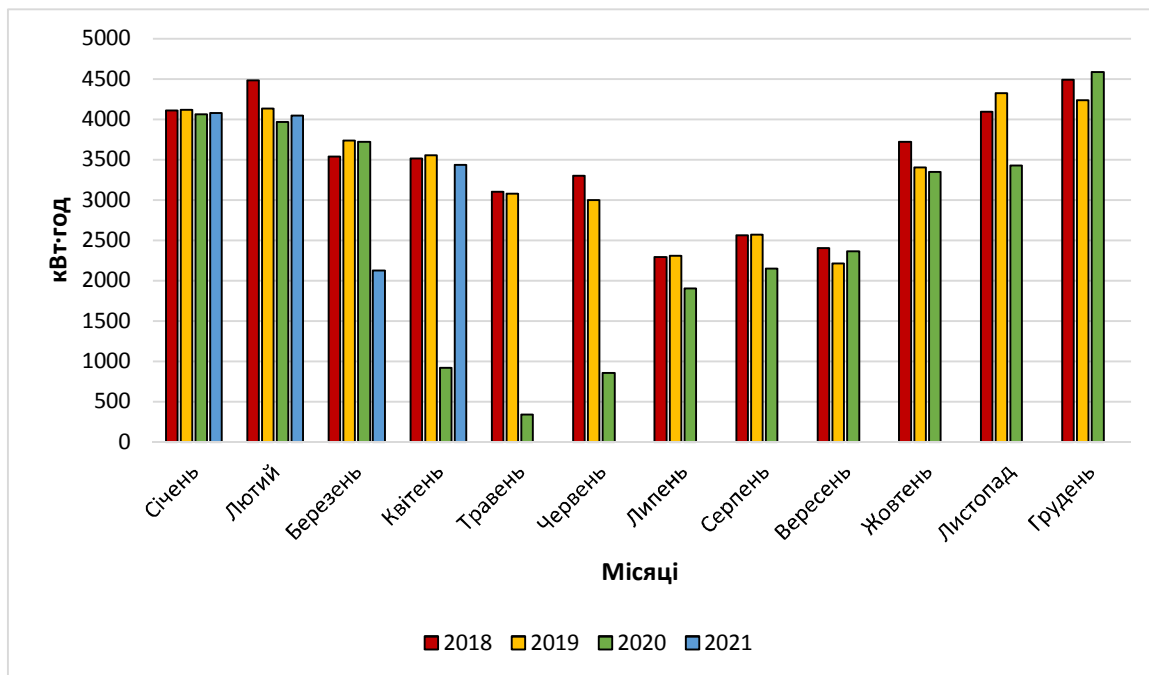


Рисунок 2.4 –Динаміка споживання електроенергії будівлею за 2018–2021 роки

Таблиця 2.4 – Ліміти споживання електроенергії за 2018-2021 роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	кВт·год	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	4500	4500	4200	4200
Лютий	4100	4100	4150	4200
Березень	3400	3400	3700	3600
Квітень	3400	3400	3500	3500
Травень	3000	3000	3000	X
Червень	3000	3000	3000	X
Липень	2300	2300	2300	X
Серпень	2600	2600	2600	X
Вересень	2400	2400	2400	X
Жовтень	3400	3400	3400	X

Продовження табл 2.4

Листопад	4400	4400	4350	X
Грудень	4500	4500	4400	X
Всього	41000	41000	41000	X

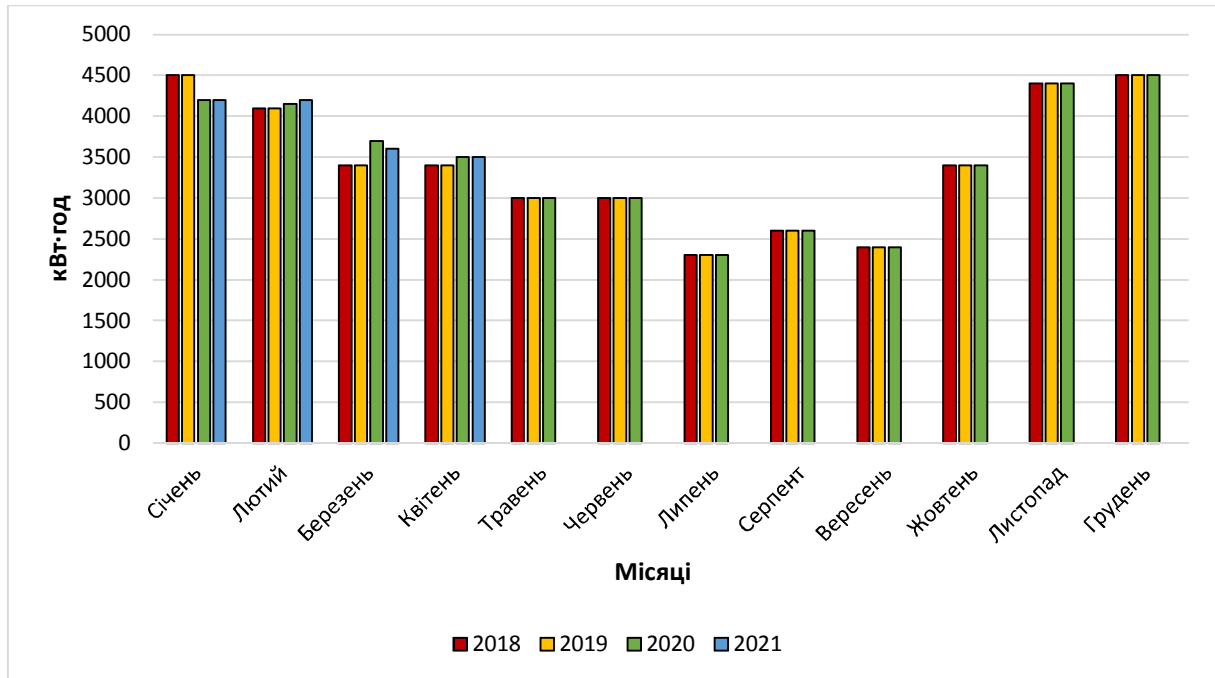


Рисунок 2.5 – Ліміти споживання електроенергії за 2018-2021 роки

Проаналізувавши гістограму динаміки споживання електроенергії будівлі можна побачити, що ДНЗ №16 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. Ліміт майже виконується.

### 2.1.3 Аналіз обсягів споживання води

Кількість спожитої холодної та гарячої води будівлею за 2018–2021 роки наведена у табл. 2.5 та на рис. 2.6, 2.7 приведена динаміка споживання гарячої та холодної води будівлею за 2018–2021 роки .

Таблиця 2.5 – Кількість гарячої та холодної води, спожитої будівлею за 2018– 2021 роки

Місяць	Рік							
	2018		2019		2020		2021	
	м <sup>3</sup>		м <sup>3</sup>		м <sup>3</sup>		м <sup>3</sup>	
	Хол. вод а	Гар. вода	Хол. вода	Гар. вода	Хол. вода	Гар. вода	Хол. вода	Гар. вод а
1	121	91	158	63	123	59	80	40
2	123	109	134	71	160	68	129	57
3	112	87	143	78	125	87	14	38
4	135	98	162	69	35	0	111	48
5	139	92	149	69	19	6	X	X
6	131	74	129	33	32	10	X	X
7	104	45	120	38	55	5	X	X
8	109	43	100	31	61	9	X	X
9	173	54	174	53	93	60	X	X
10	177	51	172	73	14	76	X	X
11	188	65	170	84	142	74	X	X



Продовження табл 2.5

12	145	86	157	82	144	61	X	X
Всього	1657	895	1778	929	1104	515	X	X

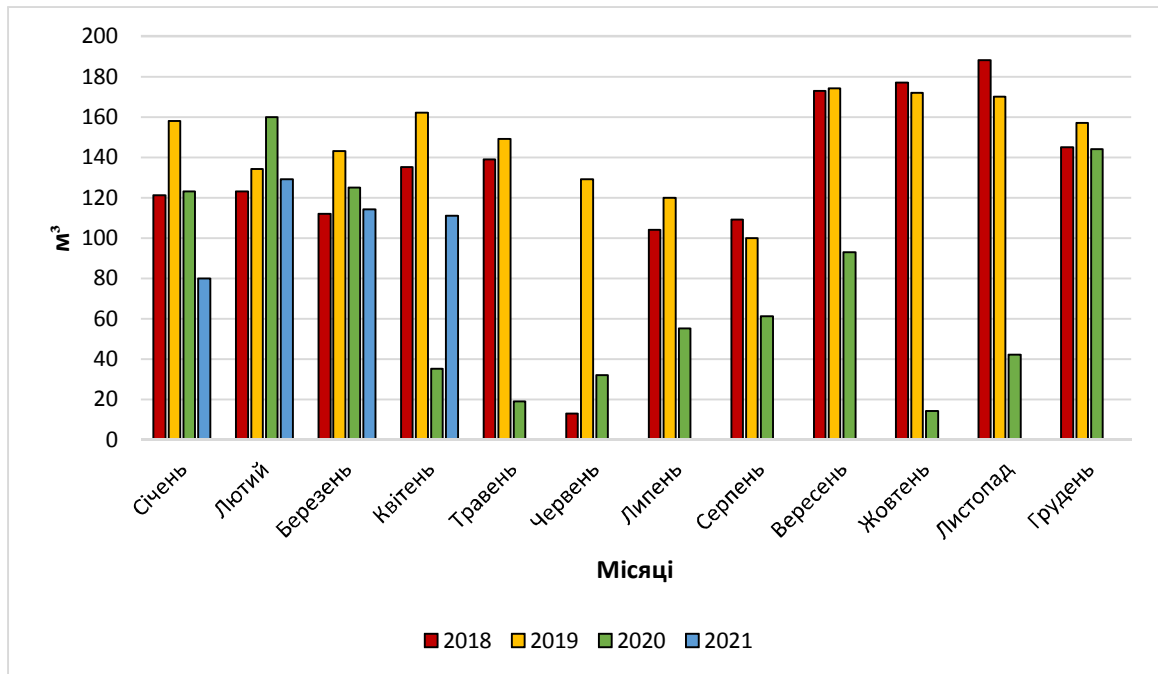


Рисунок 2.6 – Динаміка споживання холодної води за 2018–2021 роки

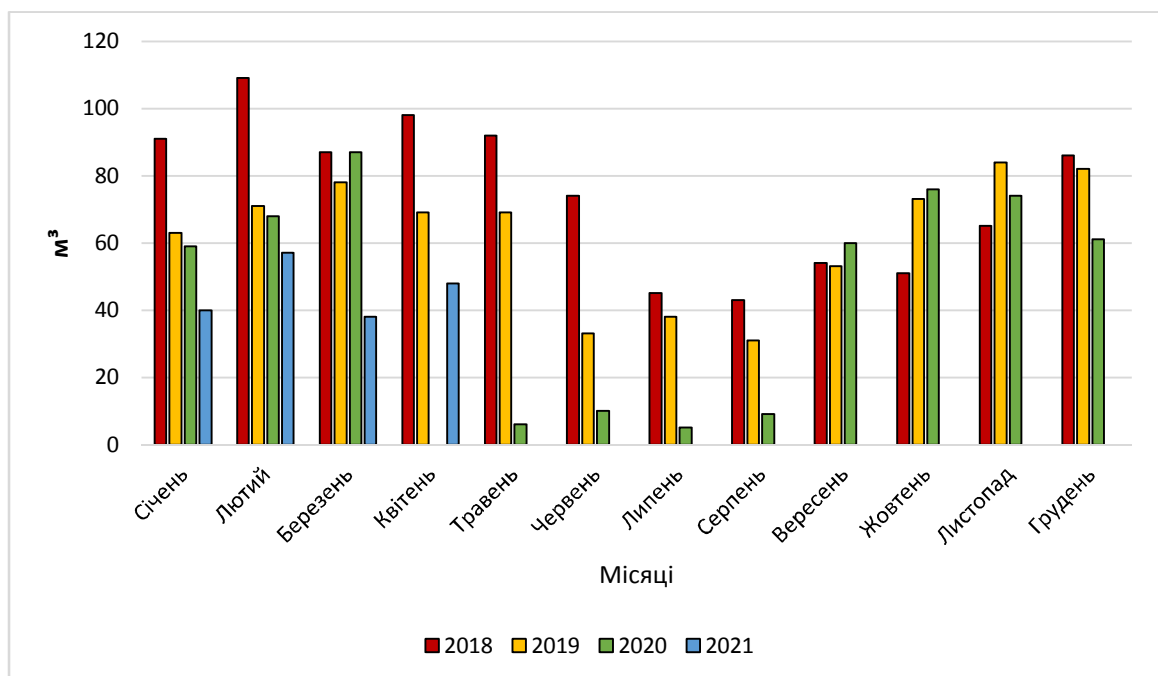


Рисунок 2.7 – Динаміка споживання гарячої води за 2018–2021 роки

Таблиця 2.6 – Ліміт споживання води за 2018-2021 роки

Мі сяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>
1	295	258	258	233
2	290	265	265	228
3	288	257	257	233
4	293	258	258	223
5	250	245	245	X
6	234	209	209	X
7	155	170	170	X
8	160	150	150	X
9	250	250	250	X
10	282	260	262	X
11	308	268	268	X
12	295	258	258	X
Всього	3100	2850	2850	X

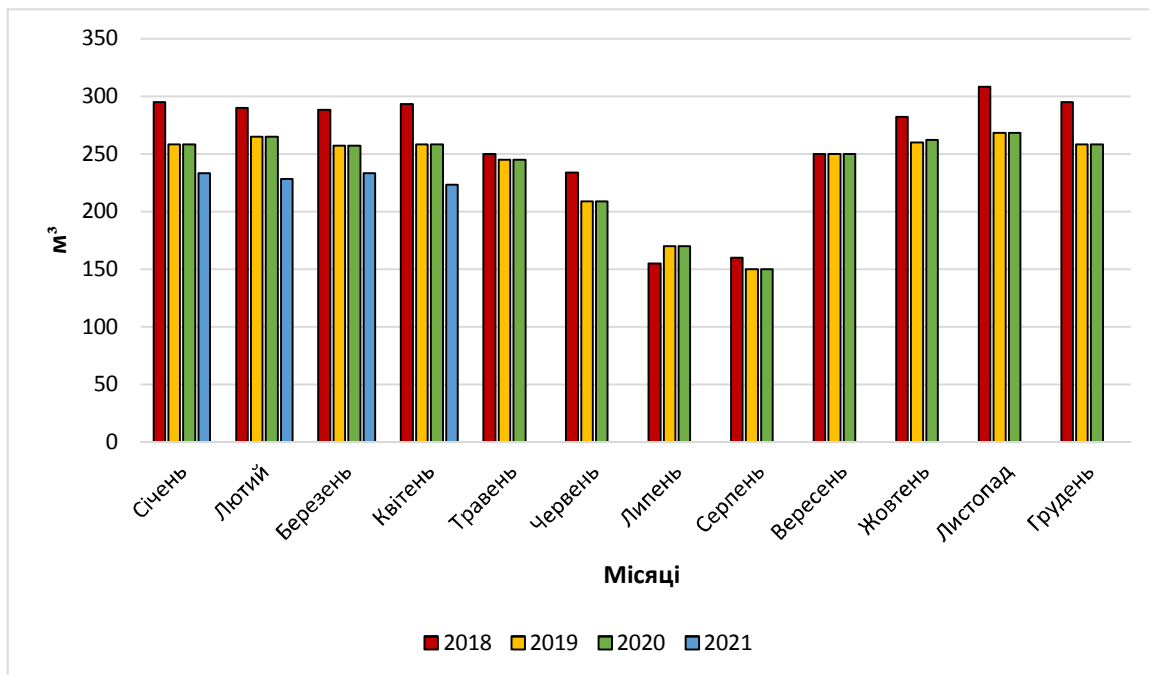


Рисунок 2.8 – Ліміт споживання води за 2018-2021 роки

Проаналізувавши динаміку споживання холодної та гарячої води на рис. 2.6 та 2.7 можна стверджувати, що даний дитячий дошкільний заклад споживає нерівномірно гарячу та холодну воду. З гістограми можна зробити висновок, що заклад використовує холодну воду більше ніж гарячу, це зумовлено тим, що в літній період зменшується кількість вихованців, таким чином зменшується кількість прання, приготування їжі, та використання умивальників. Також спостерігається велика розбіжність споживання води по роках, це пояснюється економією наданих ресурсів та тим, що за останній рік періодами дитячий садок був зачинений на карантин.

## 2.2 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

### 2.2.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій

$R_{\Sigma пр}$ ,  $m^2 \cdot K/W$  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  $3^{\circ}C$  та більше, обов'язкове виконання умови [3]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q_{min}}, \quad (2.1)$$

де  $R_{\Sigma пр}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K/W$ ;

$R_{q_{min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K/W$ .

Мінімально допустиме значення,  $R_{q_{min}}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку,

					Аркуш
					28
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

тепловологісного режиму внутрішнього середовища [3].

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

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (2.2)$$

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

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

Приведений опір теплопередачі  $R_{\Sigma np}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, для непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.1) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.3)$$

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

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -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  $i$ -го шару конструкції, згідно формули (2.2), м<sup>2</sup>·К/Вт.

Якщо  $R_{\Sigma np} < R_{q_{\min}}$  – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень

						Аркуш
						29
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

Виконання розрахунків:

В таблиці 2.7 наведенні дані про конструктивні елементи зовнішніх огорожувальних конструкцій ДНЗ№16 для I температурної зони, які потрібні для подальших розрахунків.

Таблиця 2.7 – Дані про конструктивні елементи зовнішніх огорожувальних конструкцій ДНЗ№16

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Теплопровідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Керамзитобетон	0,3	0,41	0,94	3,3
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
		Плитка керамічна	0,01	1,1		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,6	5,35
		Керамзит	0,15	0,12		
		Бітум	0,009	0,27		
3	Вікна	Металопластик з двокамерним склопакетом	-	-	0,6	0,75
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,37	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Лінолеум	0,002	0,35		

Продовження табл 2.7

5	Двері	Залізні	0,004	221	0,158	0,6
		Дерев'яні	0,05	6,9	0,165	
6	Дах	Керамзитобетон	0,22	0,12	2,03	4,95
		Цементно-підсана штукатурка	0,015	0,81		
		Руберойд	0,005	0,17		

Термічний опір стін:

За формулою (2.2) та даними з таблиці 2.7 знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

$$R_{ст1} = \frac{0,3}{0,41} = 0,732 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{ст2} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{ст3} = \frac{0,01}{1,1} = 0,009 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні для зовнішніх стін дорівнює  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , а зовнішньої  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$  [4].

Приведений опір теплопередачі для стін визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np}^{ст} = \frac{1}{8,7} + 0,732 + 0,037 + 0,009 + \frac{1}{23} = 0,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору

теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює  $R_{q\min}^{ct} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , умова не виконується  $R_{\Sigma np}^{ct} = 0,936 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} < R_{q\min}^{ct} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , отже, стіни будівлі потребують утеплення.

Термічний опір вікон:

Для металопластикових вікон з двокамерним склопакетом  $R_{\Sigma np} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

Отже, приведений опір теплопередачі вікон менший за необхідний  $R_{\Sigma np}^{BK} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  [4].

Термічний опір підлоги:

За формулою (2.2) та даними з таблиці 2.7 опір теплопередачі кожного шару підлоги:

$$R_{\text{пдл1}} = \frac{0,22}{1,92} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

$$R_{\text{пдл2}} = \frac{0,04}{0,81} = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

$$R_{\text{пдл3}} = \frac{0,002}{0,35} = 0,006 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої дорівнює  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ , та зовнішньої  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$  поверхонь огорожувальних конструкцій [4].

						Аркуш
						32
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Приведений опір теплопередачі підлоги визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np}^{пдл} = \frac{1}{8,7} + 0,11 + 0,05 + 0,006 + \frac{1}{23} = 0,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

Термічний опір суміщеного покриття:

За формулою (2.2) та даними з таблиці 2.7 опір теплопередачі кожного шару суміжного:

$$R_{cm1} = \frac{0,22}{1,92} = 0,11 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{cm2} = \frac{0,15}{0,12} = 0,88 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

$$R_{cm3} = \frac{0,009}{0,27} = 0,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для суміжного покриття дорівнює  $\alpha_b = 8,7$  Вт/м<sup>2</sup>·К, а зовнішньої  $\alpha_z = 23$  Вт/м<sup>2</sup>·К[4].

Приведений опір теплопередачі суміжного покриття визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np}^{CM} = \frac{1}{8,7} + 0,11 + 0,88 + 0,03 + \frac{1}{23} = 1,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі суміжного покриття громадських будинків дорівнює

						Аркуш
						33
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$R_{q\ min}^{cm} = 5,35\text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , умова не виконується  $R_{\sum np}^{cm} = 1,6\text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт} <$   
 $R_{q\ min}^{cm} = 5,35\ \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , отже, суміжне покриття будівлі потребують  
утеплення.

Термічний опір дверей:

За формулою (2.2) та даними з таблиці 2.7 опір теплопередачі  
кожних дверей:

-залізнi:

$$R_{дв2} = \frac{0,004}{221} = 0,000018\ \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт} .$$

-дерев'яні:

$$R_{дв2} = \frac{0,05}{6,9} = 0,007\ \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт} ,$$

Коефіцієнт тепловіддачі для дверей дорівнює  $\alpha_B = 8,7\ \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$ , а  
зовнішньої  $\alpha_3 = 23\text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$ [4].

Приведені опори теплопередачі дверей визначаємо за формулою  
(2.3):

$$R_{\sum np1}^{дв} = \frac{1}{8,7} + 0,00002 + \frac{1}{23} = 0,158\text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}.$$

$$R_{\sum np2}^{дв} = \frac{1}{8,7} + 0,007 + \frac{1}{23} = 0,165\text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}.$$

						Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Термічний опір даху:

За формулою (2.2) та даними з таблиці 2.7 знаходимо термічний опір кожного шару даху:

$$R_{ст1} = \frac{0,22}{0,12} = 1,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{ст2} = \frac{0,015}{0,81} = 0,0185 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

$$R_{ст3} = \frac{0,005}{0,17} = 0,029 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні для даху дорівнює  $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ , а зовнішньої  $\alpha_z = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$  [4].

Приведений опір теплопередачі для даху визначаємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np}^{ст} = \frac{1}{8,7} + 1,83 + 0,0185 + 0,0029 + \frac{1}{23} = 2,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює  $R_{q min}^{ст} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , умова не виконується  $R_{\Sigma np}^{ст} = 2,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} < R_{q min}^{ст} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , отже, дах будівлі потребують утеплення.

						Аркуш
						35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.2.2 Визначення рівня величин енергетичних показників

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

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma пр}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де  $F_{огр}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup> ;

$R_{\Sigma пр}$  - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$t_B, t_3$  – відповідно температури усередині приміщення зовнішнього повітря, °С;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря .

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

$$Q_{ор}^{\partial} = Q_{ст} \cdot \beta_{ор}, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

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

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

					Аркуш
					36
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

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

$$Q_{\text{пдл}}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{\text{пдл}}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

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

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}), \text{ Вт} \quad (2.7)$$

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

$t_{\text{в}}$  ,  $t_{\text{з}}$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{С}$ ;

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

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

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію[3]:

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n_{\text{к}} \cdot k_{\text{в}}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

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

$t_{\text{в}}$  і  $t_{\text{з}}$  - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{С}$ ;

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

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

					Аркуш
					37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

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

$k_V$  – 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]:

$$n_k = \frac{\left| \left( \frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left( \frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho_C} \right) \right|}{v_V \cdot V_{\Pi}}, \text{ год}^{-1} \quad (2.9)$$

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

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

$F_{\square}$  – розрахункова площа будівлі, м<sup>2</sup>;

$n_V$  – 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  $G_{\text{інф}} = 0,5 \cdot v_V \cdot V_{\Pi}$  ;

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

						Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Виконання розрахунків:

При проведенні вимірювань універсальним вимірювачем температури у середині приміщення було визначено, що температура у ДНЗ№16 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:

$F_{\text{ст}}=479,1 \text{ м}^2$ ;  $R_{\Sigma \text{ ПР}} = 0,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;  $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$ ;  $n=1$ [3], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{ст}} = \frac{479,1}{0,94} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 23955 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через вікна при їх дійсному стані:

$F_{\text{вкн}}=572,49 \text{ м}^2$ ;  $R_{\Sigma \text{ ПР}} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;  $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3 = -25^{\circ}\text{C}$ ;  $n=1$ [3], тоді за формулою (2.4):

						Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{572,49}{0,6} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 44845 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через підлогу при її дійсному стані за формулою (2.4), бо підлога розміщена не на ґрунті в будівлі є неопалювальне техпідпілля.

$$F_{\text{підл}}=1080 \text{ м}^2; R_{\Sigma \text{ПР}} = 0,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}; t_{\text{з}} = 6^{\circ}\text{C}; n = 0,4 [3]:$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{1080}{0,37} \cdot (22 - 6) \cdot 0,6 = 28022 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через суміжне покриття при його дійсному стані:

$F_{\text{см}}=1080 \text{ м}^2; R_{\Sigma \text{ПР}} = 1,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}; t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{C}; n=1[3]$ , тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{см}} = \frac{1080}{1,6} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 31725 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат через двері при їх дійсному стані:

1) Залізні двері:  $F_{\text{дв1}}= 14,2 \text{ м}^2; R_{\Sigma \text{ПР1}} = 0,158 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}; t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{C}; n=1[3]$ , тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{дв1}} = \frac{14,2}{0,158} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 4224 \text{ Вт.}$$

2) Дерев'яні двері:  $F_{\text{дв2}}= 14,2 \text{ м}^2; R_{\Sigma \text{ПР2}} = 165 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}; t_{\text{з}}$

						Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



=  $-25^{\circ}\text{C}$ ;  $n=1$ [3], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{двз}} = \frac{14,2}{0,165} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 4045 \text{ Вт.}$$

Розрахунок тепловтрат даху при його дійсному стані:

$F_{\text{см}}=1080 \text{ м}^2$ ;  $R_{\Sigma \text{ПР}} = 2,03 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;  $t_{\text{в}}= 22^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{з}} = -25^{\circ}\text{C}$ ;  $n=1$ [3], тоді за формулою (2.4):

$$Q_{\text{см}} = \frac{1080}{2,03} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 25005 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через стіни, обумовлені орієнтацією будинків визначаємо за формулою (2.5) :

$$Q_{\text{ор}}^{\partial} = 54231 \cdot 0,13 = 7050 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами визначаємо за формулою (2.6):

$$Q_{\text{пдл}}^{\partial} = 0,05 \cdot 28022 = 1401 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи (2.7):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 572,49 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 45430 \text{ Вт.}$$

						Аркуш
						41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Середня кратність повітрообміну громадського будинку, визначається за формулою (2.9):

$$n_k = \frac{\left| \left( \frac{7 \cdot 1080 \cdot 2}{24} \right) + \left( \frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 8170,47 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 2,2} \right) \right|}{0,85 \cdot 8170,47} = 0,27 \text{ год}^{-1}$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (2.8):

$$Q_B = 0,28 \cdot 8170,47 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,27 \cdot 0,85 = 32240 \text{ Вт.}$$

Проаналізувавши отримані дані вносимо сумарні тепловтрати через кожен вид огорожувальної конструкції до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	24	10
Вікна	44,8	18,7
Підлога	28	11,7
Суміжне покриття	31,7	13,2
Двері	8,3	3,5
Інфільтрація	45,4	19
Витяжна вентиляція	32,2	13,4
Дах	25	10,5
Разом	239,4	100

Представимо теплові втрати у графічному вигляді на рис. 2.9.

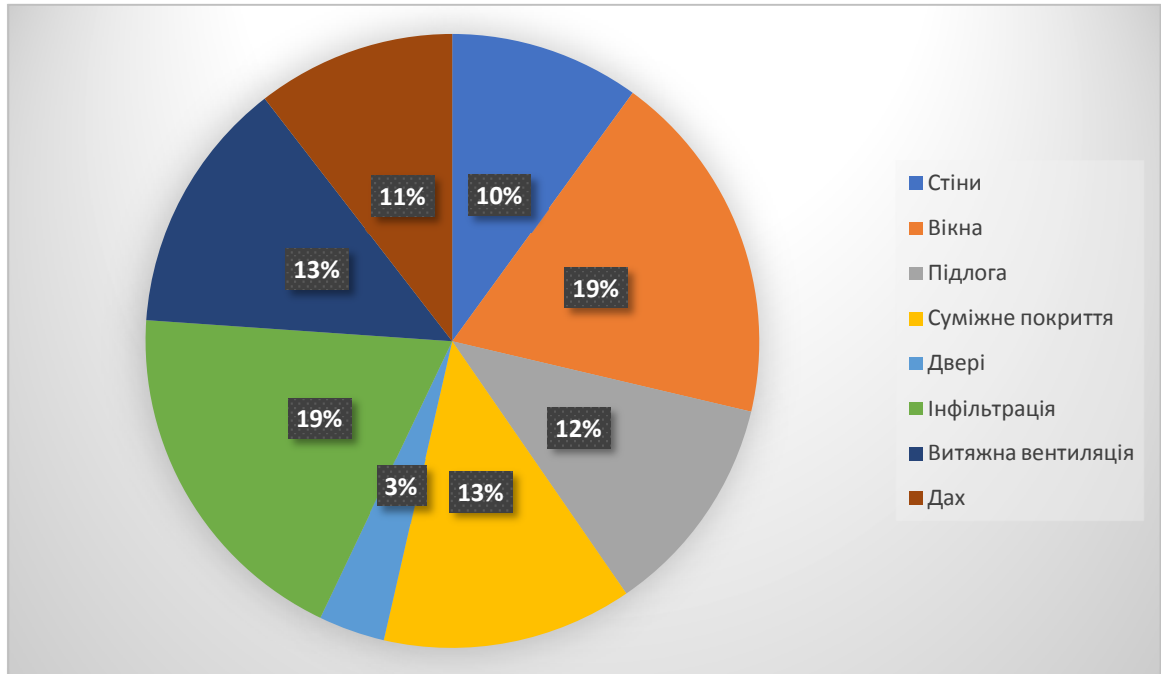


Рисунок 2.9 – Приведена діаграма теплових втрат будівлі.

З розрахованих даних видно, що найбільші тепловтрати відбуваються через вікна 19% та через інфільтрацію 19%. Також суттєві втрати тепла приходяться на витяжну вентиляцію 12% та стіни 10%. Це означає, що в першу чергу необхідно приділити увагу та займатися утепленням стін та вікон, щоб зменшити тепловтрати через інфільтрацію.

### 2.2.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі

Енергетичне обстеження проводиться в дитячому дошкільному закладі, тому за основні теплонадходження будівлі взяті

теплонадходження від людей, від джерел освітлення та від сонячної радіації.

Теплонадходження від людей [3].

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \text{Вт} \quad (2.10)$$

де  $q_{\text{л}}$  – явні теплонадходження від людей, Вт [3, додаток Б, табл. 11];  
 $n_{\text{л}}$  – кількість людей (осереднена), які знаходяться у приміщенні протягом однієї години.

Теплонадходження від джерел освітлення [3].

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{л}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot n_{\text{св}} \cdot k_{\text{з}}, \text{Вт} \quad (2.11)$$

де  $N_{\text{л}}$  – потужність одного джерела освітлення, Вт;  
 $k_{\text{осв}}$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення –  $k_{\text{осв}} = 0,95$ ;  
люмінесцентні лампи –  $k_{\text{осв}} = 0,4$ );  
 $k_{\text{з}}$  – коефіцієнт завантаження освітлення (відношення періоду роботи світильника у хвилинах до кількості хвилин за годину);  
 $n_{\text{св}}$  – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації [3].

Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються цілодобово, не проводиться.

						Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Цей вид теплонадходження враховується для будівель, що експлуатуються переважно у денний період доби [3]:

$$Q_{\text{рад}} = q_c \cdot F_c \cdot k_{\text{в.п}} + q_T \cdot F_T \cdot k_{\text{в.п}}, \text{Вт} \quad (2.12)$$

де  $q_c, q_T$  – відповідно тепловий потік, що надходить через  $1\text{ м}^2$  скла, освітленого сонцем і в тіні,  $\text{Вт}/\text{м}^2$  ( $q_c = 250 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;  $q_T = 100 \text{ Вт}/\text{м}^2$ );

$F_c, F_T$  – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених,  $\text{м}^2$ ;

$k_{\text{в.п}}$  – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу: при на половину затіненому вікні (штори)  $k_{\text{в.п}}=0,5$ .

Проведення розрахунків:

Теплонадходження від людей за формулою (2.10):

Так як явні теплонадходження від людей в стані спокою при температурі  $22^\circ\text{C}$  дорівнює  $q_{\text{л}}=102 \text{ Вт}$  – для чоловіків, для жінок виділяють 85 %, а дітей – 75 % теплоти і вологи, що виділяється чоловіками [3, додаток Б, табл. 11], то 5 робочих чоловіків будуть виділяти 510 Вт, 58 працюючих жінок – 5029 Вт і 256 вихованців – 19584 Вт теплоти, в формулу підставляємо суму цих даних.

$$Q_{\text{л}} = 510 + 5029 + 19584 = 30865 \text{ Вт.}$$

					Аркуш
					45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Теплонадходження від джерел освітлення за формулою (2.11):

Від ламп розжарювання: (час роботи у опалювальний період в середньому приймається 8 год, тому  $k_k = \frac{480}{60} = 8$ , під час теплого періоду в середньому приймається 4 год);

- Потужністю 60 Вт:  $Q_{осв} = 60 \cdot 0,95 \cdot 156 \cdot 12 = 106704$  Вт;

Від світлодіодних ламп:

- Потужністю 10 Вт:  $Q_{осв} = 10 \cdot 0,2 \cdot 50 \cdot 12 = 1200$  Вт.

Від люмінесцентних ламп:

- Потужністю 40 Вт:  $Q_{осв} = 40 \cdot 0,4 \cdot 475 \cdot 12 = 91200$  Вт;

Теплонадходження від сонячної радіації за формулою (2.12):

$$Q_{рад} = 250 \cdot 286,2 \cdot 0,5 + 100 \cdot 286,2 \cdot 0,5 = 50092,5 \text{ Вт.}$$

### 2.3 Аналіз енергетичного балансу

Для отримання оцінки аналізу теплового балансу будівлі ДНЗ№16 при дійсному стані огорожувальних конструкцій визначимо фактичну питому опалювальну характеристику будівлі та максимальну розрахункову теплову потужність будівлі.

						Аркуш
						46
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

- внутрішня температура приміщень  $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$  (за вимогами температурного режиму [3]);
- температура зовнішнього повітря  $t_{з.п} = -25^{\circ}\text{C}$  [5].

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [5],  $\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ , за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\phi}} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (2.13)$$

де  $P_{\phi}$  – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

$F_{\phi}$  – площа будівлі в межах периметра,  $\text{м}^2$ ;

$H_{\phi}$  – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

$g_0$  – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}$  – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (див. таблиця 2.7);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}$  – приведений опір теплопередачі стелі будівлі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (див. таблиця 2.7);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}$  – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (див. таблиця 2.7);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}$  – опір теплопередачі вікон,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (див. таблиця 2.7).

						Аркуш
						47
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_B - t_{3,p}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

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

$t_B$  – температура по приміщеннях будівлі, °С [3, табл.В.2];

$t_{3,p}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С [5];

$a$  – поправковий коефіцієнт, який визначається як [5]:

$$a = 0,54 + \frac{t_B}{(t_B - t_{3,p})} = 0,54 + \frac{22}{(22 - (-25))} = 1,01$$

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі (2.13)

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{192}{1080} \cdot \left( \frac{1}{0,94} + 0,28 \cdot \left( \frac{1}{0,6} - \frac{1}{0,94} \right) \right) + \frac{1}{9,6} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{1,6} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,37} \right) = 0,45 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{°С}$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі (2.14):

$$Q_6 = 1,01 \cdot 0,45 \cdot 10368 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 221,48 \text{ кВт або } Q_6 = 0,19 \text{ Гкал}$$

					Аркуш
					48
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	



Враховуючи додатково дійсний стан огорожувальних конструкцій об'єкту щодо їх невідповідності нормованим показникам опору теплопередачі (див. таблиця 2.7), загальний рівень енергоефективності будівлі та функціонування системи опалення є незадовільним.

#### 2.4 Аналіз енергоефективності роботи системи тепlopостачання:

Питома потреба ( $EP$ ) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [4, п.3.24]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (2.15)$$

де  $Q_{оп}$  – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

$V_{буд}^{оп}$  – опалювальний об'єм будинку, м<sup>3</sup>.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [4, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{max}, \quad (2.16)$$

де  $EP$  – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м<sup>3</sup>;

$EP_{max}$  – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м<sup>3</sup> [4, п.5.3].

						Аркуш
						49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд дитячих дошкільних закладів першої температурної зони становлять [4, табл.1]:

$$EP_{max} = 48 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,041 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщень закладу за опалювальні періоди становлять:

- опалювальний період 2018–2019 рік –  $Q_{оп} = 390,49$  Гкал;
- опалювальний період 2019–2020 рік –  $Q_{оп} = 275,75$  Гкал;
- опалювальний період 2020–2021 рік –  $Q_{оп} = 348,55$  Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2018–2019 рік –  $EP = 0,048$  Гкал/м<sup>3</sup>;
- опалювальний період 2019–2020 рік –  $EP = 0,034$  Гкал;
- опалювальний період 2020–2021 рік –  $EP = 0,043$  Гкал/м<sup>3</sup>.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить –  $EP = 0,042$  Гкал/м<sup>3</sup>.

На основі різниці в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, від максимально допустимого значення встановлюються класи енергетичної ефективності будинку ( А, В, С, D, E, F ) [6].

Найгірший клас енергетичної ефективності будинку F, а відповідно А характеризує будинки з найкращими показниками [6].

$$\frac{(EP - EP_{max})}{EP_{max}} \cdot 100\% = \frac{(0,042 - 0,041)}{0,041} \cdot 100\% = 2,4\%$$

Клас енергетичної ефективності ДНЗ №16 за питомою енергопотребою вважається: D

						Аркуш
						50
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.5 Висновки за розділом

Під час другого етапу роботи був проведений розрахунковий аналіз споживання енергоресурсів та води, також був здійснений розрахунковий аналіз показників енергоефективності, тобто визначення опору теплопередачі, видів тепловтрат огорожувальної конструкції, розрахунок видів теплонадходження та аналізу теплового балансу будівлі.

						Аркуш
						51
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

#### 3.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів

Запропоновано такі енергозберігаючі заходи:

- Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни);
- Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції;
- Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна;
- Подальша заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні.

#### 3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів

##### 3.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни)

Поточний стан стін:

Аналіз балансу теплової енергії показує, що 10% витрат тепла припадає на витрати через стіни будівлі. Оскільки стіни становлять переважну площу огорожувальних конструкцій, то саме через них проходить більша частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

						Аркуш
						52
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Опис можливих енергозбережень:

Для того, щоб була більша ефективність теплоізоляції, необхідно проводити зовнішнє утеплення стін, такий метод має багато переваг: утеплюється вся поверхня будівлі, включаючи вузли прилягання перекриттів, тому такі роботи не будуть порушувати робочий режим будівлі; попереджує про руйнування стін, що може бути викликане атмосферною вологою та температурними коливаннями; не зменшується площа будівлі.

Для утеплення стін будівлі (що являють собою керамзитобетон , цементно-піщана штукатурка та керамічну плитку) рекомендується скловата «ISOVER Профи», який являється екологічним, вогневитривалим, що відповідає нормам ДБН В.2.2-3:2018[7] . Теплопровідність такого матеріалу складає  $\lambda = 0,044$  Вт/(м · К) [4].

Необхідна товщина теплоізоляційного шару для утеплення стін визначається за формулою[8] :

$$\delta_{yt} = \left[ R_{q \min} - \left( \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_з} \right) \right] \cdot \lambda_{yt} = [R_{q \min} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{yt}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де  $\lambda_{yt}$  – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);

$\alpha_в$  та  $\alpha_з$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій відповідно, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

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

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

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

						Аркуш
						53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

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

$$\delta_{ym} = [3,3 - 0,94] \cdot 0,044 = 0,104 \text{ м.}$$

Величина площі стін, які необхідно утеплювати, без урахування площі віконних та дверних прорізів складає –  $479,1 \text{ м}^2$

Втрати теплової енергії через стіни до впровадження заходу склали  $Q_{\text{ст}} = 23955 \text{ Вт}$ .

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

$$Q_{\text{ст}}^1 = \frac{479,1}{3,3} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 6824 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін знаходимо через різницю :

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^1, \text{ Вт} \quad (3.2)$$

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 23955 - 6824 = 17131 \text{ Вт}$$

						Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу[8]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (3.3)$$

де  $t_{\text{ср.оп}} = -1,4$  °С – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [5].

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

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = 17,1 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 38209 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [8] :

$$E_{\text{річ}} = Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} \cdot C_{\text{теп}}, \text{грн} \quad (3.4)$$

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

$$38209 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік} = 32,86 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1613,76 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2019–2020 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 32,86 \cdot 1613,76 = 53028 \text{ грн};$$

						Аркуш
						55
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме [8]:

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}, \text{ грн} \quad (3.5)$$

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалів, грн (табл.3.1);

$K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) [8]:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

Таблиця 3.1 – Вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та побіжних матеріалів за 1м<sup>2</sup>

Матеріал	Одиниці вим.	Кількість	Ціна за 1 м <sup>2</sup>
Грунтовка для фасада CERESIT СТ 16[9]	л	0,2	13,78
Стекловата «ISOVER Профи» [10]	м <sup>2</sup>	1	36
Клей для мінівати Armix W-1 [11]	кг	6	38,04



Продовження табл 3.1

Дюбель 10x220мм с пластмасовий [12]	шт	8	15,84
Сітка арм. фасадна 5x5 М-160/50м PREMIUM МАСТЕР [13]	м <sup>2</sup>	1,1	8,92
Фарба грунтуюча Ceresit СТ 16 Pro [14]	л	0,3	11,22
Декоративна штукатурка Ceresit СТ 35 (під фарбування) 3,5мм [15]	кг	3	38,4
Фасадна акрилова фарба Kreistl 001[16]	л	0,35	22,22
Всього			184,42

Загальна площа огорожувальних конструкцій становить  $S_{ст} = 479,1 \text{ м}^2$ , тоді орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме:

$$K_{осн} = 184,42 \cdot 479,1 = 88356 \text{ грн};$$

$$K_{суп} = 0,5 \cdot 184,42 \cdot 479,1 = 44178 \text{ грн};$$

$$K = 88356 + 44178 = 132543 \text{ грн.}$$

					Аркуш
					57
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

## Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою [8]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}, \text{ років} \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{132543}{53028} = 2,5 \text{ року.}$$

### 3.2.2 Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції

#### Поточний стан:

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частина тепловтрат припадає на витрати системою витяжної вентиляції, а саме 13,4%. Тому встановлення рекуператора теплоти значно знизить витрати теплової енергії, навантаження на електромережі та створить здоровий мікроклімат для дитячого садка.

#### Опис можливостей з енергозбереження:

Необхідно встановити припливно-витяжну установку з рекуперацією тепла АНЕ-25W[18], який зображений на рисунок 3.1

					Аркуш
					58
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	



Рисунок 3.1– Припливно-витяжна установка з рекуперацією тепла АНЕ-25W

Схематично принцип роботи такого рекуператора можна зобразити наступним чином ( рис. 3.2)

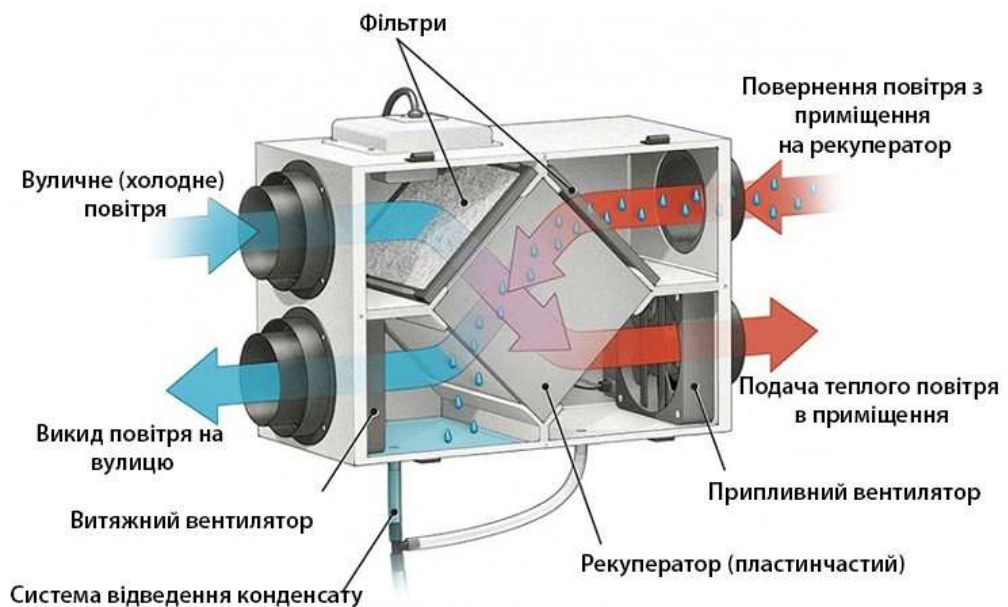


Рисунок 3.2 - Схема роботи рекуператора теплоти

Масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор визначається за формулою[8]:

$$G_{\text{рекуп}} = V_{\text{П}} \cdot \rho_c \cdot k_q, \text{ кг/с} \quad (2.8)$$

де  $V_{\text{П}}$  – 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>;

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

Тоді за формуло:

$$G_{\text{рекуп}} = 10368 \cdot 1,3 \cdot 0,4 = 5391,36 \text{ кг/с}$$

Масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію визначається за формулою[8]:

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

де  $V_{\text{П}}$  – 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:

$$G_{\text{вент}} = 10368 \cdot 1,3 \cdot 0,35 = 4717,44 \text{ кг/с}$$

Середня температура повітря розраховуємо за формулою[8]:

					Аркуш
					60
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

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

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 формуло:

$$t_{\text{ср}} = \frac{(5391,36 \cdot (-1,4) + 4717,44 \cdot 22)}{5391,36 + 4717,44} = 9,52 \approx 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховуємо втрати теплоти на вентиляцію, після встановлення рекуператора за формулою:

$$Q_{\text{рекуп}} = 0,28 \cdot 8170,47 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - 10) \cdot 0,27 \cdot 0,85 = 8232 \text{ Вт.}$$

Різниця між втратами через вентиляцію і вставленим рекуператором теплоти знайдемо по формулі:

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

$$\Delta Q_{\text{вент}} = 32240 - 8232 = 24008 \text{ Вт} = 24 \text{ кВт.}$$

						Аркуш
						61
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Річна економія теплоти після встановлення рекуператора теплоти[8]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (3.3)$$

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

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

$$Q_{\text{рекуп}}^{\text{Ек.рік}} = 24 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 53626,8 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік}.$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [8] :

$$E_{\text{річ}} = Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} \cdot C_{\text{теп}}, \text{грн} \quad (3.4)$$

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

$$53626,8 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік} = 46,1 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1613,76 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2019–2020 рр. становить:

$$E_{\text{річ}} = 46,1 \cdot 1613,76 = 74394,3 \text{ грн}$$

					Аркуш
					62
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме [8]:

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}, \text{ грн} \quad (3.5)$$

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалів, грн (табл.3.1);

$K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) [8]:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

Вартість припливно-витяжної установки з рекуперацією тепла АНЕ-25W, згідно з [18] становить 20950,88 грн.

$$K_{\text{осн}} = 20950,88 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}} = 20950,88 \cdot 0,5 = 10475,44 \text{ грн};$$

$$K = 20950,88 + 10475,44 = 31426,32 \text{ грн.}$$

						Аркуш
						63
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначення терміну окупності:

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою [8]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}, \text{ років} \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{31426,32}{53626,8} = 0,6 \text{ року.}$$

### 3.2.3 Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна

Поточний стан:

Аналіз балансу теплової енергії показує, що значна частина тепловтрат припадає на витрати через огорожувальну конструкцію (вікна), а саме 18,7%. Враховуючи, що всі вікна в ДНЗ №16 були поміняні на металопластикові, тепловтрати в будівлі не зменшились. Тому поклейка тепловідбиваючої плівки здатне значно скоротити втрати тепла через вікна. Вони забезпечують проходження в кімнату потрібної кількості світла, але перешкоджають виходу теплової енергії з приміщення. У зимову пору року енергозберігаючі плівки можуть скорочувати втрати тепла в приміщенні від 40 до 60%, відбиваючи тепло назад в кімнату, яке при звичайному склі безперешкодно пішло б назовні. А влітку відбивають енергію сонячних променів назад, зберігаючи прохолоду в приміщенні і допомагаючи кондиціонеру[19].

						Аркуш
						64
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Опис можливостей з енергозбереження:

Необхідно повністю на всіх вікнах поклеїти тепловідбиваючу плівку "Третє скло", 0.8 м\*5м [20].

Втрати теплової енергії через стіни до впровадження заходу склали  $Q_{\text{вікн}} = 44845$  Вт.

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

$$Q_{\text{вікн}}^1 = \frac{572,49}{0,75} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 35876 \text{ Вт.}$$

Економія витрат теплоти після утеплення стін знаходимо через різницю :

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^1, \text{ Вт} \quad (3.2)$$

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 44845 - 35876 = 8969 \approx 8,9 \text{ кВт}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу[8]:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (3.3)$$

де  $t_{\text{ср.оп}} = -1,4$  °С – середня температура зовнішнього повітря за

					Аркуш
					65
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

опалювальний період для Сумської області [9].

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

$$Q_{ст}^{Ек.рік} = 8,9 \cdot \frac{(22 + 1,4)}{22 + 25} \cdot 24 \cdot 187 = 19886,6 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [8] :

$$E_{річ} = Q_{ст}^{Ек.рік} \cdot C_{теп}, \text{ грн} \quad (3.4)$$

де  $C_{теп}$  – вартість 1 Гкал.

$$9886,6 \text{ Вт} \cdot \text{год/рік} = 17,1 \text{ Гкал/рік};$$

Виходячи з чинного тарифу на теплову енергію, що становить на період 01 січня 2021 року 1613,76 грн/Гкал з ПДВ, розрахункова економія коштів на теплоспоживання, відносно до рівня базового теплоспоживання за опалювальний сезон 2019–2020 рр. становить:

$$E_{річ} = 17,1 \cdot 1613,76 = 27596,3 \text{ грн}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме [8]:

						Аркуш
						66
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}, \text{ грн} \quad (3.5)$$

де  $K_{\text{осн}}$  – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, та супутних матеріалів, грн (табл.3.1);

$K_{\text{суп}}$  – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу) [8]:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

Вартість за один комплект тепловідбивної плівки (0,8м x 5м) коштує згідно з [20] 100 грн, для поклейки всіх вікон нам потрібно 143 шт. таких комплектів, тому:

$$K_{\text{осн}} = 1430 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot 1430 = 715 \text{ грн};$$

$$K = 1430 + 715 = 2145 \text{ грн.}$$

Визначення терміну окупності:

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою [8]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}, \text{ років} \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{2145}{27596,3} = 0,07 \text{ року.}$$

						Аркуш
						67
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.2.4 Подальша заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні

Поточний стан:

У будівлі налічується 681 ламп освітлення з них: 156 ламп розжарювання на 60 Вт; 475 люмінесцентних ламп на 40 Вт та 50 шт. світлодіодних на 10 Вт. В коридорах другого и третього поверхах лампи по 40 Вт, а на першому лампи по 18 Вт. Зовнішнього освітлення немає.

Опис можливостей з енергозбереження:

Рекомендується подальша заміна ламп розжарення та люмінесцентних ламп на відповідні їм світлодіодні по 5 Вт та 8 Вт.

Річне енергоспоживання ламп до впровадження заходу становить:

$$P = 475 \cdot 40 + 156 \cdot 60 + 50 \cdot 10 = 28,9 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Очікуване річне енергоспоживання після заміни лампам становить:

$$P' = 475 \cdot 8 + 156 \cdot 5 + 50 \cdot 10 = 5 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Річна економія витрат становить :

$$\Delta P = (P - P') \cdot \tau ;$$

де P – фактична потужність ламп;

						Аркуш
						68
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$P'$  – потужність ламп, визначена проектом або необхідна за нормами освітлення;

$\tau$  - число годин використання освітлювального навантаження[21].

$$\Delta P = (28,9 - 5) \cdot 12 = 286,8 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [8] :

$$E_{\text{річ}} = \Delta P \cdot C_{\text{елк}}, \text{ грн} \quad (3.4)$$

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

$$E_{\text{річ}} = 286,8 \cdot 2,5297 = 725,5 \text{ грн/рік}$$

де 2,5297 – тариф на електроенергію, грн/ кВт год.

Витрати на введення в експлуатацію:

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме:

Ціна однієї світлодіодної лампи потужність 8 Вт – 53,34 грн[22], потужністю 5 Вт – 23 грн [23]. Тому загальні витрати дорівнюють:

$$K = 53,34 \cdot 475 + 23 \cdot 156 = 28925 \text{ грн} \quad (3.4)$$

					Аркуш
					69
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

## Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}} \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{725,5}{28925} = 0,03 \text{ р.}$$

						Аркуш
						70
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.3 Висновки за розділом

На цьому етапі роботи були розроблені можливі енергоефективні заходи для будівлі ДНЗ №16. Запропоновані наступні заходи: утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін), утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (дах), встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції; встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна; подальша заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні. Впровадження щодо енергозбереження були обґрунтовані розрахунковим аналізом, та приведеним терміном окупності.

						Аркуш
						71
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглядається питання – навчання працівників безпечних способів праці, зміст та види інструктажів, хто і коли їх проводить.

### 4.1 Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці

Одним з основних методів навчання на виробництві - це проведення інструктажів. Інструктаж з безпеки праці носить безперервний багаторівневий характер і проводиться на підприємствах усіх галузей промисловості [24].

За характером і часом проведення інструктажі поділяють на:

- 1) вступний;
- 2) первинний на робочому місці;
- 3) повторний;
- 4) позаплановий;
- 5) цільовий.

Вступний інструктаж з безпеки праці проводять з усіма, хто приймається на роботу незалежно від їхньої освіти, стажу роботи за даною професією чи посадою, з тимчасовими працівниками, відрядженими, учнями і студентами, які прибули на виробниче навчання чи практику, а також з учнями у навчальних закладах перед початком лабораторних і практичних робіт в навчальних лабораторіях, майстернях, дільницях, полігонах [24].

						Аркуш
						72
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Вступний інструктаж на підприємстві проводить інженер з охорони праці або особа, на яку наказом по підприємству покладено ці обов'язки.

Вступний інструктаж проводять за програмою, розробленою відділом охорони праці (інженером з охорони праці) з урахуванням вимог стандартів ССБТ, правил, норм та інструкцій з охорони праці, а також всіх особливостей виробництва, затвердженої керівником (головним інженером) підприємства. Тривалість інструктажу встановлюється відповідно до затвердженої програми [24].

Про проведення вступного інструктажу роблять запис у журналі реєстрації вступного інструктажу з обов'язковим підписом інструктують і інструктує, а також у документі про прийом на роботу. Поряд з журналом може бути використана особиста картка проходження навчання.

Первинний інструктаж на робочому місці до початку виробничої діяльності проводять:

- з усіма новоприйнятими на підприємство, перекладаються з одного підрозділу в інший;
- з працівниками, які виконують нову для них роботу, відрядженими, тимчасовими працівниками;
- з будівельниками, які виконують будівельно-монтажні роботи на території діючого підприємства;
- зі студентами та учнями, які прибули на виробниче навчання або практику перед виконанням нових видів робіт, а також перед вивченням кожної нової теми під час проведення практичних занять в навчальних лабораторіях, класах, майстернях, дільницях, при проведенні позашкільних занять у гуртках, секціях [24].

Первинний інструктаж на робочому місці проводять за програмами, розробленими і затвердженими керівниками виробничих і структурних

						Аркуш
						73
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

підрозділів підприємства, з урахуванням вимог стандартів ССБТ, відповідних правил, норм, та інструкцій з охорони праці, виробничих інструкцій та іншої технічної документації. Програми погоджують з відділом (інженером) охорони праці і профспілковим комітетом підрозділу, підприємства [24].

Первинний інструктаж на робочому місці проводять з кожним працівником або учням індивідуально з практичним показом безпечних прийомів і методів праці. Первинний інструктаж можливий з групою осіб, які обслуговують однотипне обладнання, і в межах загального робочого місця[24].

Всі робочі, в тому числі випускники профтехучилищ, навчально-виробничих (курсних) комбінатів, після первинного інструктажу на робочому місці повинні протягом перших 2-14 змін (залежно від характеру роботи, кваліфікації працівника) пройти стажування під керівництвом осіб, призначених наказом ( розпорядженням, рішенням) по цеху (дільниці, кооперативу тощо) [24].

Повторний інструктаж проходять всі робітники, за винятком осіб, зазначених у списку звільнених від повторного інструктажу, незалежно від кваліфікації, освіти, стажу, характеру виконуваної роботи не рідше одного разу на півріччя [24].

Повторний інструктаж проводять індивідуально або з групою працівників, які обслуговують однотипне обладнання і в межах загального робочого місця за програмою первинного інструктажу на робочому місці в повному обсязі[24].

Позаплановий інструктаж проводять:

1) при введенні в дію нових або перероблених стандартів, правил, інструкцій з охорони праці, а також змін до них;

						Аркуш
						74
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2) при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, пристосувань і інструменту, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на безпеку праці;

3) при порушенні працюючими і учнями вимог безпеки праці, які можуть призвести або призвели до травми, аварії, вибуху або пожежі, отруєння;

4) на вимогу органів нагляду;

5) при перервах в роботі - для робіт, до яких висувають додаткові (підвищені) вимоги безпеки праці більш ніж на 30 календарних днів, а для решти робіт - 60 днів[24].

Позаплановий інструктаж проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії. Обсяг і зміст інструктажу визначають в кожному конкретному випадку залежно від причин і обставин, що викликали необхідність його проведення[24].

Цільовий інструктаж проводять при виконанні разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками за фахом (навантаження, вивантаження, прибирання території, разові роботи поза підприємством, цеху і т.п.); ліквідації наслідків аварій, стихійних лих і катастроф; виконання робіт, на які оформляється наряд-допуск, дозвіл та інші документи; проведенні екскурсії на підприємстві, організації масових заходів з учнями (екскурсії, походи, спортивні змагання та ін.) [24].

Первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий та цільовий проводить безпосередній керівник робіт (майстер, інструктор виробничого навчання, викладач) [24].

Інструктажі на робочому місці завершуються перевіркою знань усним опитуванням або за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою набутих навичок безпечних способів роботи. Знання перевіряє працівник, який проводив інструктаж[24].

						Аркуш
						75
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Особи, які показали незадовільні знання, до самостійної роботи або практичних занять не допускаються і зобов'язані знову пройти інструктаж.

Про проведення первинного інструктажу на робочому місці, повторного, позапланового, стажування та допуск до роботи працівник, який проводив інструктаж, робить запис у журналі реєстрації інструктажу на робочому місці і (або) в особистій картці з обов'язковим підписом інструктують і інструктує. При реєстрації позапланового інструктажу вказують причину його проведення[24].

Цільовий інструктаж з працівниками, які проводять роботи по наряді-допуску, дозволу і т.п., фіксується в наряді-допуску або іншій документації, що дозволяє проведення робіт [24]

						Аркуш
						76
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Під час проведення кваліфікованої роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 16 «Сонечко», що знаходиться за адресою м. Суми, 40035, пр. Михайла Лушпи, 45.

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 тепловтрат мають показники, які не відповідають нормативним показникам для дошкільного навчального закладу.

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

При проведенні енергетичного обстеження були запропоновані наступні енергозберігаючі заходи:

- Утеплення огороджувальних конструкцій будівлі (стіни);
- Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції;
- Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна;
- Подальша заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні.

Такі заходи дозволять підвищити рівень ефективності енерговикористання будівлі ДНЗ №16. Втілення цих заходів в життя дозволить значно скоротити втрати теплової та електричної енергії, що призведе до зменшення марнотратного споживання енергії.

						Аркуш
						77
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство розвитку громад та територій України; Енергоаудит: [Електронний ресурс]: [:https://www.minregion.gov.ua/press/news/energoaudyt-cze-diagnoz-dlya-vashogo-budynku-abo-pidpryyemstva/](https://www.minregion.gov.ua/press/news/energoaudyt-cze-diagnoz-dlya-vashogo-budynku-abo-pidpryyemstva/)
2. ДБН В.2.2-4:2018 Заклади дошкільної освіти. Будинки і споруди. . – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2018. – 40 с.
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». - Суми: Сумський державний університет, 2014.
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. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
6. Енергоефективність та енергозбереження.[Електронний ресурс]: <https://energefficiency.in.ua/full-articles/12-yak-otsiniti-energetichnu-efektivnist-budinku>
7. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти - К. Мінрегіонбуд України, 2006. –57 с.
8. 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

						Аркуш
						78
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд»/ укладачі: С.С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. - Суми: Сумський державний університет, 2015- 50 с.

9. Грунтовка для фасада CERESIT СТ 16. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p1119493486-gruntovka-dlya-fasada.html>?

10. Стекловата «ISOVER Профи». [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p683324657-isover-profi-mineralnaya.html>?

11. Клей для мін-вати Armix W-1. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p653072890-klej-dlya-minvati.html>?

12. Дюбель 10х220мм с пластмасовий. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p1357146396-fasadnyj-dyubel-plastikovym.html?&primelead=MC41NQ>

13. Сітка арм. фасадна 5х5 М-160/50м PREMIUM МАСТЕР. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p197811727-sitka-arm-fasadna.html>?

14. Фарба ґрунтуюча Ceresit СТ 16 Pro. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p656535248-farba-gruntuyucha-ceresit.html>?

15. Декоративна штукатурка Ceresit СТ 35 (під фарбування) 3,5мм. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p1348783763-dekorativnaya-shtukaturka-ceresit.html>?

16. Фасадна акрилова фарба Kreistl 001. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p1345396185-akrilova-fasadna-farba.html>?

17. Пінополіуретан для наплення (мяка піна) PUREX NG-0810NF. [Електронний ресурс]: <https://tov-maltifom.ibud.ua/ua/company-prais/napylyaemyu-poliuretanovyuy-uteplitel-polynor-1000-ml-12-sht-tov-maltifom-10281761?>

18. Припливно-витяжна установка з рекуперацією тепла АНЕ-25W. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p1348522442-pritochno-vytzhnaya-rekuperatorom.html?&primelead=NA>

						Аркуш
						79
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

19.

[Електронний

ресурс]: <https://wssystem.com.ua/aksesuary/pokleyka-plivky/energozberigajucha-plivka/>

20. Тепловідбиваюча плівку "Трете скло", 0.8 м\*5м. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/ua/p1235444874-plivka-napilennyam-dlya.html?>

21. Енергетичний аудит. Опорний конспект лекцій / укладач С.В. Сапожніков – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 121с.

22. Світлодіодні лампи потужністю 8 Вт. [Електронний ресурс]: <https://prozhektor.kiev.ua/p945985377-biom-600mm-800lm.html>

23. Світлодіодні лампи потужністю 5 Вт. [Електронний ресурс]: <https://f.ua/global/1-gbl-113.html>

24. Види та порядок проведення інструктажів з охорони праці. [Електронний ресурс]: <https://sites.google.com/site/ohpripb/navcanna-bezpecnim-metodam-i-prijomam-robot>

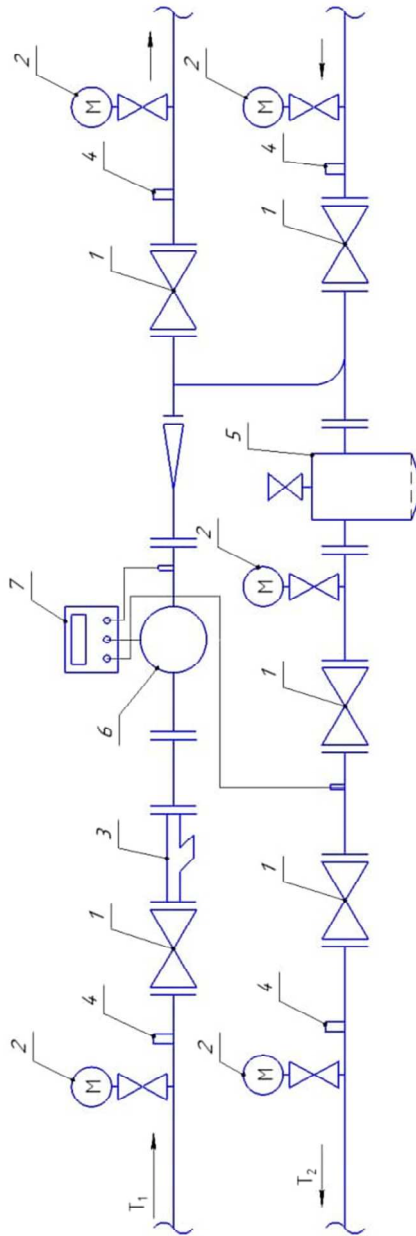
						Аркуш
						80
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



# ДОДАТОК А

## Схема теплового пункту ДНЗ № 16

Схема теплового пункту ДНЗ № 16



1 - засувки; 2 - манометри; 3 - фільтр; 4 - термометри; 5 - грязьовик; 6 - витратомір; 7 - лічильник теплоти

					Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	81

## ДОДАТОК Б

### Результати тепловізійного обстеження

Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №16)

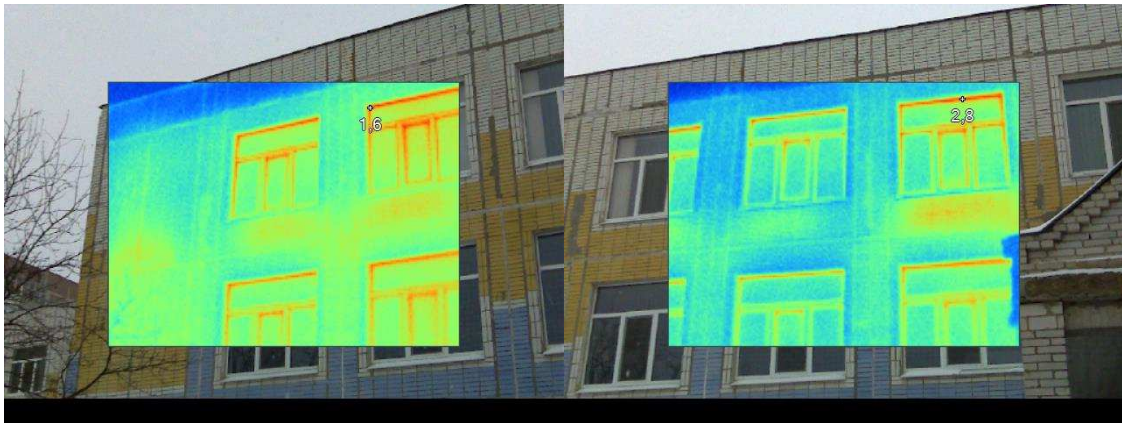


Рисунок Б.1 - Значні втрати відбуваються через стіни в місцях розташування у приміщенні опалювальних приладів

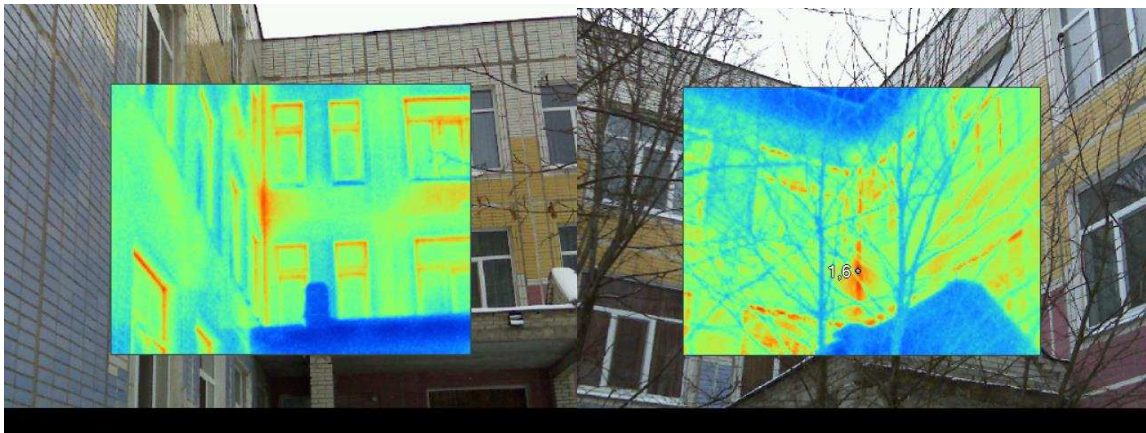


Рисунок Б.2 - Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни (особливо у кутовому з'єднанні стін) свідчить про втрату стінами теплозахисних властивостей.

					Аркуш
					82
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

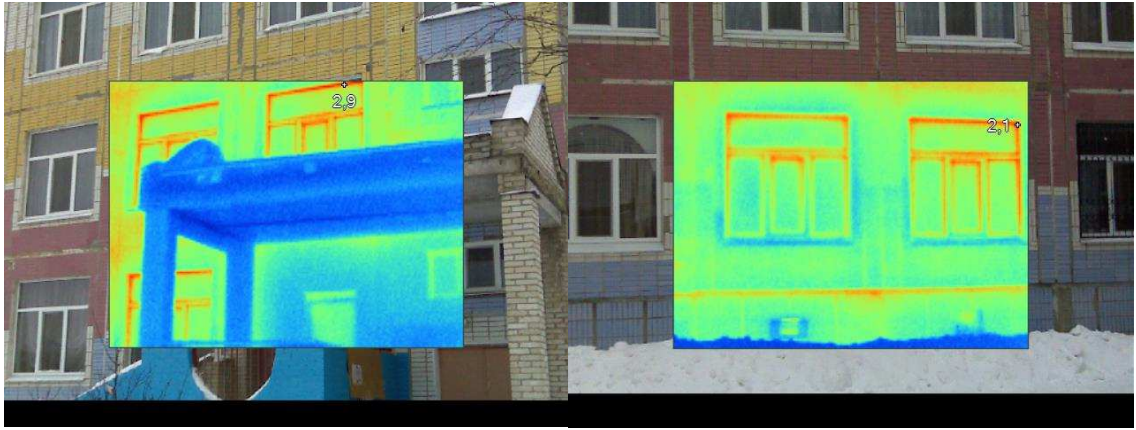


Рисунок Б.3 - Неякісний монтаж віконних конструкцій обумовлює значні втрати тепла з приміщень.

						Аркуш
						83
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		