

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Підвищення ефективності енергоспоживання з визначенням умов
запровадження енергозбережних заходів у будівлі ДНЗ №39 "Теремок"
СМР м. Суми»

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

Виконавець роботи

Артемчук А.В.
(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)

Сотник М.І

(прізвище і ініціали)

“ ” _____ 20__ р.
Секретар комісії

(підпис)

доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

Суми 2021

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
прикладної гідроаеромеханіки
_____ Ковальов І.О.
“__” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра
Артемчук Артем Вікторович

1 Тема роботи: «Підвищення ефективності енергоспоживання з визначенням умов запровадження енергозбережних заходів у будівлі ДНЗ №39 "Теремок" СМР м. Суми».

затверджена наказом по університету №0169-VI 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’єкта енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

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

Вступ (мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. **Характеристика об’єкта енергетичного обстеження** (загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження; експлуатаційна характеристика систем енергопостачання та обліку ресурсів об’єкта; тарифи на енергоносії та воду.

2. **Інструментальне обстеження** (опис методів та приладів вимірювання, аналіз отриманих даних).

3. **Комплексний аналіз рівня енергоефективності об’єкта енергетичного обстеження** (аналіз обсягів та ефективності споживання енергоносіїв у порівнянні з нормативами та результати розрахунків).

4. **Розрахунковий аналіз показників енергоефективності** (методика розрахунку; аналіз отриманих даних).

5. **Заходи з енергозбереження** (список енергозбережних заходів; методики та результати розрахунку).

Висновки (загальна характеристика результатів всіх етапів виконаної роботи)

6. 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'єкта енергетичного обстеження	12.04-18.04.21	
3	Інструментальне обстеження	лютий-травень	
4	Комплексний аналіз обстежуваної системи енергопостачання	19.04-16.05.21	
5	Розробка можливих енергозберезних заходів	17.05-30.05.21	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	31.05-03.06.21	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	04.06-07.06.21	
8	Здача роботи на перевірку	08.06.21	
9	Доопрацювання зауважень	до 13.06.12	
10	Захист роботи	15.06-19.06.21	

Дата видачі завдання “ 05 “ квітня 2021 р.

Студент _____

(підпис)

Артемчук А.В.

(Прізвище та ініціали)

Керівик роботи _____

(підпис)

Сотник М.І.

(Прізвище та ініціали)

					6.144.03 ПР ВР 00 ПЗ					
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	<i>Підвищення ефективності енергоспоживання з визначенням умов запровадження енергозберезних заходів у будівлі ДНЗ №39 "Теремок" СМР м. Суми</i>			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Артемчук							2	91
Перевір.		Сотник			СумДУ, ЕМ-71					
Н. контр.										
Затв.										

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с, 11 рисунків, 15 таблиць, 5 додатків, 23 літературних джерела.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкта, комплексний аналіз рівня енергоефективності, результати розрахункового аналізу та техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів - 4 аркушів А3.

Мета роботи: здійснення енергоаудит системи енергозабезпечення будівлі, визначення реального стану зовнішніх огорожувальних конструкцій, дослідження обсягів споживання енергоресурсів, порівняння витрат та розрахунок тепловтрат для визначення базових величин енергопостачання

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка організаційно-технічних заходів.

Об'єкт енергообстеження: : дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води у будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 39 "Теремок" СМР.

Методи дослідження: визначення розподілу температурних полів в конструкціях будівлі, аналіз споживання енергоносіїв та методи розрахунку енергозбережних заходів.

Ключові слова: енергетичне обстеження, енергозбережні заходи, енергопостачання, теплонадходження, опір теплопередачі, енергоаудит.

Тема роботи – «підвищення ефективності енергоспоживання з визначенням умов запровадження енергозбережних заходів у будівлі ДНЗ №39 "Теремок" СМР м.Суми»

						Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ...

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	9
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	10
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.	11
1.3.1 Система опалення	11
1.3.2 Система електропостачання.....	12
1.3.3 Система водопостачання.....	13
1.3.4 Система вентиляції.....	14
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв.....	15
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	15
1.4 Висновки за розділом.....	15

2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖУВАННЯ..... 16

2.1 Інструментальне обстеження.....	16
2.2 аналіз результатів вимірювання.....	17
2.4 Висновки за розділом.....	19

3 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ..... 20

3.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	20
3.1.1 Аналіз обсягів та ефективності споживання теплоенергії.....	20
3.1.2 Аналіз обсягів та ефективності споживання електроенергії...	25
3.1.3 Аналіз обсягів та ефективності споживання води.....	28
3.2 Висновки за розділом.....	31

4 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІХ ПОКАЗНИКІВ

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ..... 33

4.1 Проведення розрахунку опору теплопередачі.....	34
--	----

						Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4.2	Теплові втрати через стіни на інші конструктивні елементи.....	38
4.3	Визначення видів теплонадходжень до будівлі.....	44
4.4	Розрахунок теплової потужності всієї будівлі.....	48
4.5	Висновки за розділом.....	51
5	ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	52
5.1	Список заходів з енергозбереження.....	52
5.2	Опис заходів.....	52
5.2.1	Утеплення підлоги	57
5.2.2	Утеплення стін.....	61
5.2.3	Заміна дерев'яних вікон на енергозберігаючі.....	64
5.2.4	Встановлення зарядіаторних рефлекторів.....	68
5.2.5	Заміна ламп розжарювання на світлодіодні.....	70
5.2.6	Установка системи моніторингу теплоспоживання.....	72
5.3	Висновки за розділом.....	74
	ВИСНОВКИ.....	75
	СПИСОК ВИКОРИСТАХ ДЖЕРЕЛ.....	76
	ДОДАТОК А.....	79
	ДОДАТОК Б.....	82
	ДОДАТОК В.....	84
	ДОДАТОК Г.....	85
	ДОДАТОК Д.....	87

ВСТУП

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – це обстеження підприємств різної сфери та окремих виробництв за їх ініціативою з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги у економії на практиці шляхом впровадження механізмів підвищення енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту.

Енергоаудит відіграє ключову роль в ефективному використанні енергії в промисловості, в побуті, а також у сфері послуг. Він є інструментом для повної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, створення управлінських впливів, а також і для оцінки того, на скільки ці впливи є ефективними. Таким чином, енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкта, який експлуатується, перевірка, ревізія, удосконалення до якогось даного еталона.

Предметом енергетичного аудиту є система обстеження споживання палива та енергії, аналіз і надання рекомендацій з ефективного споживання енергоресурсів.

Основною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження і допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енергозбереження.

Об'єктом енергетичного обстеження (аудита) є комунальна установа дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 39 «Теремок» СМР.

Призначення енергетичного аудиту полягає у вирішенні таких завдань:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка організаційно-технічних заходів.

						Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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.

Ефективність і повнота аудиту значною мірою залежать від кваліфікації та досвіду енергоаудитора.

Мета та призначення поданого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води у будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 39 "Теремок" СМР, що знаходиться за адресою: вул. Металургів, 7а, м. Суми, Сумська область, 40004 та розроблення енергозберігаючих заходів для скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів [1].

Завдання, які вирішувалися при проведенні енергетичного обстеження: розроблення енергозберігаючих заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів, дослідження обсягів споживання, порівняння витрат, розрахунок тепловтрат, геометричних параметрів, розрахування максимального теплового споживання будівлі дитячого навчального закладу № 39 «Теремок» СМР для визначення базових величин тепло- та енергоспоживання для організації приєднання дитячого садка до міської автоматизованої системи прогнозування та моніторингу теплоспоживанню будівлями навчальних закладів СМР.

Вихідні дані для проведення робіт з енергетичного обстеження: типовий проект будівництва ДНЗ частина 2, альбом І, покази лічильників споживання електричної енергії, холодної води та тепла, вимірювання температури по приміщенням.

						Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є Сумський дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 39 «Теремок» СМР, який підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Металургів, 7а, м. Суми, Сумська область, 40004 (рис. 1.1).

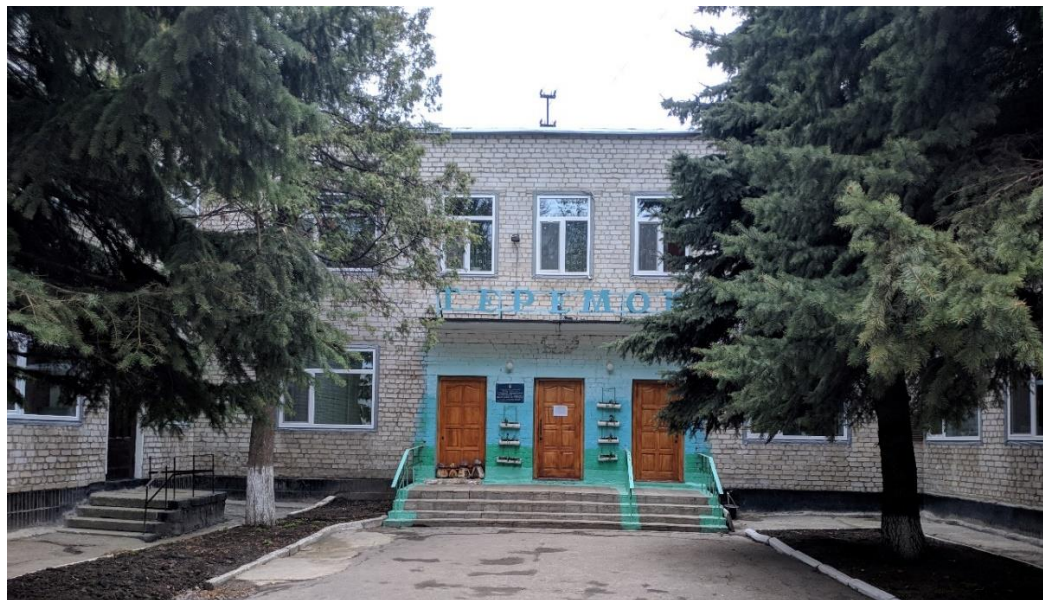


Рисунок 1.1 – ДНЗ №39 «Теремок»

Метою цієї роботи є здійснення енергетичного обстеження системи енергозабезпечення будівлі, визначення реального стану зовнішніх огорожувальних конструкцій та вікон, дослідження обсягів споживання енергоресурсів та води, порівняння витрат та розрахунок тепловтрат для визначення базових величин тепло та енергоспоживання для навчальних закладів СМР.

					Аркуш
					9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Технічні характеристики будівлі:

- рік побудови 1975 р;
- кількість поверхів 2 пов.;
- опалювальна площа 1950,4 м²;
- площа забудови 1119,57 м²;
- опалювальний об'єм 5851,2 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 7726,13 м³.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Загальний стан будівлі цього дитячого навчального закладу є здебільшого задовільним. Стіни виконані з силікатної цегли, товщиною в дві цегли на цементно-піщаному розчині, зсередини виконана штукатурка. Майже по всьому периметру будівлі виконана відмостка з асфальту, місцями потріскана. Плити перекриття – залізобетонні, товщиною 0,22 м. Дах плоский, без горища – залізобетонна плита, цементно-піщана стяжка, утеплювач – мати прошивні теплоізоляційні та руберойд. Підлога виконана з залізобетонних плит на цементно-піщаному розчині та ПВХ лінолеуму. Старі дерев'яні вікна частково замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом. У будівлі 16 входів, старі дерев'яні двері частково замінені на металеві та пластикові, – 12 на першому поверсі, 3 на другому та 1 у підвал, кожен виконаний з тамбуром, що здебільшого знижує надходження холодного повітря ззовні під час їх відкривання. У підвальному приміщенні знаходяться тепловий пункт.

						Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Будівля дитячого садочка має централізовану систему теплопостачання, що підключена до міської мережі, теплоносієм у якому є гаряча вода. Трубопроводи утеплені мінеральною ватою та розташовані у залізобетонних латках, що ведуть до будівлі, прокладені під землею та ведуть до теплового пункту, який розташований у підвальному приміщенні та складається з: приладів обліку теплової енергії, яка приходить до будівлі, елеваторного вузла (для формування кількості тепла для садочка) який з'єднує подавальний та зворотній трубопровід, арматури та манометра (додаток Б). Трубопроводи і деталі вузла обліку теплової енергії виконані зі сталі, ізольовані.

Система опалення дитячого навчального закладу залежна, горизонтальна однострубна.

В якості опалювальних приладів використовують: бетонні опалювальні панелі у групах на обох поверхах, змішувачі напільного опалення у деяких групах на першому поверсі та конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140 у інших приміщеннях. Розташування опалювальних приладів – під вікнами у кожному приміщенні та на підлозі у групах на першому поверсі, доступ до яких необмежений.

Теплове навантаження будівлі – 0,219 Гкал/год. Максимальне договірне теплове навантаження складає – 443,473 Гкал/рік. Температура теплоносія з центральної мережі теплопостачання визначається відповідно до температурного графіку подачі теплоносія 110-70 °С (додаток В) і залежить від температури навколишнього середовища.

У закладі відсутнє ефективне регулювання обсягів споживання теплової енергії, тепловий потік регулюється засувкою виключно за досвідом завідуючої з господарської частини.

						Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У вузлу обліку тепла, що надходить з централізованої системи, здійснюється тепловим лічильником CALMEX VKP-431 – марки PREMEX, дата останньої повірки: 03.07.2018, наступна – 03.07.2022, у склад якого входить лічильник гарячої води WP-50/130, дата останньої повірки 03.07.2018, наступної – 03.07.2022, а встановлений на трубі з діаметром умовного проходу Ду 50. Зняття показів відбувається щоденно.

Передача даних постачальнику теплової енергії та оплата відбувається кожного місяця.

Діаметри труб - 2 Ду 100 мм, довжиною 32 м і 2 Ду-80 мм, довжиною 40 м.

Забезпечення дитячого садочку тепловою енергією на опалення відбувається згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, укладений з АТ «Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання», договір МБ25-6/2100051 від 12 лютого 2021 року.

1.3.2 Система електропостачання

Основні електроспоживаючі системи дошкільного закладу:

- система освітлення;
- система технологічного електрообладнання.

До основного електроспоживаючого обладнання належать: варильні котли, плити електричні, шафа пекарська, електром'ясорубка, холодильник побутовий, картопличистка – що знаходяться на кухні та обчислюються окремим трифазним лічильником; пральні машини, комп'ютери, принтери, пилососи, прес прасувальний, електропраска і таке інше – обчислюються другим трифазним лічильником. Перелік всіх струмоприймачів та їх потужності наведено у додатку Г.

До внутрішньої системи освітлення відносяться: лампи розжарювання – 6 шт., потужності по 25 Вт, 64 шт. – по 60 Вт, 63 шт. – по 75 Вт, світлодіодні лампи – 20 шт., потужності по 10 Вт, 12 шт. – по 12 Вт та світлодіодні світильники – 7 шт.

						Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

потужності по 10 Вт, 48 шт. – по 30 Вт. Зовнішня система освітлення – світлодіодні світильники (прожектори) 2 шт., потужності по 50 Вт. Загальна установлена потужність електроосвітлення – 10,6 кВт.

Облік споживання активної електроенергії на внутрішні потреби здійснюється двома трифазними лічильниками електричної енергії NIK-2301 АПЗ. Дата останньої повірки: 22.05.2014, наступної – 22.05.2028. Один лічильник обраховує затрати активної електроенергії на кухні, а другий – в цілому по закладу. Облік реактивної електричної енергії не обчислюється лічильниками. Зняття показів відбувається щоденно.

Зняття показів лічильника та акт передачі споживання за послуги виконується кожен місяць. Забезпечення дошкільного закладу електричною енергією відбувається згідно договору № №1614013 з ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» від 24 грудня 2020 року.

Обсяг постачання (кількість електричної енергії згідно договору) – 47000 кВт*год/рік другого класу напруги.

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Дитячий садочок підключено до системи міського централізованого водопостачання та міської системи водовідведення. Кількість спожитої води обліковується у вузлу обліку, який розташований у підвальному приміщенні будівлі садка. У вузлу обліку води є: лічильник, фільтр, зворотній клапан та манометр. Централізоване гаряче водопостачання не передбачене. У будівлі садочку стоїть теплообмінник, який під'єднаний до системи централізованого теплопостачання, в якому отримують гарячу воду.

Основними споживачами води є пральні машини, працівники і вихованці закладу та процес приготування їжі. Використана вода потрапляє у систему водовідведення та у мережу міської каналізації.

						Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Норма щомісячного водоспоживання та водовідведення для комунально-побутових та технологічних потреб – 483,061 м³/міс. Зняття даних лічильника відбувається кожного дня. Акт передачі показів приладів обліку передаються раз на місяць.

Облік споживання холодної води на внутрішні потреби здійснюється за допомогою лічильника VM7-V/1. Дата останньої повірки: 24.09.2019, наступна – 24.09.2023.

Забезпечення закладу водою та водовідведенням згідно договору №3059 з КП «Міськводоканал» від 3 лютого 2021 року

1.3.4 Система вентиляції

Система вентиляції дошкільного навчального закладу є природною, окрім харчоблока де встановлена механічна витяжка. Видалення повітря відбувається через вентиляційні канали, які конструктивно розташовані у стінах будівлі. Інфільтроване повітря потрапляє через нещільності встановлених вікон, дверей та шляхом відкривання вікон.

Всі вентиляційні отвори не мають перешкод для проходження повітря. Для потрапляння свіжого повітря відкривають вікна.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв.

Повірку систем обліку споживання енергоносіїв проведено ДП «Сумський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації».

						Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.

Теплопостачання: 1620,97 грн за Гкал з ПДВ;

Електропостачання: 2,4 грн/кВт*год з ПДВ;

Водопостачання: 13,752 грн/м³ з ПДВ;

Водовідведення: 13,368 грн/м³ з ПДВ.

1.4 Висновки за розділом

Під час першої стадії відбувався збір загальної характеристики об'єкту, фактичного стану огорожувальних конструкцій, систем тепло-, водо- та електропостачання, системи вентиляції та систем обліку споживання енергоносіїв.

						Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТУЖУЕННЯ

2.1 Опис методів та приладів вимірювання

Для проведення енергоаудита дошкільного навчального закладу №39 «Теремок» СМР були використані такі вимірювальні прилади:

- термометр настінний;
- вимірювальна рулетка;
- тепловізор Fluke Ti25 (рис 2.1).

При тепловізійному обстеженні будівлі використовувався тепловізор Fluke Ti25. Завдяки цьому приладу можливо визначити розподіл температурних полів в конструкціях будівлі, а отже визначити теплові втрати через огорожувальні конструкції. Головні характеристики цього приладу наведені у таблиці 2.1.



Рисунок 2.1 – Тепловізор FlukeTi25

					Аркуш
					16
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Таблиця 2.1 – Характеристика тепловізора:

бренд	FLUKE
діапазон температур	від -20°C до +350°C
дисплей	9,1 см
похибка вимірювання температури	± 2 °C або 2%
мінімальна відстань при фокусуванні	15 см
фотокамера	розширення 640x480 пікселей
спектральний діапазон	від 7,5 мкм до 14 мкм
голосова анотація	до 60 сек. на одне зображення
час роботи акумулятора	3-4 години неперервної роботи
час зарядки акумулятора	2 години
ступінь захисту	IP68

2.2 Аналіз результатів вимірювання

У день проведення тепловізійного обстеження будівлі навчального закладу (ясла-садок) №39 «Теремок» СМР температура зовнішнього повітря становила -4°C. Середня температура в приміщеннях становила 22°C.

Термограми зроблені тепловізором дійсного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій наведено у додатку Д, на яких видно типові проблеми з тепловтратами по всім зовнішнім огорожувальним конструкціям.

При проведенні обстеження тепловізором було зроблено 28 термограм зовнішніх огорожувальних конструкцій. Детальний аналіз термограм дає можливість знайти місця найбільших втрат тепла. Нижчеперелічені фактори свідчать про те, що будівля має недостатній опір теплопередачі згідно сучасних норм [4, табл. 3], що підтверджується розрахунками у пункті 4, та потребує модернізації стін та інших огорожувальних конструкцій.

						Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

З рисунку Д.1 видно, що зовнішні дверні конструкції не мають достатнього теплового опору для запобігання теплових втрат зсередини будівлі, з зображень видно, що втрати корисного тепла відбувається з зовнішньої поверхні неутеплених вхідних дверей, які мають температуру $0,7^{\circ}\text{C}$, а температура скла – від $3,9$ до $6,7^{\circ}\text{C}$.

На термограмах Д.2 видно як відбуваються втрати теплоти через підвищену температуру поверхні стін та кутових з'єднаннях. Температура поверхонь кутових з'єднань – від $3,3$ до $4,8^{\circ}\text{C}$. Це свідчить про зволоження зовнішніх поверхонь стін та низькі теплозахисні властивості. Також можна побачити місцезнаходження приладів опалення.

Проаналізувавши рисунок Д.3, можна зробити висновок про тепловтрати, крізь ділянки де віконна рама прилягає до стіни, через неякісний стан теплового опору застарілих віконних конструкцій, температура стиків між склом та дерев'яною рамою становить від $0,5$ до $3,9^{\circ}\text{C}$, також великі тепловтрати виникають через низький рівень опору теплопередачі площі скління.

З рисунку Д.4 видно: теплові плями по периметру віконних конструкцій внаслідок неякісного монтажу, які мають температуру від $0,8$ до $3,4^{\circ}\text{C}$;

На рисунку Д.5 можна побачити відкриті світлопрозорі конструкції з метою провітрювання приміщень груп під час мінусових температур, тепло яке вивітрюється видно на термограмах, температура повітря, що вивітрюється – $16,8^{\circ}\text{C}$.

На Д.6 видно: місток холоду через тріщину в огорожувальній конструкції, підвищену температуру зовнішньої поверхні стін ($1,3-1,6^{\circ}\text{C}$) та місцезнаходження опалювальних приладів, які виділяються червоними плямами та мають позитивну температуру поверхонь від $1,3$ до $1,6^{\circ}\text{C}$.

						Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2.3 Висновки за розділом

Під час проведення енергетичного обстеження дитячого садка був використаний тепловізор, який показав на термограмах фактичну температуру огороджувальних конструкцій, місцезнаходження опалювальних приладів та інші типові проблеми. Все це указує на те, що стіни та інші конструктивні елементи знаходяться у незадовільному стані.

						Аркуш
						19
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

3.1 Аналіз споживання енергоносіїв та води

3.1.1 Аналіз обсягів та ефективності споживання тепла

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки наведена у таблиці 3.1 та на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	X	55,884	50,532	56,34
Лютий	X	49,956	49,044	62,892
Березень	X	45,252	16,908	48,828
Квітень	X	10,956	0	16,536
Травень	–	–	–	–
Червень	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–
Серпень	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–
Жовтень	13,724	9,036	20,7	X
Листопад	50,172	41,748	40,212	X
Грудень	60,444	53,268	52,284	X
Всього	124,34	266,1	229,68	X

Централізоване гаряче водопостачання не передбачено. Гарячу воду до 2018 року отримували у теплообміннику шляхом теплопередачі теплової енергії води від теплоносія до холодної води. Облік гарячої води не ведеться.

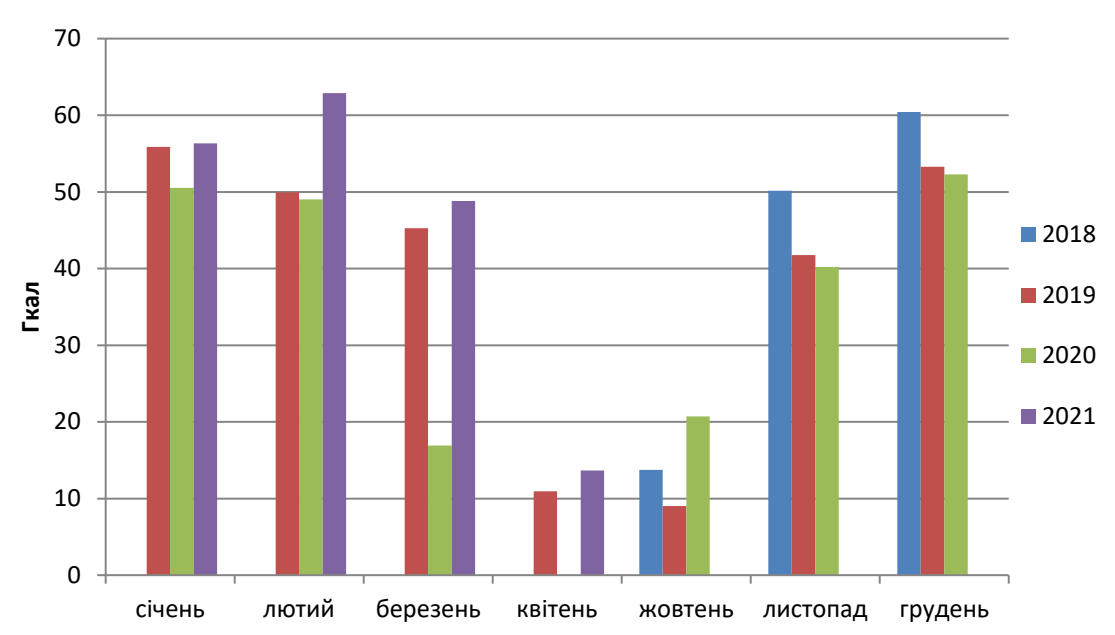


Рисунок 3.1– Динаміка споживання теплової енергії будівлею за 2018–2021 роки.

Ліміти споживання теплової енергії за 2018-2021 роки наведені у таблиці 3.2 та рисунку 3.2.

Таблиця 3.2 – Ліміти споживання тепла за 2018-2021 роки

Місяць	Рік			
	Гкал			
	2018	2019	2020	2021
січень	70	70	70,3	65,6
лютий	68,7	68,7	61,7	59
березень	53,4	53,4	53,7	55,2
квітень	24,3	24,3	14,3	9,7
травень	2,8	2,8	2,2	1,4
червень	2,2	2,2	1,2	1,2
липень	2,5	2,5	0,9	0,7
серпень	1,6	1,6	2,6	1,7
вересень	3	3	2,9	2
жовтень	27,1	27,1	24,2	18,35
листопад	50,7	50,7	50,4	51
грудень	67,1	66,7	64,5	34,15
Всього	373,3	373	348,9	300

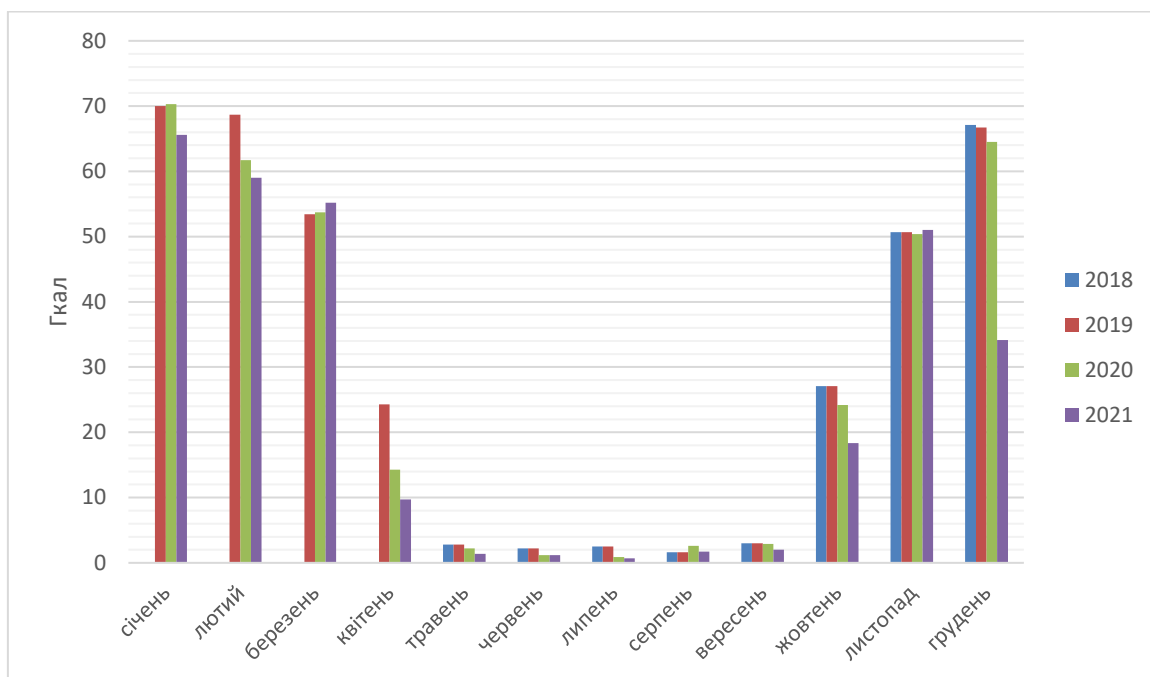


Рисунок 3.2– Ліміти споживання теплової енергії 2018-2021 роки

Споживання теплової енергії дитячим садочком відбувається лише під час опалювального періоду, окрім 2021 року, коли було відновлене постачання гарячого теплоносія на весь рік для підігрівання води на власні потреби.

Слід зазначити, що встановлений лічильник здійснює облік теплової енергії яка йде на опалення та отримання гарячої води. Цей факт свідчить про те, що неможливо провести точний аналіз споживання теплоти окремо на опалення і на підігрів води. Більш точне значення у споживанні тепла на опалення цього закладу можна підрахувати як різницю між загальним обсягом споживання теплоти і величиною теплоти на нагрівання води, яка є осередненим значення споживання тепла за травень і вересень 2016-2017 роки. Шляхом аналізу даних, переданих дитячим садком, за попередні роки виявлено, що у середньому на підігрів води йде 2,868 Гкал/ місяць. У таблиці 3.1 та на рисунку 3.1 вказані величини без урахування нагрівання води на яких видно, що максимальне споживання теплоти на опалення припадає на грудень, січень та лютий, а мінімальне – на квітень та жовтень. Така різниця між теплоспоживанням по місяцям є наслідком зміни температури

навколишнього середовища і зміни теплових втрат через неефективні огорожуючі конструкції будівлі.

Проаналізувавши споживання на таблиці 3.1 та ліміти з таблиці 3.2 можна зробити висновки, різниця лімітів та фактичного теплоспоживання виникає через:

1. різні дати початку і закінчення опалювального сезону;
2. невідповідність фактичної та розрахункової середньодобової температури навколишнього середовища кожного місяця опалювального періоду;
3. непередбачувані обставини, такі як карантин у 2020 році. З березня по кінець опалюваного сезону у ДНЗ не було вихованців, через що опалювальний сезон закінчили раніше, ніж заплановано;
4. отримання теплоносія для підігріву води на власні потреби. Централізоване гаряче водопостачання не передбачено, тому гарячу воду у період до 2018 року отримували шляхом теплопередачі теплової енергії води від теплоносія системи центрального теплотаблиці до холодної води системи водопостачання у теплообміннику, що розташований у підвальному приміщенні.. У 2018-2020 році не був підписаний договір, і було припинене постачання тепла, через була відсутня гаряча вода у теплий період року. У 2021 році відновили подачу тепла у теплу пору року, через що у дитячому садку відновили підігрівання води з теплообмінного апарату.

Аналіз ефективності системи опалення ДНЗ № 39 «Теремок» СМТ необхідно проводити за фактичними даними попередніх опалювальних періодів, де середні температури за місяць знаходяться у рамках нормативних показників [2;3].

Питома потреба (EP) – 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]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (3.1)$$

					Аркуш
					23
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

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

$V_{буд}^{оп}$ – опалювальний об'єм будинку, м³.

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

$$EP \leq EP_{max}, \quad (3.2)$$

де EP – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [4, п.5.3].

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 даних з лічильників, які надав заклад, фактичні загальні тепловтрати на обігрів будівлі по опалювальним періодам:

- опалювальний період 2018–2019 рік – $Q_{оп} = 286,388$ Гкал;
- опалювальний період 2019–2020 рік – $Q_{оп} = 220,536$ Гкал;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $Q_{оп} = 297,792$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2018–2019 рік – $EP = 0,049$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2019–2020 рік – $EP = 0,038$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $EP = 0,051$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить – $EP = 0,046$ Гкал/м³.

За результатами порівнянь даних написаних вище та нормативних показників споживання тепла висновок, який можна зробити:

Результат який отримано не відповідає умові нормативу (3.2).

						Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У таблиці 3.3 надані фактичні дані про споживання теплової енергії при середньодобовій температурі навколишнього повітря 0°C за 2019-2021 роки.

Таблиця 3.3 – фактичне споживання теплової енергії та температура теплоносія при середньодобовій температурі нуль градусів за шкалою Цельсія

Опалювальний рік 2019-2020			Опалювальний рік 2020-2021		
Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °C	Дата доби	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °C
19.11.2019	1,44	64,1	11.11.2020	1,392	57
28.11.2019	1,944	64,9	14.11.2020	1,488	60
05.12.2019	1,776	62,4	01.12.2020	1,512	62
13.12.2019	1,8	64,1	17.12.2020	1,704	63.3
31.12.2019	1,68	61	04.01.2021	1.824	52
03.01.2020	1,776	59	09.01.2021	1.536	54.2
21.02.2020	1,704	58,1	25.02.2021	1.992	48

Також за відсутності пристроїв з автоматичним керуванням теплового потоку у тепловому пункті, використовують часткове «ручне» керування без чіткого регулювання засувками у робочі періоди без відповідної методики прогнозування рівня теплоспоживання, як наслідок цього – нерівномірний прогрів приміщень дитячого закладу.

3.1.2 Аналіз споживання електричної енергії

Кількість електричної енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки наведена у таблиці 3.4 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.4 – Кількість електричної енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки

Місяць	Рік			
	кВт*год			
	2018	2019	2020	2021
січень	3998	4188	4434	3957
лютий	4022	4151	4139	4168

Продовження таблиці 3.4				
березень	3886	4276	2030	4848
квітень	3547	4152	546	4273
травень	4058	4697	973	4371
червень	2848	3379	3375	
липень	3133	3898	3395	
серпень	3163	3215	2742	
вересень	3820	3962	4242	
жовтень	4259	4397	4234	
листопад	4657	3960	4614	
грудень	4470	4417	4767	
Всього	45861	48692	39491	21617

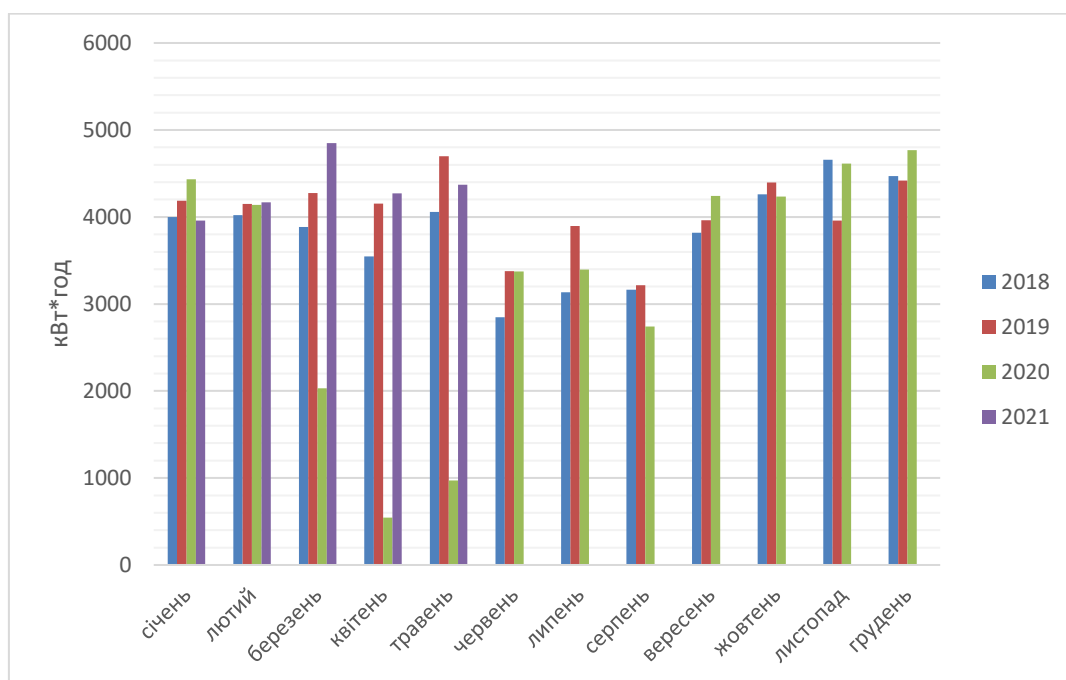


Рисунок 3.3 – Динаміка споживання електричної енергії будівлею за 2018–2021 роки

Ліміти споживання електричної енергії за 2018-2021 роки наведені у таблиці 3.5 та рисунку 3.4.

Таблиця 3.5 – Ліміти споживання електричної енергії за 2018-2021 роки

Місяць	Рік			
	Квт*год			
	2018	2019	2020	2021

Продовження таблиці 3.5

січень	4300	4400	4500	5000
лютий	4000	4000	4300	4500
березень	3900	4000	4000	4000
квітень	3200	3200	3900	4000
травень	3200	3200	3800	3700
червень	3300	3300	3700	3700
липень	3100	3100	3900	3600
серпень	2500	2500	3500	3400
вересень	3400	3400	3400	3600
жовтень	3300	3330	3300	3800
листопад	3900	3900	3900	3800
грудень	3900	3900	3900	3900
Всього	42000	42200	46100	47000

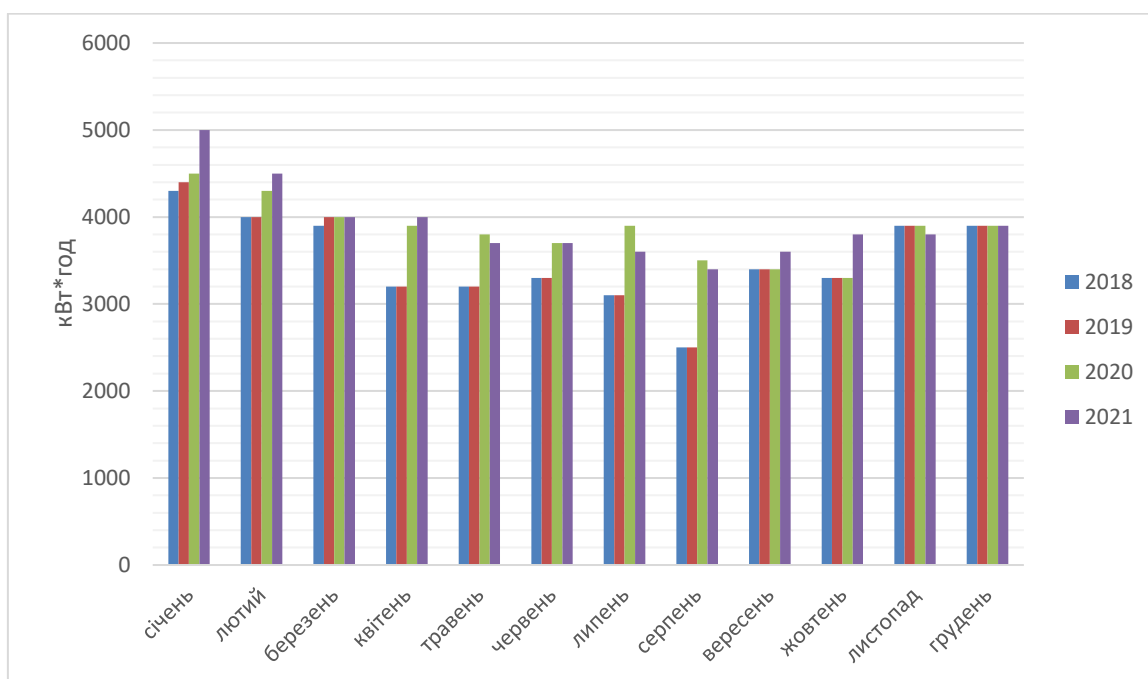


Рисунок 3.4 – Ліміти споживання електричної енергії 2018-2021 роки

Також немало роль у споживанні відіграють найбільші споживачі електроенергії, такі як плити електричні ($P_y = 20$ та 60 кВт), котел харчоварочний ($P_y = 20$ кВт), шафа пекарська ($P_y = 15,6$ кВт), електропраски (3 шт., $P_y = 2$ кВт), та прасувальний прес ($P_y = 2,2$ кВт).

З таблиці 3.4 та ліміти з таблиці 3.5 можна зробити висновки, що будівля садку № 39 споживає електроенергію нерівномірно і має відхилення від розрахункових лімітів через:

1. пору року – влітку світловий день довше, отже менші витрати електроенергії на освітлення та влітку менша кількість вихованців перебуває у закладі.
2. придбання нового обладнання та ремонт – прасувальний прес, який був придбаний у 2019 році та що збільшив використання електроенергії приблизно на 6% відносно 2018 року; у травні та червні 2019 року провели капітальний ремонт покрівлі, що збільшило споживання на 8%.
3. тривалий карантин у 2020 році – з березня по червень у закладі був карантин, через що був присутній лише персонал, тому зменшилось використання електричної енергії.

Зробивши аналіз згідно норм споживання [5] електричної енергії ДНЗ з електрифікованими харчоблоками [5, табл. 8.3] з 219 вихованцями для Сумської області складає 570 кВт*год. Для дошкільної установи фактичним споживанням на одну дитину є :

- 2018 рік: 209,41 кВт*год на дитину;
- 2019 рік: 222,34 кВт*год на дитину;
- 2020 рік: 180,32 кВт*год на дитину.

Фактичне споживання не перевищує нормативний показник. Однак є потенціал для подальшої економії споживання електроенергії.

3.1.3 Аналіз обсягів споживання води

Обсяг спожитої води будівлею закладу за 2018–2021 роки наведена у таблиці 3.6 та на рисунку 3.5

						Аркуш
						28
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Обсяг спожитої води, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки

роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	м ³			
січень	215	259	201	169
лютий	236	234	214	190
березень	216	242	136	221
квітень	223	257	53	245
травень	268	260	46	257
червень	178	179	119	
липень	161	159	168	
серпень	161	125	159	
вересень	235	203	201	
жовтень	258	220	185	
листопад	280	237	192	
грудень	250	229	205	
всього	2681	2604	1879	

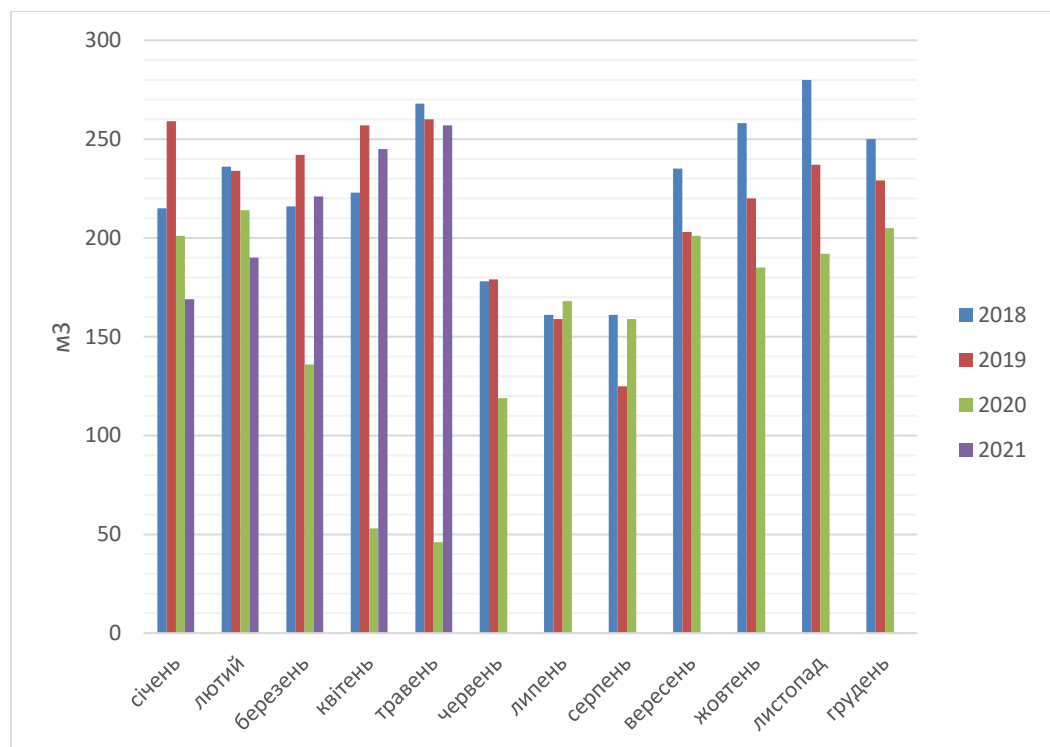


Рисунок 3.5 – Динаміка споживання води будівлею за 2018–2021 роки

Ліміти споживання води за 2018-2021 роки наведені у таблиці 3.7 та рисунку 3.6.

Таблиця 3.7 – Ліміт на споживання води, спожитої будівлею закладу за 2018–2021 роки

Місяць	Рік			
	2018	2019	2020	2021
	м ³			
січень	280	250	250	250
лютий	275	265	265	249
березень	270	255	255	245
квітень	268	255	255	254
травень	260	240	240	239
червень	165	165	165	210
липень	130	130	130	159
серпень	140	140	140	141
вересень	255	255	255	220
жовтень	250	250	250	230
листопад	257	245	245	228
грудень	250	250	250	225
всього	2800	2700	2700	2650

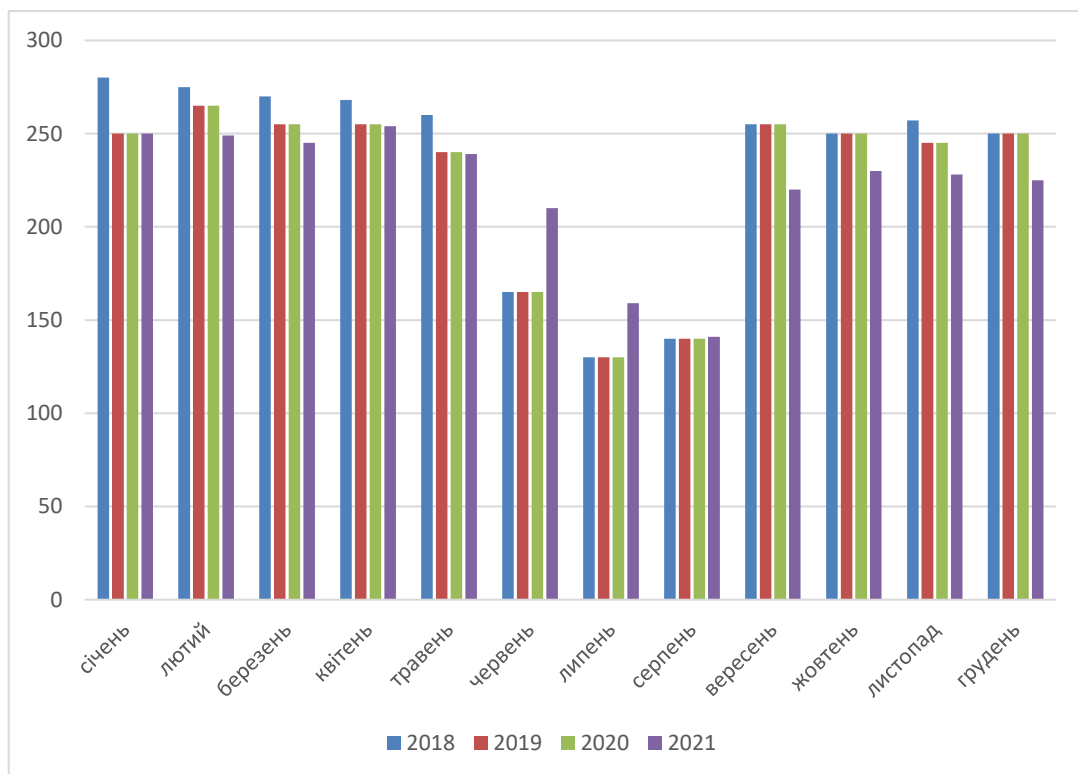


Рисунок 3.6 – Ліміт споживання води будівлею за 2018–2021 роки

Проаналізувавши динаміку споживання і ліміту води з рисунків 3.5 і 3.6 можна зробити висновки, що наявна різниця фактичного споживання з лімітами через:

1. сезонність – влітку споживання води менше, ніж у інші пори року. У літні місяці в дитячому садочку менша кількість вихованців, через це менша кількість води використовується для прання, приготування їжі, миття рук тощо;
2. карантинні заходи – з березень по червень 2020 року заклад був закритий для вихованців, що є причиною зменшеного користування ресурсу.

Технічний аналіз споживання води проводиться згідно з нормами витрат води споживачами на одну особу [6]. Ця норма для дитячого садка [6, табл. А2] становить 80 л/дитина. Фактичне споживання води за попередні роки:

- 2018 рік: 33,54 л/дитина у день;
- 2019 рік: 32,58 л/дитина у день;
- 2020 рік: 23,51 л/дитина у день.

Фактичний показник не перевищує норми.

3.2 Висновки за розділом

У цьому пункті було проаналізоване споживання енергоресурсів та води та порівняння з нормативними даними - дитячий садок не перевищує норми споживання кожного виду енергоресурсу на одного вихованця.

Для того, щоб проаналізувати можливий потенціал економії ресурсів на рисунку 3.7 наведена діаграма, на якій відображена вартість спожитих енергоресурсів та води за 2020 рік.

						Аркуш
						31
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

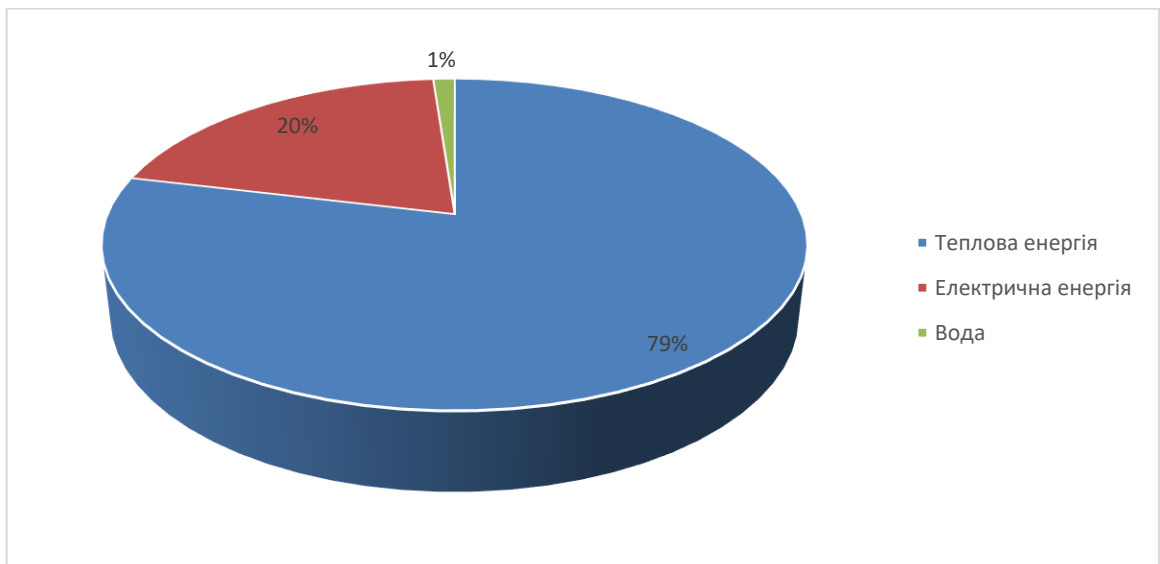


Рисунок 3.7 – Вартість спожитих енергоресурсів та води за 2020 рік

З діаграми на рисунку 3.7 видно, що найбільше фінансів використовується на оплату теплової енергії – це джерело для подальшої економії коштів за допомоги енергозберігаючих заходів.

4 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Зниження показників енергоспоживання можливе за рахунок підвищення значень опору теплопередачі конструкцій стін та інших конструктивних елементів до нормативних [4, таблиця 3]. Створення модернізованих теплових пунктів з автоматичним погодозалежним регулюванням, зчитуванням і відправкою облікових даних на сервер, та зміною теплового навантаження згідно добового графіку, враховуючи розклад роботи у будівлі [7], сприяє зменшенню витрат на теплозабезпечення. В таблиці 4.1 наведені дані та результати розрахунків опору теплопередачі стін та інших зовнішніх конструктивних елементів, проведених з використанням даних огорожувальних конструкцій та методичних вказівок [7, дод. Б, 15].

Таблиця 4.1 – Дані та результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$		$R_{q \min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Кладка з силікатної цегли звичайної	0,5	0,7	0,92	0,42	3,3
		Цементно-піщаний розчин	0,01	0,7			
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81			
2	Дах	Залізобетонна плита	0,22	1,92	2,55	0,42	5,35
		Мати прошивні теплоізоляційні	0,1	0,045			
		Руберойд (бітум)	0,009	0,17			
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,65	0,42	0,75
		Дерев'яні	–	–	0,2		
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,38	0,42	3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81			
		Лінолеум ПВХ	0,003	0,35			
5	Двері	Дерев'яні	0,05	0,29	0,5	0,42	0,6
		Сталеві двері	0,003	58	0,16		
		Металопластикові	0,05	0,43	0,33		

4.1 Проведення розрахунку опору теплопередачі

Визначення дійсного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій та порівняння з нормативними показниками для визначення подальших рекомендацій з модернізації.

Наявний опір теплопередачі стін та інших конструктивних елементів $R_{\Sigma PP}$, $m^2 \cdot K/Вт$ має бути не менше, ніж R_{qmin} , який визначається з санітарно-гігієнічних умов та з умов енергозбереження [7, пункт 1] .

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 [4]:

$$R_{\Sigma PP} \geq R_{qmin} \quad (4.1)$$

де: $R_{\Sigma PP}$ – дійсний опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини цієї конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

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

Мінімально допустиме значення, R_{qmin} , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей громадських будинків залежно від температурної зони експлуатації будинку, які беруть згідно норм [4, таблиця 3].

Термічний опір i -го шару конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$ [7, пункт 1.1]:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (4.2)$$

						Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де: δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К) [7, дод Б, табл. 15].

Дійсний опір теплопередачі $R_{\Sigma_{np}}$, м²·К/Вт, для огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (4.1) розраховується за формулою [7, пункт 1.3]:

$$R_{\Sigma_{np}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (4.3)$$

де: α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, які дорівнюють 8,7 та 23 відповідно, Вт/(м²·К) [7, дод. Б, табл. 9];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м²·К) [7, дод. Б, табл. 15];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (4.2), м²·К/Вт.

Якщо $R_{\Sigma_{np}} > R_{q_{min}}$ - огорожувальні конструкції задовольняють теплотехнічні норми. $R_{\Sigma_{np}} < R_{q_{min}}$ – теплозахисні властивості конструкцій мають незадовільне значення, та не відповідають нормам [4, таблиця 3], цей факт свідчить про необхідність впровадження енергозберігаючих заходів для збільшення опору теплопередачі.

Розрахунок опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

1. Стіни.

Кладка з силікатної цегли, товщиною 0,5 м, $\lambda_1=0,7$ Вт/(м*К);

Цементно-піщаний розчині 0,01м, $\lambda_2=0,7$ Вт/(м*К)

					Аркуш
					35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Цементно-піщана штукатурка товщиною 0,03 м, $\lambda_3=0,81$ Вт/(м*К).

Термічний опір теплопередачі стін визначається за формулою (4.3):

$$R_{\Sigma np}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} .$$

2. Дах

Стандартна залізобетонна плита товщиною 0,22 м, $\lambda_4 = 1,92$ Вт/(м*К), мати прошивні теплоізоляційні товщиною 0,1 м, $\lambda_5 = 0,045$ Вт/(м*К) та руберойд товщиною 0,009 м з $\lambda_6 = 0,17$. Термічний опір теплопередачі даху визначається за формулою (4.3):

$$R_{\Sigma np}^{дах} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} = 2,55 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} .$$

3. Вікна

Два типи вікон – дерев'яні з двійним склопакетом $R_{\Sigma np} = 0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ та металопластикові з двокамерним склопакетом $R_{\Sigma np} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Осереднений термічний опір $R_{\Sigma np}^{BK} = (0,2+0,65)/2 = 0,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

4. Підлога

Стандартна залізобетонна плита товщиною 0,22 м, $\lambda_3 = 1,92$ Вт/(м*К), розчин цементно-піщаний товщиною 0,04 м, $\lambda_2 = 0,7$ Вт/(м*К) та ПВХ лінолеум товщиною 0,003 м з $\lambda_5 = 0,35$ Вт/(м*К). Термічний опір теплопередачі підлоги визначається за формулою (4.3):

$$R_{\Sigma np}^{підл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,04}{0,7} + \frac{0,002}{0,35} + \frac{1}{12} = 0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

					Аркуш
					36
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

5. Двері

В наявності 3 типу дверей:

- 1) металопластикові товщиною в 0,058 м, $\lambda_5=0,17$ Вт/(м*К);
- 2) сталеві товщиною в 0,003 м, $\lambda_6 = 58$ Вт/(м*К);
- 3) дерев'яні товщиною в 0,05 м, $\lambda_7 = 0,29$ Вт/(м*К).

Термічний опір теплопередачі окремо для кожного типу дверей визначається за формулою (4.3):

$$1) R_{\Sigma np}^{M,ДВ} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,058}{0,17} + \frac{1}{23} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$$2) R_{\Sigma np}^{СТ,ДВ} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,003}{58} + \frac{1}{23} = 0,16 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$$3) R_{\Sigma np}^{Д,ДВ} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,29} + \frac{1}{23} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Осереднений термічний опір дверей:

$$R_{\Sigma np}^{ДВ} = \frac{0,5 + 0,16 + 0,33}{3} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Проаналізувавши отримані результати $R q_{\min}$ з таблиці 4.1 можна зробити висновок що дійсний стан опору зовнішніх огорожувальних конструкцій теплопередачі не відповідає нормам: фактичний термічний опір стін – 0,92 м²/К*Вт замість нормативного 3,3 м²/К*Вт ; даху – 2,55 м²/К*Вт , замість 5,35 м²/К*Вт; вікон – 0,42 м²/К*Вт , замість 0,75 м²/К*Вт ; підлоги – 0,38 м²/К*Вт , замість 3,75 м²/К*Вт ; дверей – 0,33 м²/К*Вт , замість 0,6 м²/К*Вт [4, табл. 3]. Цей факт свідчить про необхідність впровадження енергозберігаючих заходів для посилення опору теплопередачі.

						Аркуш
						37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4.2 Теплові втрати через стіни та інші конструктивні елементи

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі: стіни, світлові та дверні прорізи, стелю, дахові перекриття, неутеплену підлогу і так далі – визначаються за формулою [7, пункт 2.1]:

$$Q_0 = \frac{F_{орр}}{R_0} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (4.4)$$

де: $F_{орр}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції по внутрішнім межах, м^2 ;

R_0 – опір теплопередачі стін та інших прозорих та непрозорих конструктивних елементів. Для визначення тепловтрат для дійсного стану підставляють $R_{\Sigma пр}$, для визначення тепловтрат при правильній утепленій конструкції підставляється $R_{q_{\min}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

t_B , t_3 – відповідно температури всередині приміщення і розрахункової температури зовнішнього повітря [2, табл. 2], $^{\circ}\text{C}$;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні відносно зовнішнього повітря [7, дод. Б, табл. 12].

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [7, пункт 2.2]:

$$Q_{ор}^{\partial} = Q_{ст} \cdot \beta_{ор}, \text{ Вт} \quad (4.5)$$

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

$\beta_{ор}$ – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни для 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
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [7, пункт 2.2]:

$$Q_{\text{підл}}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{\text{підл}}, \text{Вт.} \quad (4.6)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи [7, пункт 2.3]:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{Вт} \quad (4.7)$$

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

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

$G_{\text{н.вкн}}$ - кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження. Для розрахунків беруть нормативну повітропроникність віконних прорізів [7, дод. Б, табл. 13] $G_{\text{н.вкн}} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

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

Додаткові тепловтрати на витяжну (природну) вентиляцію з припливом зовнішнього повітря крізь спеціальні вентиляційні отвори розрахунок втрат на вентиляцію Q_V , Вт [7, пункт 2.3]:

$$Q_V = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_B - t_3) \cdot n_k \cdot k_V, \text{Вт} \quad (4.8)$$

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

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

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

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

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

k_V – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму

						Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання, приймаємо $k_V=0,85$.

Середня кратність повітрообміну за годину громадського будинку, визначається за формулою [7, пункт 2.3]:

$$n_K = \frac{\left| \left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho_C} \right) \right|}{v_V \cdot V_{\Pi}}, \text{ год}^{-1} \quad (4.9)$$

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

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

F_p – розрахункова площа будівлі, 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 крізь огорожувальні конструкції в неробочий час, $\text{кг}/\text{год}$, беруть $G_{\text{інф}}=0,5 * v_V * V_{\Pi}$

η – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається 0,8

ρ_C – середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, розраховують з формули 4.10.

Середня густина повітряних мас:

$$\rho_C = 353 / (273 + 0,5 * (t_{\text{в}} + t_{\text{ср. оп}})) \quad (4.10)$$

					Аркуш
					40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

де $t_{\text{ср. оп}}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря [2, табл. 2].

Проведення розрахунків

Під час проведення вимірювань термометром у приміщеннях ДНЗ №39 «Теремок» СМР виявлено, що температура повітря всередині закладу 22°C яка відповідає вимогам [4, табл. В.2].

Згідно нормативів [2, 4], місто Суми розташоване у I температурній зоні України, тому приймаються наступні розрахункові температурні величини:

- 1) значення внутрішньої температури приміщень $t_{\text{в}} = 22^{\circ}\text{C}$ [4, табл. В.2];
- 2) температура зовнішнього повітря $t_{\text{з.п}} = -25^{\circ}\text{C}$ [2, таблиця 2].

1. Теплові втрати через зовнішні стіни розраховуються з формули (4.4):

$$F_{\text{стіни}}=1612,61; R_{\text{ст}}=0,92 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}; t_{\text{в}}=22; t_{\text{з}}=-25; n=1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1612,61}{0,94} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 80630,5 \text{ Вт.}$$

2. Теплові втрати через дах розраховуються з формули (4.4):

$$F_{\text{даху}}=1119,57; R_{\text{даху}}=3,66 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}; t_{\text{в}}=22; t_{\text{з}}=-25; n=0,9$$

$$Q_{\text{даху}} = \frac{1119,57}{1,58} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 20635,21 \text{ Вт.}$$

3. Тепловтрати через вікна розраховуються з формули (4.4):

Через металопластикові:

$$F_{\text{вкн}}=398,71; R_{\text{вкн}}=0,65 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}; t_{\text{в}}=22; t_{\text{з}}=-25; n=1$$

$$Q_{\text{м.вкн}} = \frac{398,71}{0,65} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 28829,8 \text{ Вт.}$$

						Аркуш
						41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Через дерев'яні:

$$F_{\text{вкн}}=117,88; R_{\text{вкн}}=0,2 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}; t_{\text{в}}=22; t_{\text{з}}=-25; n=1$$

$$Q_{\text{д.вкн}} = \frac{117,88}{0,2} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 27701,8 \text{ Вт.}$$

4. Тепловтрати через підлогу розраховуються з формули (4.4):

$$F_{\text{підлоги}}=1119,57; R_{\text{підл}}=0,37 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}; t_{\text{в}}=22; t_{\text{з}}=-25; n=0,6$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{1199,57}{0,38} \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,6 = 83396,95 \text{ Вт.}$$

5. Розрахунок тепловтрат через три види дверей по формулі (4.4):

1) металопластикові: $F_{\text{м.дв}}= 16,74 \text{ м}^2$; $R_{\text{м.дв}}=0,34 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$; $t_{\text{в}}=22$; $t_{\text{з}}=-25$; $n=1$

$$Q_{\text{м.дв}} = \frac{13,23}{0,5} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 1573,56 \text{ Вт};$$

2) сталеві: $F_{\text{ст.дв}}= 1,78 \text{ м}^2$; $R_{\text{ст.дв}}=0,00052 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$; $t_{\text{в}}=22$; $t_{\text{з}}=-25$; $n=1$

$$Q_{\text{м.дв}} = \frac{1,78}{0,16} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 522,77 \text{ Вт};$$

3) дерев'яні: $F_{\text{д.дв}}= 18,53 \text{ м}^2$; $R_{\text{д.дв}}= 0,33 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$; $t_{\text{в}}=22$; $t_{\text{з}}=-25$; $n=1$

$$Q_{\text{д.дв}} = \frac{18,53}{0,33} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 2632,12 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни обумовлені орієнтацією будинків за сторонами світу і розраховуються за формулою (4.5):

$$Q_{\text{ор}}^{\partial} = 80630,5 \cdot 0,13 = 10481,97 \text{ Вт.}$$

					Аркуш
					42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами розраховуються за формулою (4.6):

$$Q_{\text{пдл}}^{\partial} = 0,05 \cdot 83083,88 = 4154,19 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи розраховуються за формулою формули (4.7):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 516,59 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 40993,9 \text{ Вт.}$$

Визначення додаткових тепловтрат через витяжну вентиляцію. Спочатку знаходиться середня густина повітряних мас за формулою (4.10), після цього знаходиться середня кратність повітрообміну за формулою (4.9):

$$\rho_c = 353 / (273 + 0,5 \cdot (22 + (-1,4))) = 1,25$$

$$n_k = \frac{\left| \left(\frac{7 \cdot 1119,57 \cdot 24}{24} \right) + \left(\frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 5851,2 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,25} \right) \right|}{0,85 \cdot 5851,2} = 1,9 \text{ год}^{-1}$$

Тоді, додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію рахується згідно формули (4.8):

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot 5851,2 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - (-25)) \cdot 1,9 \cdot 0,85 = 162473,59 \text{ Вт}$$

Для спрощення подальшого аналізу отриманих даних, тепловтрати через стіни та інші конструктивні елементи розраховану у відсотках до загальних тепловтрат. Результати розрахунку наведено у таблиці 4.2 та рисунку 4.1.

						Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Структура тепловтрат через огорджувальні конструкції

Складова тепловтрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	91,11	20
Дах	20,64	4
Вікна	56,53	12
Підлога	87,57	19
Двері	4,74	1
Інфільтрація	40,99	9
Вентиляція	162,47	35
Всього	475,22	100

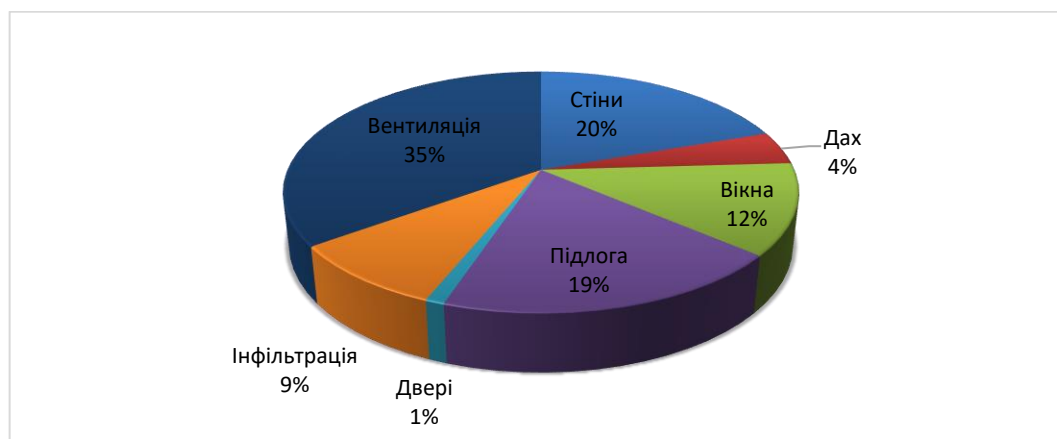


Рисунок 4.1 – Структура розподілу тепловтрат через огорджувальні конструкції

З даних знайдених шляхом розрахунку можна визначити, що найбільші теплові втрати через: вентиляцію – 162,47 кВт (35%), стіни – 91,11 кВт (20%), підлогу – 87,57 кВт (19%) та вікна – 56,53 (12%). Цей факт свідчить про те, що найбільшу увагу треба виділити на модернізацію вентиляції, утеплення стін та підлоги і заміну застарілих віконних конструкцій.

4.3 Визначення видів теплонадходжень до будівлі

Теплонадходження від людей [7, пункт 3.1]:

					Аркуш
					44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \text{Вт} \quad (4.11)$$

де $q_{\text{л}}$ – явні теплонадходження від людей, Вт [7, дод. Б, табл. 11], жінки виділяють 85% теплоти і вологи від даних для чоловіків, а діти 75%;

$n_{\text{л}}$ – кількість людей (осереднена), які знаходяться у приміщенні протягом однієї години.

Теплонадходження від джерел освітлення [7, пункт 3.1]:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{л}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot n_{\text{св}} \cdot k_{\text{з}}, \text{Вт} \quad (4.12)$$

де $N_{\text{л}}$ – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{\text{осв}}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову, для ламп розжарювання – $k_{\text{осв}} = 0,95$;

$k_{\text{з}}$ – 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 [7, пункт 3.1]:

Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються для будівель, що експлуатуються переважно у денний період доби [7]:

$$Q_{\text{рад}} = q_{\text{с}} \cdot F_{\text{с}} \cdot k_{\text{в.п}} + q_{\text{т}} \cdot F_{\text{т}} \cdot k_{\text{в.п}}, \text{Вт} \quad (4.13)$$

					Аркуш
					45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

де q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 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 затемнених, м^2 ;

$k_{в.п.}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу, при на половину затіненому вікні шторами $k_{в.п.} = 0,5$.

Проведення розрахунків теплонадходжень

Теплонадходження від людей розраховуються з формули (4.11):

Всього у дитячому садочку працює 51 людина, серед них 6 чоловіків та 45 жінок. Кількість вихованців – 219. Температура у закладі згідно вимірювань $22\text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_{л} = 6 * 102 + 45 * 102 * 0,85 + 219 * 102 * 0,75 = 21,267 \text{ кВт.}$$

Теплонадходження від джерел освітлення по формулі (4.12):

Для розрахунку використовуються дані з додатка Г.2, що надав заклад, також у 2021 році 250 робочих днів [9].

Лампи розжарювання:

коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову для світлодіодних ламп – 0,63, для ламп накаливання – 0,95 [7, пункт 3.1].

– коефіцієнт завантаження освітлення k_3 знаходиться так:

Приймаємо, що всього 250 робочих днів, весною та влітку – 122 роб дні, а восени та зимою – 128 днів.

						Аркуш
						46
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Дитячий садок функціонує з 7:00 до 19:00.

Освітлення у осінньо-зимовий період функціонує з 7:00 до 10:00, з 14:00 до 19:00 - 8 годин за добу.

Лампи розжарювання:

- потужністю 25Вт: $Q_{\text{осв1}} = 25 * 0,95 * 8 * 6 = 1140 \text{ Вт};$

- потужністю 60 Вт: $Q_{\text{осв2}} = 60 * 0,95 * 64 * 8 = 29184 \text{ Вт};$

- потужністю 75 Вт: $Q_{\text{осв3}} = 75 * 0,95 * 63 * 8 = 35910 \text{ Вт}.$

Світлодіодні лампи:

- потужністю 10 Вт: $Q_{\text{осв}} = 10 * 0,63 * 20 * 8 = 1008 \text{ Вт};$

- потужністю 12 Вт: $Q_{\text{осв}} = 12 * 0,63 * 12 * 8 = 725,76 \text{ Вт}.$

Світлодіодні світильники:

- потужністю 10 Вт: $Q_{\text{осв}} = 10 * 0,63 * 7 * 8 = 352,8 \text{ Вт};$

- потужністю 30 Вт: $Q_{\text{осв}} = 30 * 0,63 * 48 * 8 = 7257,6 \text{ Вт}.$

Всього: $Q_{\text{осв}} = 29184 + 35910 + 1008 + 725,76 + 358,8 + 7257,6 = = 75578,2 \text{ Вт}.$

Теплонадходження від сонячної радіації з формули (4.13):

$$Q_{\text{рад}} = 250 * 178,79 * 0,5 + 100 * 337,8 * 0,5 = 39238,75 \text{ Вт}.$$

Сумарні теплонадходження:

						Аркуш
						47
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{над}} = 21,27 + 75,28 + 39,24 = 13608 \text{ кВт.}$$

4.4 Розрахунок теплової потужності всієї будівлі

Теплова потужність будівлі – потужність теплової енергії необхідної для підтримання у будівлі та приміщеннях теплового балансу, що визначається нормативними показниками [7, пункт 3.3; 4, табл. В.2].

Приймаються наступні розрахункові температурні величини:

- 1) значення внутрішньої температури приміщень $t_b = 22^{\circ}\text{C}$ [4, табл. В.2];
- 2) температура зовнішнього повітря $t_{z,p} = -25^{\circ}\text{C}$ [2, табл. 2].

Перш за все знаходять фактичну питому опалювальну характеристику будівлі, $\text{Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$ [7, пункт 3.4], за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 3.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\phi}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (4.14)$$

де P_{ϕ} – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

F_{ϕ} – площа будівлі в межах периметра, м^2 ;

H_{ϕ} – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (таблиця 3.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (таблиця 3.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (таблиця 3.1);

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}$ – опір теплопередачі вікон, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (таблиця 3.1).

					Аркуш
					48
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Визначення фактичної характеристики будівлі розраховується теплова потужність за збільшеними показниками [7, пункт 3.4], Вт:

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\Phi} \cdot V_6 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.п}}) \cdot 10^{-3}, \quad (4.15)$$

де V_6 – зовнішній об’єм будівлі в межах опалювальних приміщень, м³;

$t_{\text{в}}$ – температура по приміщеннях будівлі, °С [4, табл.В.2];

$t_{\text{з.п}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С [2, табл 2];

a – поправковий коефіцієнт, $a = 0,54 + \left(\frac{22}{t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.п}}}\right)$;

$t_{\text{в}}^{\text{ср}}$ – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

Розрахункова величина теплової потужності будівлі за опалювальний період [7, пункт 4], Гкал:

$$Q_{\text{р.оп}} = Q_6 \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{ср.п}})}{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.п}})} \cdot n_{\text{оп}} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4}, \quad (4.16)$$

де $t_{\text{в}}^{\text{ср}}$ – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{\text{з.п}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [2, табл. 2], °С;

$t_{\text{ср.п}}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [2, табл. 2];

$n_{\text{оп}}$ – кількість днів за відповідний період опалення;

Базове енергоспоживання – та кількість енергії, що потребує будівля для підтримки внутрішнього мікроклімату з урахуванням санітарних норм та фактичного стану цієї будівлі [19, пункт 3.1] .

Розрахункова кількість теплової енергії, що потрібна для опалення дитячого садку за одну добу при температурі навколишнього середовища 0°С визначається з формули 4.16, де: $t_{\text{ср.п}} = 0^{\circ}\text{C}$.

						Аркуш
						49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Виконання розрахунків

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі розраховується за формулою 4.14:

$$q_{\text{пит}}^{\text{ф}} = \frac{272,38}{1119,57} \cdot \left(\frac{1}{0,92} + 0,31 \cdot \left(\frac{1}{0,42} - \frac{1}{0,92} \right) \right) + \frac{1}{6,36} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{1,56} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,37} \right) = 0,7$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі з формули (4.15):

$$Q_6 = \left(0,54 + \left(\frac{22}{22 - (-25)} \right) \right) \cdot 0,7 \cdot 7120,47 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 236,61 \text{ кВт.}$$

Для знаходження розрахункового величини теплової потужності будівлі за опалювальний період 2020-2021 (179 діб, 4296 годин), при дотриманні температурного режиму для системи опалення та використовуючи середню температуру за опалювальний сезон (16.10.2020-13.04.2021) $-0,4^{\circ}\text{C}$ [8] використовується формула (4.16):

$$Q_{\text{р.оп}} = 236,61 \cdot \frac{(22 - (-0,4))}{(22 - (-25))} \cdot 179 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 416,62 \text{ Гкал.}$$

З даних наданими дошкільним навчальним закладом №39 «Теремок» СМР, за опалювальний 2020-2021 рік, всього будівля спожила теплоти $Q_{\text{ф.оп.}}=297,792$ Гкал. Ця величина є меншою від теплової потужності на 28,54 %. Також така велика різниця між фактичним споживанням та розрахунковим є наслідком того, що застосовується ручне керування об'ємом теплоносія у тепlopункті та у розрахунку не враховується чергове опалення, так як немає відповідної технології керування засувкою.

Проаналізувавши дані про величину теплової потужності та фактичним споживанням тепла, можна зробити висновок що будівля дошкільного закладу

						Аркуш
						50
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

недоотримує у повному обсязі теплову енергію від міської системи теплопостачання.

4.5 Висновки за розділом

У цьому етапі проведення енергетичного аудиту розраховано: опір теплопередачі, основні та додаткові теплові втрати стін та інших конструктивних елементів, основні теплонадходження у будівлю та теплова потужність всієї будівлі. Проаналізувавши опір теплопередачі, основні та додаткові втрати огорожувальних конструкцій, можна зробити висновок, що будівля потребує модернізації з точки зору енергозбереження для зниження показників енергоспоживання, а разом з тим і зниження витрат коштів.

						Аркуш
						51
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

5 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

5.1 Список заходів з енергозбереження

За результатами проведення енергетичного аудиту запропоновані наступні заходи:

- утеплення огорожувальних конструкцій – стін ;
- утеплення огорожувальних конструкцій – підлоги;
- заміна старих дерев'яних вікон на більш енергозберігаючі ПВХ вікна;
- заміна ламп розжарювання на сучасні світлодіодні;
- встановлення зарядіаторних рефлекторів;
- установка системи моніторингу на систему теплозабезпечення.

5.2 Опис заходів

Для подальших розрахунків використовується дані з таблиці 4.1 та рисунок 4.1.

Необхідна товщина теплоізоляційного шару $\delta_{ум}$, м для утеплення огорожувальних конструкцій проводиться за формулою 5.1 [10, пункт 1]:

$$\delta_{ум} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_з} \right) \right] \cdot \lambda_{ум} = [R_{q \min} - R_{\Sigma пр}] \cdot \lambda_{ум}, \text{ м} \quad (5.1)$$

де $\lambda_{ум}$ – теплопровідність матеріалу, Вт/(м·К) [7, дод. Б, табл. 15];

$\alpha_в$ та $\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі поверхонь огорожувальних конструкцій, Вт/(м²·К) [7, дод. Б, табл. 9];

						Аркуш
						52
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К);

δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_{\Sigma пр}$ – дійсний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м²·К/Вт;

$R_{q min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, м²·К/Вт.

Розрахункова теплова потужність:

$$\Delta Q = Q_{втр} - Q_{надх}, \quad (5.2)$$

де: $Q_{втр}$ - сумарні тепловтрати будівлі, кВт;

$Q_{надх}$ - сумарні теплонадходження, кВт.

Розрахункова величина теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період [7, пункт 4]:

$$Q_{р.п.} = \Delta Q \cdot \frac{(t_B^{cp} - t_{ср.оп})}{(t_B^{cp} - t_{з.р.})} \cdot 24 \cdot n_{оп} * 8,6 * 10^{-4}, \quad (5.3)$$

де: $t_{ср.оп} = -1,4$ °С – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період для Сумської області [2, табл. 2];

$n_{оп} = 187$ – тривалість опалювального періоду, діб [2, табл. 2].

Ефект з економії теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період, Гкал/рік:

$$Q_{стн}^{Ек.рік} = F \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma пр}} - \frac{1}{R_{q min}} \right) \cdot (t_B^{cp} - t_{ср.оп}) * n_{оп} * 24 * 8,6 * 10^{-7}. \quad (5.4)$$

					Аркуш
					53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

У процентному співвідношенні від розрахунок економії споживання теплоти за рік розраховується:

$$\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * 100}{Q_{\text{р.п}}}. \quad (5.5)$$

Скорегована економія тепла від базового рівня, Гкал:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * Q_{\text{д.оп}}}{100}. \quad (5.6)$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік, тис. грн :

$$E = \delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * \frac{S_{\text{Гкал}}}{1000}, \quad (5.7)$$

Капіталовкладення на впровадження цього енергоефективного заходу:

$$K_{\text{зах}} = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}, \quad (5.8)$$

де: $K_{\text{осн}}$ – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, грн;

$K_{\text{суп}}$ – вартість монтажу ізоляції, грн.

Знаходження простого терміну окупності енергозбережного заходу:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{зах}}}{\Delta E}, \quad (5.10)$$

$K_{\text{зах}}$ – вартість вартість впровадження енергозбережного заходу, грн

ΔE – річна економія витрат після введення енергозбережного заходу .

При одномоментному здійсненні інвестиційних витрат NPV може бути визначений за формулою [12, пункт 3.2]:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (5.11)$$

						Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де P_t – чистий грошовий потік (грошові надходження) у році t ;

I_0 – одномоментні інвестиційні витрати на реалізацію інвестиційного проекту;

r – дисконтна ставка, що використовується для приведення доходів та інвестиційних витрат до єдиного моменту часу (виражається у частках одиниць);

t_n – момент отримання першого доходу;

T – термін реалізації (життєвий цикл) інвестиційного проекту, років.

Індекс дохідності PI розраховується відповідно до формули [12, пункт 3.2]:

$$PI = \frac{\sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t}}{I_0}, \text{ або } \frac{\text{приведена дисконтна вартість, грн}}{\text{чистий дохід, грн}}. \quad (5.12)$$

Внутрішня норма дохідності визначається за формулою [12, пункт 3.2]:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{t=0}^{t_3} \frac{I_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (5.13)$$

де: IRR - внутрішня норма дохідності.

Дисконтований термін окупності PP розраховується за формулою [12, пункт 2]:

$$PP = m + \frac{I - P_m}{P_{m+1}}, \quad (5.14)$$

де: $(m + 1)$ – рік, у якому проект окупиться;

P_{m+1} – дисконтовані грошові надходження за проектом в $(m + 1)$ -му році.

P_{m+1} – дисконтовані грошові надходження за проектом у кожному $(m + 1)$ -му році.

Економія теплової енергії за рік за рахунок теплопередачі через стіни при встановленні рефлекторних тепловідбивних екранів [10, пункт 3]:

						Аркуш
						55
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{рік1}}^{\text{ЕК}} = Q_{\text{СТН}}^{\text{ЕК}} * \left(\frac{Fp}{F_{\text{СТН}}} \right) * \left(1 - \left(\frac{R0}{R_{\text{СУМ}}} \right) \right), \quad (5.15)$$

Економія зі зменшенням теплового топоку, що передається поверхні стіни шляхом випромінювання [10, пункт 3]:

$$Q_{\text{випр}}^{\text{ЕК}} = C_s * \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) * F_{\text{СТН}}^{\text{рад}} * \left(\frac{1}{\varepsilon_1^{-1} + \varepsilon_{2.1}^{-1} - 1} - \frac{1}{\varepsilon_1^{-1} + \varepsilon_{2.2}^{-1} - 1} \right), \quad (5.16)$$

де: $C_s = 5.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К}^4)$ – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

T_1 – розрахункова температура поверхні опалювального приладу, К;

T_2 – розрахункова температура стіни за опалювальним приладом ($T_1/1.5$), К;

ε_1 – ступінь чорноти радіатора (пофарбовано у білий колір), дорівнює 0,1;

$\varepsilon_{2.1}$ – ступінь чорноти поверхні за радіатором, дорівнює 0,2;

$\varepsilon_{2.2}$ – ступінь чорноти тепловідбивача (рефлексивного екрана), дорівнює 0,01.

Рекуперація теплоти без додаткового нагрівання припливного повітря розраховується з формули [10, пункт 11]:

$$m_{\text{в}} = V_{\text{в}} * \rho_{\text{п}}, \quad (5.17)$$

де: $\rho_{\text{п}}$ - густина повітря при нормальних умовах, приймають $1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$V_{\text{в}}$ - об'ємна витрата повітря, що вентилюється, $\text{м}^3/\text{с}$. Для природньої вентиляції [10, пункт 11]:

$$V_{\text{в}} = 0,278 * V_{\text{п}} * k_{\text{в}} * n_{\text{к}} * 10^{-3}, \quad (5.18)$$

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

$k_{\text{в}}$ - коефіцієнт який враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розташованих у ньому обладнання, береться $k_{\text{в}} = 0.93$;

$n_{\text{к}}$ - кратність повітрообміну, год^{-1} . Береться з результату розрахунку формули 4.9.

						Аркуш
						56
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Економія на опаленні тепловою енергією у зв'язку з запровадженням рекуператора [10, пункт 11], розраховується за формулою:

$$\Delta Q_{\text{рт}} = m_{\text{в}} * c_{\text{п}} * (t_{\text{в}} - (t_{\text{з.р.}} + \Delta t_{\text{р}})), \quad (5.19)$$

де: $t_{\text{в}}$ - температура повітря, що виходить назовні, $^{\circ}\text{C}$, дорівнює температурі внутрішнього повітря;

$t_{\text{з.р.}}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ [2, табл. 2];

$\Delta t_{\text{р}}$ - величина що показує зменшення температури витяжного повітря після рекуперації тепла, $^{\circ}\text{C}$. дорівнює 12°C .

$c_{\text{п}}$ - теплоємність повітря, дорівнює $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} * ^{\circ}\text{C})$.

Економія у рік на теплових втратах після встановлення рекуператора, $\text{кВт} * \text{год}/\text{рік}$ [10, розділ 11], розраховується за формулою:

$$\Delta Q_{\text{рекуп}}^{\text{ек.рік}} = \Delta Q_{\text{рт}} * \frac{(t_{\text{в}}^{\text{сп}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}}^{\text{сп}} - t_{\text{з.р.}})} * n_{\text{р.р.}} * n_{\text{р.п}}, \quad (5.20)$$

де: $t_{\text{з.р.}}$ - внутрішня осереднена температура приміщення у будівлі, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ср.оп}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний сезон [2, табл. 2];

$t_{\text{з.р.}}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря [2, табл. 2];

$n_{\text{р.р.}}$ - кількість годин роботи системи рекуперації;

$n_{\text{р.п}}$ - тривалість опалювального періоду, діб [2, табл. 2].

5.2.1 Утеплення підлоги

З рисунка 4.1 видно, що на тепловтрати через підлогу становлять 19%, особливу увагу на утеплення підлоги приділяється тому, що на підлозі у

					Аркуш
					57
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

приміщеннях більшості груп установлені зміювики напільного опалення тепло з яких прогриває не тільки групи, а й підвальне приміщення через низький опір теплопередачі, що підтверджене результатами розрахунків у таблиці 4.1. Тому утеплення підлоги першого поверху зі сторони підвалу зможе зменшити втрати корисної теплоти при включеному опаленні, а отже і витрати коштів.

Утеплювати підлогу першого поверху необхідно шляхом нанесення теплоізолюючого покриття на стелю підвального приміщення, над якою знаходяться приміщення груп зі зміювиками опалення, щоб не перекривати потрапляння теплоти у ці приміщення.

Для утеплення підлоги, яка складається з залізобетонної плити, товщиною 0,22 м, цементно-піщаного розчина, товщиною 0,04 м та ПВХ лінолеуму товщиною 0,003 м пропонується базальтовою ватою BauGut Universell , теплопровідністю 0,041 Вт*(м²*К) та яка є негорючою, що відповідає нормам [10].

Розрахунок товщини теплоізоляції розраховується по формулі 5.1:

$$\delta_{ут} = [3,75 - 0,38] \cdot 0,041 = 0,14 \text{ м}$$

Так як у номенклатурному ряду немає мінералватного утеплювача товщиною 0,14 м, беремо наступний найближчий - 0,15м [10].

Розрахункова теплова потужність будівлі розраховується за формулою 5.2:

$$\delta Q_{рд} = 466 - 136,08 = 329,92 \text{ кВт.}$$

Розрахункова величина теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.3:

$$Q_{ст}^{Ек.рік} = 329,92 \cdot \frac{(22 - (-1,4))}{(22 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 603,5 \text{ Гкал.}$$

Ефект з економії теплової енергії , яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.4:

						Аркуш
						58
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 1009,61 \cdot \left(\frac{1}{0,38} - \frac{1}{3,75} \right) \cdot (22 - (-1,4)) * 187 * 24 * 8,6 * 10^{-7}$$

$$= 206 \text{ Гкал/рік.}$$

У відсотковому співвідношенні від розрахунку споживання теплоти за рік економія розраховується з формули 5.5:

$$\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{206,02 * 100}{603,5} = 34\%.$$

Скорегована економія тепла від базового рівня розраховується з формули 5.6:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * Q_{\text{Д}}}{100} = \frac{279,792 * 34}{100} = 95,1 \text{ Гкал.}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік розраховується з формули 5.7:

$$\Delta E = Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * Q_{\text{Д}}}{100} = 95,1 * \frac{1620,97}{1000} = 154,15 \text{ тис грн.}$$

Так як у вартість теплоізоляційного матеріалу входять різні складові, то орієнтовані затрати кожної з них на 1 м² наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Ціна та витрати на матеріали для утеплення підлоги на 1 м²
[13, 15]

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Ціна на 1 м ² , грн
Базальтова вата ROCKWOOL RockSlab 100 мм	м ²	1	134,47

					Аркуш
					59
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Грунтовка Ceresit СТ 17 Супер	л	0,4 л	13,2
Монтажна рейка суха 3 50x50	м.п	2 м.п	35
Антисептик противогрибковий	л	0.2 л	15,4
Дюбель	шт	9	11,67
Шуруп 100 мм	шт	9	19,52
Гідроізоляційна плівка	м ²	1,1	6,58
Двостороння клейка стрічка для паро-гідробар'єру 30 мм х 25 м прозора ORIGINAL TAPE	м	2	13,52
Пароізоляційна плівка RoofOK	м ²	1,1	15,4
Плита підлогова	м ²	1	39,59
Всього витрати на 1 м ²			304,36

Капіталовкладення на впровадження цього енергозбережного заходу розраховується з формули 5.8

$$K_{\text{суп}} = 320 * 1009,6 = 97395,2 \text{ грн [20];}$$

$$K_{\text{осн}} = 304,36 * 1009,6 = 307123 \text{ грн;}$$

$$K_{\text{зах}} = \frac{97395,2 + 307129,9}{1000} = 404,525 \text{ грн.}$$

Знаходження простого терміну окупності енергозбережного заходу знаходиться з формули 5.10:

$$T_{\text{ок}} = \frac{404,525}{154,15} = 2,62 \text{ року.} \quad (5.10)$$

					Аркуш
					60
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

5.2.2 Утеплення стін

Аналіз поточного стану стін з діаграми на рисунку 4.1 показує, велика частка тепла – 20% втрачається через поверхню стін. Тому утеплення цих зовнішніх огорожувальних конструкцій є великим джерелом економії коштів на опаленні всієї будівлі.

Теплоізоляція закладу повинна бути негорюча [11, п. 9.8], наносити її необхідно на зовнішні сторони стін, щоб уникнути появи пологи з внутрішньої сторони стін, яке може привести до зміни тепловологісного стану зовнішніх конструкцій, а отже зниження теплового опору цього конструктивного елементу [4]. Також утеплення зсередини неможливе через особливість розташування опалювальних приладів у навчальних групах – це бетонні опалювальні панелі, розташовані безпосередньо у стінах дитячого садка.

Для утеплення стін будівлі, які складаються з кладки силікатної цегли товщиною 0,5м, цементно-піщаного розчину товщиною 0,01 та цементно-піщаної штукатурки товщиною 0,03 м пропонується базальтова вата BauGut Universell , теплопровідністю 0,041 Вт*(м²*К) та яка відповідає нормам [10].

Товщина теплоізоляційного шару знаходиться за формулою 5.1:

$$\delta_{\text{ут}} = [3,3 - 0,92] \cdot 0,042 = 0,1 \text{ м.}$$

Площа стін складає 1612,61 м². Теплові втрати через цю поверхню складають 93090 Вт.

Розрахункова теплова потужність будівлі розраховується за формулою 5.2, та дорівнює 329,92 кВт.

Розрахункова величина теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.3 та дорівнює 603,5 Гкал:

Ефект з економії теплової енергії , яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.4:

						Аркуш
						61
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 1612,61 \cdot \left(\frac{1}{0,96} - \frac{1}{3,3} \right) \cdot (22 - (-1,4)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-7}$$

$$= 109 \text{ Гкал.}$$

У відсотковому співвідношенні від розрахунку споживання теплоти за рік економія розраховується з формули 5.5:

$$\delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} \cdot 100}{Q_{\text{рд}}} = 18\%.$$

Скорегована економія тепла від базового рівня розраховується з формули 5.6:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} \cdot Q_{\text{д}}}{100} = \frac{109 \cdot 18}{100} = 50,4 \text{ Гкал.}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік розраховується з формули 5.7:

$$E = Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} \cdot \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} \cdot Q_{\text{д}}}{100} = 50,4 \cdot \frac{1620,97}{1000} = 81,7 \text{ тис грн.}$$

Так як у вартість теплоізоляційного матеріалу входять різні складові, то орієнтовані затрати кожної з них на 1 м² наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.2 – Ціна та витрати на матеріали для утеплення стін на 1 м² [13, 14, 15,].

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Ціна на 1 м ² , грн
Базальтова вата ROCKWOOL RockSlab 100 мм	м ²	1	134,47

					Аркуш
					62
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Грунтовка Ceresit СТ 17 Супер	л	0,4 л	13,2
Суміш для приклеювання та армування Ceresit Thermo Universal	кг	7 кг	55,44
Сітка фасадна 165гр/м	м ²	1,15	17
Дюбель	шт	9	11,67
Продовження таблиці 5.1			
Шуруп 100 мм	шт	9	19,52
Гідроізоляційна плівка	м ²	1,2	6,58
Двостороння клейка стрічка для паро-гідробар'єру 30 мм х 25 м прозора ORIGINAL TAPE	м	2	13,52
Кварцова грунтовка Ceresit СТ 16 QUARTZCONTACT	л	0,4	25,68
Декоративна штукатурка короїд BauGut RPT 2 мм	кг	3	33,84
Всього витрати на 1 м ²			330,93

Капіталовкладення на впровадження цього енергозберіжного заходу розраховується з формули 5.8

$$K_{\text{суп}} = 1612,6 * 180 = 97395,2 \text{ грн [17];}$$

$$K_{\text{осн}} = 330,93 * 1612,6 = 307129,9 \text{ грн;}$$

$$K_{\text{зах}} = \frac{97395,2 + 307129,9}{1000} = 823,931 \text{ грн.}$$

Знаходження простого терміну окупності енергозберіжного заходу знаходиться з формули 5.10:

					Аркуш
					63
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$$Q_d = \frac{823,931}{81,7} = 10,08 \text{ років.}$$

5.2.3 Заміна дерев'яних вікон на енергозберігаючі

Аналіз наданих вище результатів розрахунків у таблиці 4.1 вказує, що тепловтрати через світлопрозорі віконні конструкції складають 12% від загальних. У дитячому садку встановлені 2 типу вікон: дерев'яні, площиною 117,88 м² з тепловими втратами 27,7 кВт та металопластикові, площиною 398,71 м² з тепловтратами 28,83 кВт.

Для покращення ситуації пропонується замінити старі дерев'яні вікна на сучасні OPEN TECK ELITE металопластикові з двокамерним склопакетом та енергоефективним покриттям (4i-14Ar-4-14Ar-4i) для зменшення витрат на теплозабезпечення усєї будівлі. Перший тип вікон - 0,174x0,107 м, другий - 0,174x0,195 м.

Розрахункова теплова потужність будівлі розраховується за формулою 5.2, та дорівнює 329,92 кВт.

Розрахункова величина теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.3 та дорівнює 603.5 Гкал.

Ефект з економії теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.4:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 117,88 \cdot \left(\frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,75} \right) \cdot (22 - (-1,4)) * 187 * 24 * 8,6 * 10^{-7} = 37 \text{ Гкал}$$

У відсотковому співвідношенні від розрахунку споживання теплоти за рік економія розраховується з формули 5.5:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{37 * 100}{603,5} = 6 \%$$

						Аркуш
						64
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Скорегована економія тепла від базового рівня розраховується з формули 5.6:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * Q_{\text{Д}}}{100} = \frac{6 * 279792}{100} = 16,8 \text{ Гкал}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік розраховується з формули 5.7:

$$E = Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * \frac{Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * Q_{\text{Д}}}{100} = 16,8 * \frac{1620.97}{1000} = 27,23 \text{ тис грн}$$

У таблиці 5.3 наведені затрати на введення цього енергозбережного заходу.

Таблиця 5.3 – Вартість на нові світлопрозорі конструкції [16]

Модель вікна	Коротка інформація	Розміри, мм	Кількість, од.	Вартість за 1 вікно, грн
Вікно металопластикове OPEN TECK ELIT 70	склопакет: 4i-14Ar-4-14Ar-4i	1740x1070	37	4298,35
Вікно металопластикове OPEN TECK ELIT 70	склопакет: 4i-14Ar-4-14Ar-4i	1740x1950	14	6550,95
Всього витрати на 1 м ² з установкою				2430,41

Капіталовкладення на впровадження цього енергоефективного заходу розраховується по формулі 5.5:

$$K_{\text{осн}} = 533661 \text{ грн ;}$$

Вартість установки вікон: 276 грн/м², отже:

						Аркуш
						65
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$K_{\text{куп}} = (1,74 * 1,07 * 37 + 1,74 * 1,95 * 14) * 276 = 32123,25 \text{ грн [16];}$$

$$K_{\text{зах}} = 250752,25 + 32123,25 = 282875,5 \text{ грн.}$$

Чистий дисконтований дохід NPV - показник чистого дисконтованого доходу [12].

При одномоментному здійсненні інвестиційних витрат NPV може бути визначений за формулою 5.11

Приймається ставка дисконтування - 10% (0,1) [12, пункт 3.2.1].

Для спрощення подальших розрахунків дисконтованого методу NPV використовується таблиця 5.4.

Таблиця 5.4 - Хід розрахунку чистого дисконтованого методу NPV

Рік	Капітальні витрати, тис. грн	Грошовий потік (економія), тис. грн	Чистий дохід, тис. грн	Коефіцієнт дисконтування	Приведена дисконтна вартість, тис. грн	Чистий дисконтований дохід, тис. грн
	<i>I</i>	<i>P_t</i>				<i>NPV</i>
1	2	3	4	5	6	7
0	-282,876	0	-282,876	0,000	0,000	-282,876
1	0	59,749	-223,1261	0,909	49,380	-233,496
2	0	59,749	-163,3767	0,826	44,891	-188,605
3	0	59,749	-103,6273	0,751	44,891	-143,715
4	0	59,749	-43,87786	0,683	40,810	-102,905
5	0	59,749	15,87155	0,621	37,100	-65,805
6	0	59,749	75,62096	0,564	33,727	-32,078
7	0	59,749	135,37037	0,513	30,661	-1,417
8	0	59,749	195,11978	0,467	27,874	26,456
9	0	59,749	254,86919	0,424	25,340	51,796
10	0	59,749	314,6186	0,386	23,036	74,832

Разом

357,707

$$NPV = 357.707 - 282.876 = 31,753 \text{ тис. грн}$$

У результаті розрахунку $NPV > 0$, отже даний енергозберіжний захід є прибутковим та може бути впровадженим [12], чистий дохід від цього заходу за 10 років становить - 314,619 тис. грн, чистий дисконтований - 74,382 тис грн.

Індекс дохідності PI - чистий дохід підприємства на одиницю вартості інвестицій у енергозберіжний захід [12], тобто PI розраховується відповідно до формули 5.12:

$$PI = \frac{357707}{314619} = 1,14$$

Так як $PI > 1$, то проект є прибутковим та ефективним, що робить його привабливим до реалізації [12].

IRR - максимальна ставка r , при якій енергозберіжний захід окупатися, розрахунок у таблиці 5.5 [12] з формули 5.13.

Таблиця 5.5 - Оцінка IRR (фрагмент таблиці Microsoft Excel)

Роки	А
	Грошовий потік (економія), тис грн
0	-282,867
1	59,74941
2	59,74941
3	59,74941
4	59,74941
5	59,74941
6	59,74941
7	59,74941
8	59,74941
9	59,74941
10	59,74941

Аркуш

67

Зм. Лист № документа Підпис Дата

Формула знаходження IRR	=ВСД(A1:A10)
Результат	17%

Так як $IRR > r$ - більше, ніж мінімальна ціна інвестицій для цього заходу, то цей проект є привабливим до реалізації.

Дисконтований індекс окупності PP - час за який дисконтовані заходи покриваються величиною дисконтованих витрат за цим заходом [12], рораховується за формулою 5.14:

$$PP = 6 + \frac{286,876 - 27,874}{281,458} = 7,02 \text{ років.}$$

Отже, підводячи підсумки, можна сказати, що енергоефективний захід є прибутковий та може бути впроваджений: капітальні вкладення - 282,876 грн, експлуатаційних витрат немає, економія у рік - 59,749 грн, чистий дисконтований дохід - 31,753 тис грн, індекс дохідності - 1,14, внутрішня норма дохідності - 17%, дисконтований термін окупності - 7,02 років.

5.2.4 Встановлення радіаторних рефлекторів

Один з трьох видів опалювальних приладів – радіатор МС-140 які близько розташовані біля стін та таким чином гріють прилеглу стіну як видно у додатку Д.4 та Г.6, де наведені типові термограми з такою ситуацією. Тому встановлення радіаторних тепловідбивачів дозволить спрямовувати тепловий потік на прогрів приміщень.

Пропонується встановлення полотна Normaizol фольговане самоклеюче 5 мм з термічним опором $0,031 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Розміри радіаторів – 0,6x1, м. Кількість – 40 шт.

						Аркуш
						68
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахункова теплова потужність будівлі розраховується за формулою 5.2, та дорівнює 329,92 кВт.

Розрахункова величина теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.3 та дорівнює 603,5 Гкал.

Ефект з економії теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період - 603,5 Гкал:

Ефект з економії теплової енергії, яку повинно було спожити будівлею за опалювальний період розраховується з формули 5.4:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = 36 \cdot \left(\frac{1}{1,08} - \frac{1}{3,3} \right) \cdot (22 - (-1,4)) * 187 * 24 * 8,6 * 10^{-7} = 1,93 \text{ Гкал}$$

Економія зі зменшенням теплового топоку, що передається поверхні стіни шляхом випромінювання [10] розраховується за формулою 5.16:

$$Q_{\text{випр}}^{\text{ЕК}} = 5,7 * \left(\left(\frac{335,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{223,67}{100} \right)^4 \right) * 36$$

$$* \left(\frac{1}{0,1^{-1} + 0,2^{-1} - 1} - \frac{1}{0,1^{-1} + 0,01^{-1} - 1} \right) * 187 * 24 * 10^{-3}$$

$$* 0,00086 = 5,01 \text{ Гкал}$$

Економія теплової енергії за рік від заходу з установавання рефлективного екрана за опалювальними приладами [10]:

$$Q_{\text{екр}}^{\text{ЕК}} = Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} + Q_{\text{рік2}}^{\text{Ек.рік}} = 1,93 + 5,01 = 6,94 \text{ Гкал.}$$

У відсотковому співвідношенні від розрахунку споживання теплоти за рік економія розраховується з формули 5.5:

$$Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{6,94 * 100}{603,5} = 1.15 \%$$

						Аркуш
						69
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Скорегована економія тепла від базового рівня розраховується з формули 5.6:

$$Q_{\text{СТН}}^{\text{Ек.рік}} = \frac{1.15 * 279.792}{100} = 3.2 \text{ Гкал.}$$

Вартісна оцінка зекономленої енергії за рік розраховується з формули 5.7:

$$E = 3,2 * \frac{1620.97}{1000} = 5,9 \text{ тис грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Вартість одного м2 полотна Normaizol фольгованого самоклеючого 5мм становить 62,4 грн [13], отже для 36 м2 затрати складають: 62,4*36=2246,4 грн.

Знаходження простого терміну окупності енергозбережного заходу знаходиться з формули 5.10:

$$T_{\text{ок}} = \frac{2,2464}{5,9} = 0,43 \text{ року.}$$

5.2.5 Заміна ламп розжарювання на світлодіодні

Запропоновано замінити застарілі лампи накалювання на сучасні світлодіодні у всіх приміщеннях які мають більший термін експлуатації та більш високу енергоефективність. Заміну старих ламп необхідно проводити одразу після виходу з ладу на нові з $T \approx 4000 \text{ K}$.

Загальна кількість ламп розжарювання – 133 шт., з них 6 од. – потужності 25 Вт, 64 од. – 60 Вт та 63 од по 75 Вт. Їх пропонується замінити на лампи світлодіодні Eurolamp 7 Вт А60 матова Е27 4000 К з гарантією на 3 роки, ціна лампи - 32,9 грн/шт. Цей енергоефективний захід дозволить знизити електроспоживання та експлуатаційні витрати на систему освітлення.

						Аркуш
						70
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Бюджет заходу: $K = 32,9 \text{ грн} * 133 \text{ од} = 4375,7 \text{ грн}$ [13].

Електроспоживання за рік для всіх типів ламп :

Приймаємо, що всього 250 робочих днів, весною та влітку – 122 роб дні, а восени та зимою – 128 днів.

Дитячий садок функціонує з 7:00 до 19:00.

Освітлення у осінньо-зимовий період функціонує з 7:00 до 10:00, з 14:00 до 19:00 - 8 годин за добу; в весінньо-літній період - з 7:00 до 9:00, з 17:00 до 19:00 - 4 години. Отже, в середньому приймаємо роботу системи освітленню у 6 годин за добу.

- перший тип ламп: $\frac{25 \text{ Вт} * 6 \text{ год} * 6 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 225 \text{ кВт} * \text{год/рік};$

- другий тип ламп: $\frac{60 \text{ Вт} * 6 \text{ год} * 64 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 5760 \text{ кВт} * \text{год/рік};$

- третій тип ламп: $\frac{75 \text{ Вт} * 6 \text{ год} * 63 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 7087,5 \text{ кВт} * \text{год/рік};$

Сумарні витрати на електроспоживання ламп накаливання:

$$E_{\text{н.л.}} = (225 + 5760 + 7087,5) * 2,4 = 31374 \text{ грн},$$

де: 2,4 - тариф на електричну енергію грн/кВт*год з ПДВ;

Електроспоживання на світлодіодні лампи:

$$\frac{7 \text{ Вт} * 6 \text{ год} * 133 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 1396,5 \text{ кВт} * \text{год/рік},$$

Витрати на електроспоживання світлодіодних ламп:

						Аркуш
						71
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$E_{\text{св.л.}} = 1396,5 * 2,4 = 3351,6 \text{ грн.}$$

Економія на електроспоживання у гривнях:

$$\Delta E = 31374 - 3351 = 28022 \text{ грн,}$$

Простий термін окупності заходу розраховується з формули 5.5:

$$T_{\text{ок}} = \frac{4375,7}{28022} = 0,16 \text{ року.}$$

5.2.6 Установка системи моніторингу теплоспоживання

Будівля дитячого садочка № 39 «Теремок» СМР забезпечується теплопостачанням з централізованої системи теплопостачання у якій теплоносієм - вода йде до тепловпункту. Тепловий пункт складається з приладів обліку тепла, елеваторного вузла, манометра та арматури. Система опалення залежна

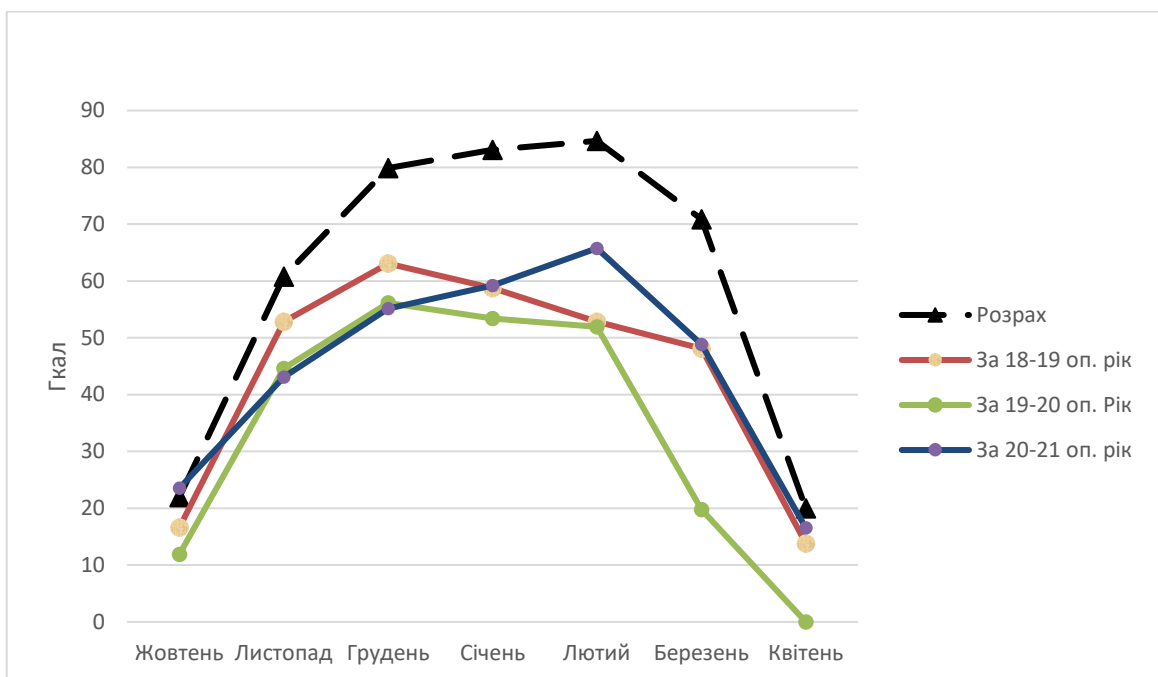
Опалення відбувається згідно теплового графіка подачі теплоносія (додаток В). Реальне регулювання теплового потоку - через засувки, що не є ефективним. Тому пропонується встановлення автоматизованої системи моніторингу з можливістю прогнозування теплоспоживання системами будівлі у режимі online.

Для подальшого визначення економії витрат теплоти треба брати кориговку на дотримання санітарних умов [11, табл. 4] та на базове енергоспоживання [19, пункт 3.1].

Для обробки даних береться фактичне споживання теплоти за останній три роки, які записані у пункті 3.1.1 і рисунку 5.1.

Рисунок 5.1 - Розрахункове і фактичне споживання теплової енергії дитячим садком

						Аркуш
						72
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Суттєва різниця між фактичним споживанням та розрахунковим є наслідком того, що застосовується ручне керування об'ємом теплоносія у теплопункті та у розрахунку не враховується чергове опалення, так як немає відповідної технології керування засувкою.

Розрахункова кількість теплової енергії, що потрібна для опалення дитячого садку за одну добу при температурі навколишнього середовища 0°C за добу, при відсутній системі регулювання тепловим навантаженням у теплопункті визначається з формули 4.16, при $t_{\text{ср. п}} = 0^{\circ}\text{C}$:

$$Q_{\text{р.оп}} = 239,99 \cdot \frac{(22-0)}{(22-(-25))} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 2.29 \text{ Гкал.}$$

Проаналізувавши таблицю (3.3) видно, температура теплоносія у трубопроводі, що подає гарячий теплоносій не відповідає температурному графіку теплової мережі $110/70^{\circ}\text{C}$ (додаток В), при середньодобовій температурі в 0°C температура теплоносія є в середньому $59,29^{\circ}\text{C}$.

Економія теплової енергії від установки системи моніторингу складають до 14 % [21] від споживання будівлею теплоти за сезон.

Виходячи з дійсного тарифу за 1 Гкал теплової енергії у 1620,97 грн з ПДВ, то розрахункова економія буде складати:

					Аркуш
					73
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

$$E_M = 0,1 * 297,792 * 1620,97 = 48271,19 \text{ грн/рік}$$

Експлуатаційні витрати:

Модуль - 196,8 грн; контролер - 6000 грн, лічильник - 19434 грн; робота - 7500 грн. Разом:

$$K_{\text{зах}} = 196,8 + 6000 + 19434 + 7500 = 33130,8 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу розраховується з формули 5.5:

$$T_{\text{ок}} = \frac{33130,8}{48271,19} = 0,68 \text{ року.}$$

5.3 Висновки за розділом

У ході енергетичного аудиту будівлі комунальної установи дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 39 «Теремок» СМР були запропоновано 6 енергозберезних заходів: утеплення підлоги та стін, заміна дерев'яних вікон на металопластикові, установка зарядіаторних рефлекторів, заміна ламп накаливання на світлодіодні та установка рекуператора.

Фактичне теплове навантаження - для 2020 року складає 279,792 Гкал/рік. З урахуванням енергозберезних заходів, економія з яких складає:

$$E = 95,1 + 50,4 + 16,8 + 3,2 + 29,8 = 195,3 \text{ Гкал}$$

Отже, шляхом втілення цих заходів знизило теплоспоживання на 69%.

					Аркуш
					74
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

Під час проведення випускної кваліфікаційної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання будівлі комунальної установи дошкільного навчального закладу (ясла-садок) № 39 «Теремок» СМР, яка розташована за адресою: вул. Металургів, 7а, м. Суми, Сумська область, 40004.

Енергетичний аудит був проведений у декілька стадій. Під час першої стадії відбувався збір загальної характеристики об'єкту, фактичного стану огорожувальних конструкцій, систем енергопостачання, вентиляції, та систем обліку споживання енергоносіїв.

Під час другого етапу було проведено інструментальне обстеження будівлі дитячого садку за допомогою рулетки, термометра та тепловізора, проаналізувавши знімки якого були виявлені типові проблеми по всім зовнішнім огорожувальним конструкціям.

У третьому етапі проведений аналіз рівня обсягів та ефективності споживання об'єкта енергоресурсів на об'єкті енергетичного аудиту.

Під час проведення четвертого етапу були проведені: розрахунок основних тепловтрат, визначення видів теплонадходжень та теплової потужність будівлі.

У п'ятому етапі були приведені перелік розроблених та розрахованих енергозберіжних заходів, які економічно обґрунтовані та мають приведений термін окупності, що включають в себе утеплення підлоги та стін, заміну дерев'яних вікон на металопластикові, встановлення зарядіаторних рефлекторів, заміну ламп розжарювання та встановлення системи моніторингу теплоспоживання. Впровадження цих заходів дозволить скоротити втрати теплової енергії та, у результаті, зменшити витрати коштів.

						Аркуш
						75
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до курсової роботи з курсу «Енергетичний аудит» на тему «Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем та систем водопостачання будівлі»/ укладачі: С.В.Сапожніков, С.С.Антоненко. – Суми: Сумський державний університет, 2011.
2. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72
3. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
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. Міжгалузеві норми споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України.
6. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Розробники: Ж. Бовкун, М. Кашликов. – Київ. Мінрегіон України, 2013 р. – 122с.
7. 3711 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.
8. [Електронний ресурс]: http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сумах.
9. [Електронний ресурс]: <https://www.1cbit.ua/proizvodstvennyj-kalendar-2021>
10. 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» із дисципліни

						Аркуш
						76
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- «Енергозбереження будівель і споруд»/ укладачі: С.С.Антоненко, В.М.Козін, Е.В.Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. –50с.
11. ДБН В.2.2-4:2018. Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти. ПАТ «Український зональний науково-дослідний і проектний інститут по цивільному будівництву» (ПАТ «КИЇВЗНДІЕП»). Розробники: Б. Губов; М. Коренюк, канд. Тех. Наук; В. Куцевич, д-р архіт. (науковий керівник). МІнрегіон України, 2018.
 12. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів для студентів спеціальності «Енергетичний менеджмент»/ укладачі: І. М. Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48 с.
 13. [Електронний ресурс]: <https://epicentrk.ua>.
 14. [Електронний ресурс]: <https://decorstroy32.ru>
 15. [Електронний ресурс]: <https://prom.ua> .
 16. [Електронний ресурс]: <https://okna.ua/ua/> .
 17. [Електронний ресурс]: <https://sumy.kabanchik.ua>.
 18. [Електронний ресурс]: <https://ovk.ua/>.
 19. ДСТУ Б В.2.2-39:2016. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», ТК 302 «Енергоефективність будівель і споруд» ПК 4 «Енергетична паспортизація будівель. Розробники: Г. Фаренюк, д-р техн. наук (науковий керівник); М. Тимоєєв, канд. техн наук.
 20. [Електронний ресурс]: <https://teplokomfort.kiev.ua> .
 21. Інноваційний досвід підприємств у сфері енергозбереження: енергетика, будівництво, транспорт, агровиробництво / Л.Г. Мельник, О.М. Маценко // Управління енергоспоживанням: промисловість і соціальна сфера: монографія. – під заг. редакцією О.М. Теліженка, М.І. Сотника. – Суми: Видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2018. – С. 106–140.
 22. Невідкладні стани: навчальний посібник / За ред. Проф. П.Г. Кондратенка. – Донецьк, Новий світ, 2001.-470 с.
 23. Невідкладна медична допомога на догоспітальному етапі: посібник / В.А.

						Аркуш
						77
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Левченко, І.П. Вакалюк, Л.П. Парашук [за ред. В.А. Левченка] – Івано-Франківськ: НАІР, 2015 – 364 с.

						Аркуш
						78
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

А.1 - Аналіз уражень від електричного струму

Використання електричної енергії у промисловості та повсякденному житті обумовлює велику небезпеку ураження людини електричним струмом. По статистиці, кількість електротравм у промисловості становить 0,5-1% при високому відсотку летальних випадків – 15-20%, з них 80-85% електротравм з летальним результатом виникає в мережах з напругою до 1000 В [23].

Електричний струм поразляє людину не тільки прямим контактом, а й через предмети, які контактують з тілом, також на відстані через крокову напругу та дуговий контакт. Мокрі одяг та взуття, зволожена шкіра знижують опір та підвищують провідність струму по тілу [23].

Тяжкість ураження струмом залежить від його [22, 23]:

- величини (сили) – виражається взаємовідношенням напруги (U) та опору (R) ураженої ділянки тіла;
- тривалості дії;
- виду струму – перемінний або постійний;
- шляху проходження по тілу;
- умов електротравми – зволожені одяг та взуття, шкіри знижують опір та підвищують провідність струму; наявність ключів або монет у кармані; на сирій землі збільшується проходження струму.

Електротравми поділяють на [23]:

- 1) низьковольтні (напруга до 1000 В);
- 2) високовольтні (напруга вище 1000 В);
- 3) надзвичайні високовольтні (десятки або сотні кіловольт).

Джерелами електричного струму можуть виступати промислові та побутові установки, а також блискавка.

						Аркуш
						79
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Якщо в електроустановці напруга понад 1000 В слід використовувати ізолюючі предмети – кліщі або штангу, або діелектричний одяг – рукавиці та боти.

Сила струму в 0,1 А є небезпечним для життя, а 0,1-0,5 А – вже смертельний [22].

Постійний струм який має напругу до 40 В не є летальним для людини. При напругі в 220-380 В зростає частота смертельних уражень до 20-30%, при 1000 В – до 50%, більше 3000 В – летальний [22, 23] .

Більш небезпечний перемінний струм який має напругу 127-380 В з частотою 50 Гц. Більш висока напруга – 1500 В з силою 2-3 А і з більш високою частотою 10 тис. – 1 млн. Гц – є безпечним для людини і використовується в лікувальних цілях [22].

З проходженням електричного струму смерть може настати або відразу, або через 2-4 хв. після отримання травми через параліч дихального і серцево-судинного центрів. При проходженні струму через серце, припиняється кровообіг. На рисунку А.1 приведені можливі шляхи проходження струму через тіло людини [23].



Рисунок А.1 – Шляхи проходження струму через тіло людини [23]

Симптоми ураження: аритмія, розриви судин, втрати свідомості, пітливість, можливі розлади слуху та зору [23].

Ураження атмосферним електричним струмом (блискавкою) – розряд в атмосфері напругою яка досягає 1 млн. В, силою струму в сотні тисяч ампер. Тривалість цього розряду долі секунди [22].

Профілактикою уражень блискавкою є дотримання обережності під час грози. Під час грози не слід знаходитися на відкритій місцевості, такій як у степу, полі, берегах водойм. Не знаходитись під одиночними або високими деревами. Під час грози не слід користуватися телефоном або радіоприймачем [22].

А.2 Перша медична допомога

Перш за все треба усунути вплив електричного струму на людину [22]: виключити прилад рубильником, або відсунути від потерпілого дріт з діелектричного матеріалу (пластик або сухе дерево) або перерубати дріт у разі скорочення м'язів [23]. Якщо перерізати дріт нічим, то треба витягати за край одягу не торкаючись оголених ділянок тіла [22]. При просуванні слід пам'ятати про крокову напругу – електризацію землі, просуватись не відриваючи ноги від землі за для запобігання смертельних уражень [23].

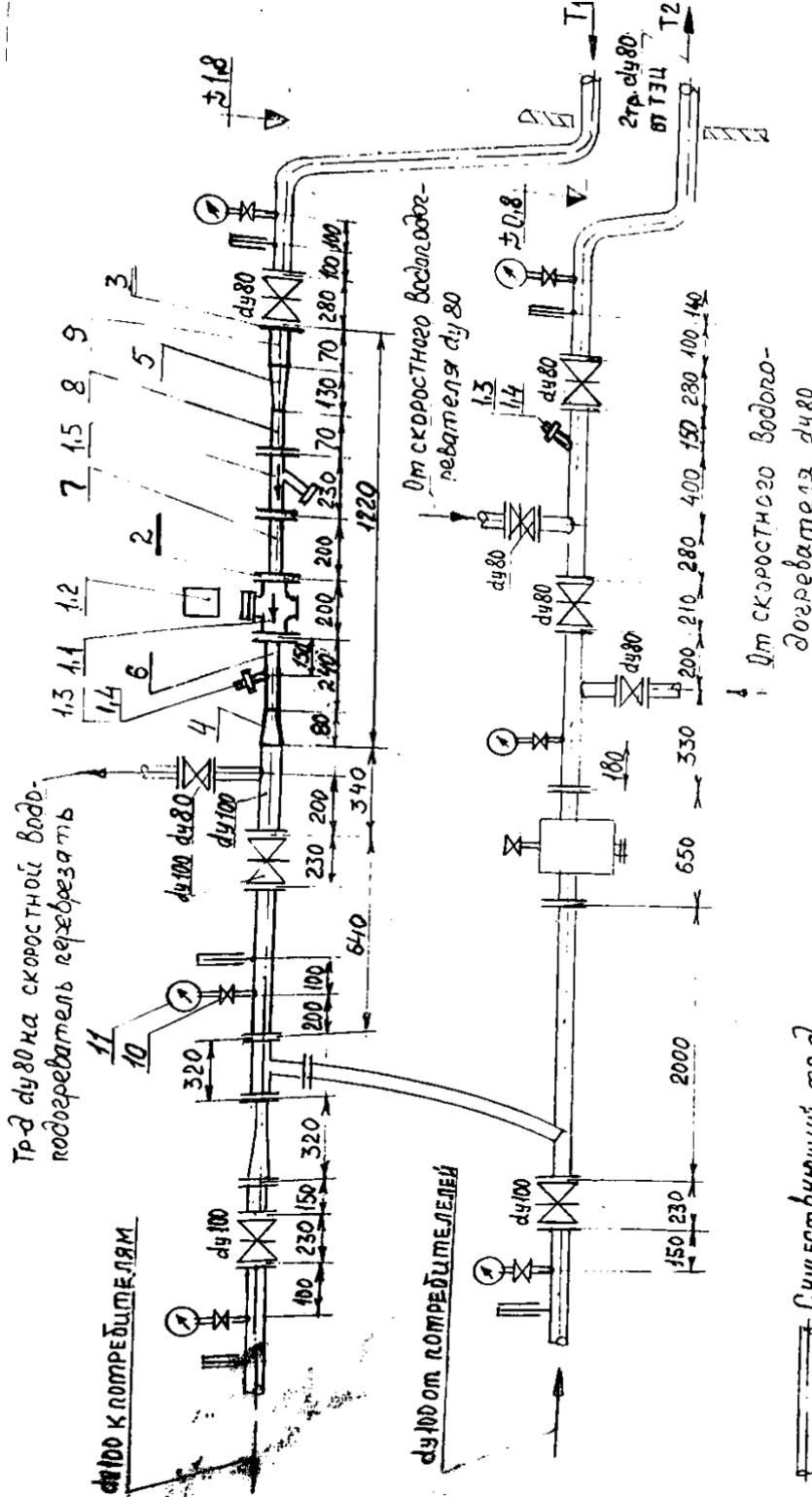
При зупинці серця та дихання необхідно виконувати непрямий масаж серця та штучну вентиляцію легень до приїзду швидкої [22]. Якщо стан потерпілого обморочений треба піднести нашатирний спирт [22]. Суху стерильну пов'язку накласти на обпечені ділянки тіла постраждалого [22].

Перша допомога у випадку удару блискавкою не відрізняється від електричного струму великої напруги [22].

					Аркуш
					81
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

ДОДАТОК Б

Схема теплопункту ДНЗ № 39



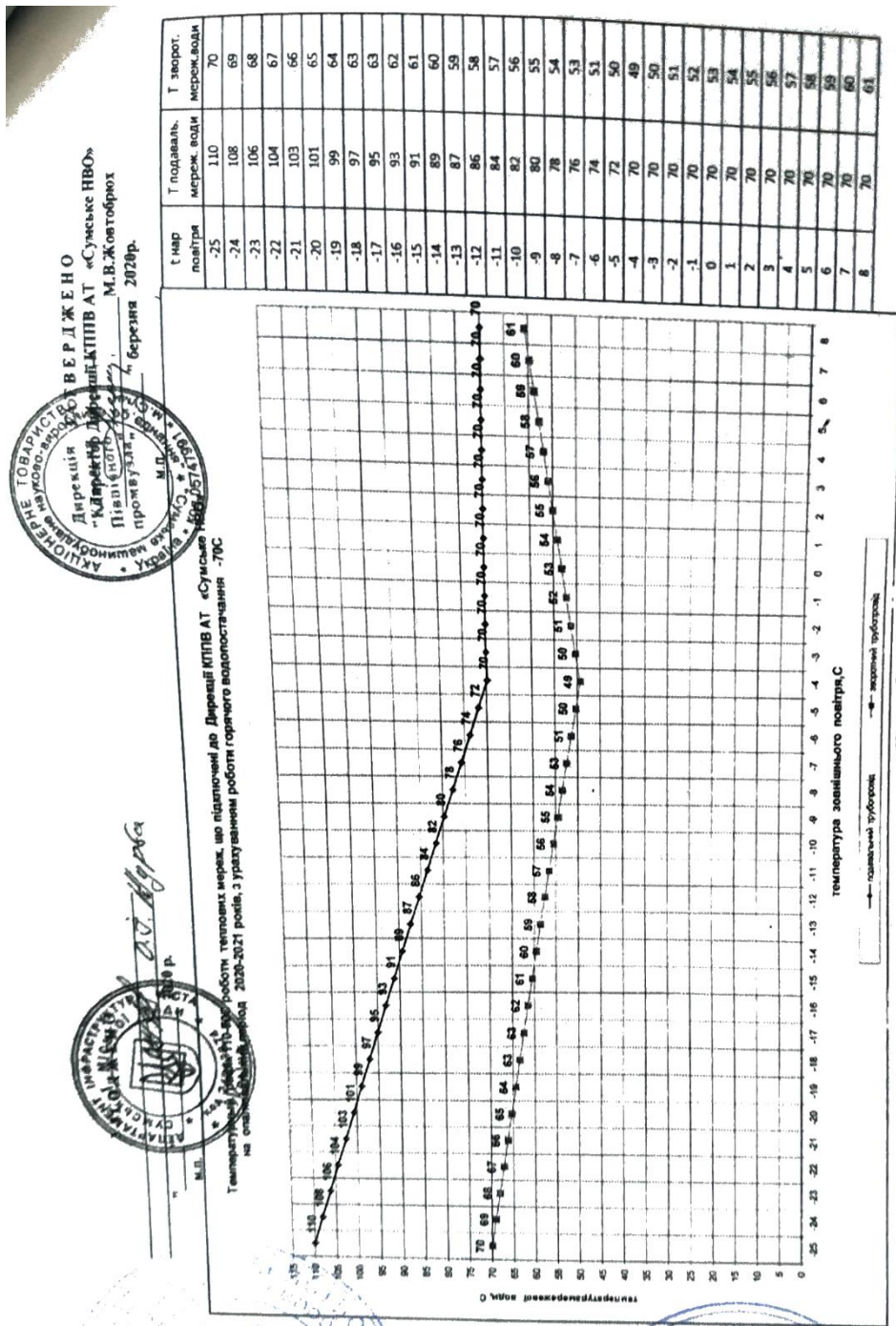
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

Таблиця Б.1 – Умовні позначення на схемі теплопункта

Поз.	Найменування та технічна характеристика обладнання та матеріалів	Тип, марка устаткування	Одиниці виміру
1	Електронний вимірювач тепла «КАЛМЕКС» виробництво СП «Инвест-Премекс»		
1.1	Водомір WP-50-U	WP-50	
1.2	Багатофункціональний теплообчислювач	VKP-431	
1.3	Термодатчик опору	OT 5.7	шт
1.4	Втулка для термодатчика M27/2	TMP 5.1	шт
1.5	Фільтр Ду50	F55/50	шт
2	Фланець 50-1.6 ТС-599.001-39	c5 903-13	шт
3	Фланець 80-1.6 ТС-599.001-41	c5 903-13	шт
	Паролит листовий товщ. 2мм ГОСТ-481-80	ПОН-2	шт
4	Перехід K108/4-57/3 ТС-594-35	c5 903-13	шт
5	Перехід K89/3, 5-57/3 ТС-594-33	c5 903-13	шт
	Болт M16/70 5.6 ГОСТ 7798-80		шт
	Гайка M16 .6 ГОСТ 5919-70		шт
	Труба 57/3,5 ГОСТ 8732-78/B20 ГОСТ 8731-87		
6	Патрубок L=240		шт
7	Патрубок L=200		шт
8	Патрубок L=70		шт
	Труба 89/4,0 ГОСТ 8732-78/ B20 ГОСТ 8791-87		
9	Патрубок L=70		шт
10	Кран манометричний Ду15	14M1-16	шт
11	Манометр шкала 0...16 кгс/см2	ОБМ-160	шт

ДОДАТОК В

Температурний графік подачі теплоносія 110-70 °С



ВИКОНАВЕЦЬ:
 Директор Дирекції «КПВ»
 М.В. Жовтгородюк

СПОЖИВАЧ:
 Завідувач
 С.М. Караташ

Головний вимірювач Дирекції КПВ АТ «Сумське НВО» Л.М. Кошальченко

ДОДАТОК Г

Таблиця Г1 – Перелік струмоприймачів та їх потужність

№ з/п	Назва електрообладнання	Місцезнаходження	Потужність, Вт	Кількість од.	Кількість роботи годин на добу
1	Котел харчоварочний	харчоблок	15000	1	-
2	Котел харчоварочний	харчоблок	20000	1	1,5
3	Плита електрична	харчоблок	60000	1	8
4	Плита електрична	харчоблок	20000	1	3
5	Шафа пекарська	харчоблок	15600	1	4
6	Електром'ясорубка	харчоблок	1500	2	1
7	Холодильна шафа	харчоблок	420	2	24
8	Картоплечистка	харчоблок	370	1	1
9	Холодильник побутовий	харчоблок	600	1	24
10	Електропраска	пральня	2000	3	4
11	Швейна машина	пральня	90	1	2
12	Пральна машина автомат	пральня	400	1	3
13	Пральна машина автомат	пральня	544	2	6
14	Лампа кварцева	музична зала	20	1	2
15	Холодильник побутовий	маніпуляц. каб.	600	1	24
16	Лампа кварцова	маніпуляц. каб.	20	1	0,5
17	Комп'ютер	кабінет завідувача	300	1	7
18	Принтер	кабінет завідувача	100	1	0,2
19	Комп'ютер	кабінет діловода, метод.	300	2	8
20	Принтер	кабінет діловода, метод.	100	2	2
21	Комп'ютер	бухгалтерія	350	2	8
22	Принтер	бухгалтерія	100	1	1
23	Музичний центр	музична зала	100	1	3
24	Пилосос	групові приміщ.	1500	3	1
25	Кварцова лампа	групові приміщ.	20	5	1
26	Газонокосарка	приміщення двірника	1600	1	108 год/ рік
27	Електроболгарка	прим. слюсаря електр.	900	1	5 год/ рік
28	Електроточило	прим. слюсаря електр.	120	1	10 год/ рік
29	Дриль	прим. слюсаря електр.	400	1	5 год/ рік
30	Ноутбук	кабінет методиста	300	1	4
31	Проектор	музична зала	470	1	0,5
32	Принтер	кабінет методиста	100	1	0,3
33	Ваги електроні	харчоблок	10	3	8
34	Телевізор LED	група «Розумники»	350	1	0,3
35	Прес прасувальний	пральня	2200	1	4
36	Акустична система	музична зала	600	1	2
37	Комп'ютер	бухгалтерія	350	1	8
38	Телевізор LED	група «Ластівка», «Мальви»	350	2	0,3

Таблиця Г 2 – Інформація щодо освітлювальних приладів

Тип освітлювального приладу	Потужність, Вт	Фактична кількість ламп, од.
Лампа розжарювання	25	6
	60	64
	75	63
Світлодіодна лампа	10	20
	12	12
Світлодіодний світильник	10	7
	30	48
	50	2

ДОДАТОК Д

Термограми із зазначенням місць втрат тепла у будівлі ДНЗ №39 «Теремок»

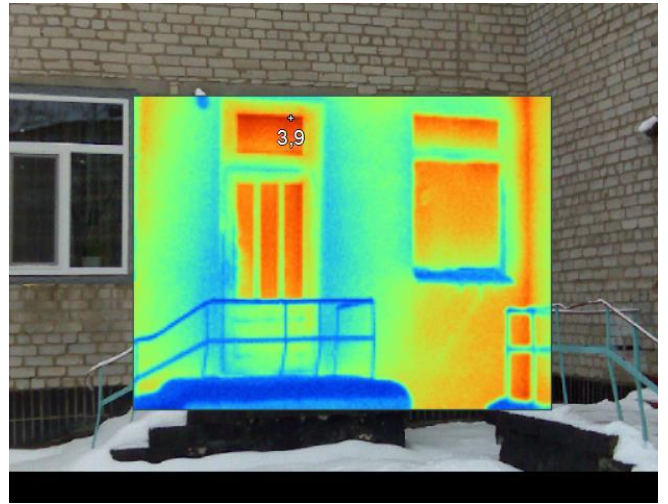
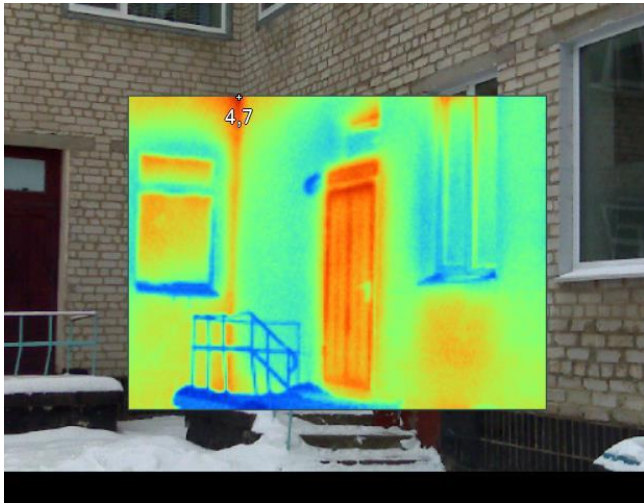
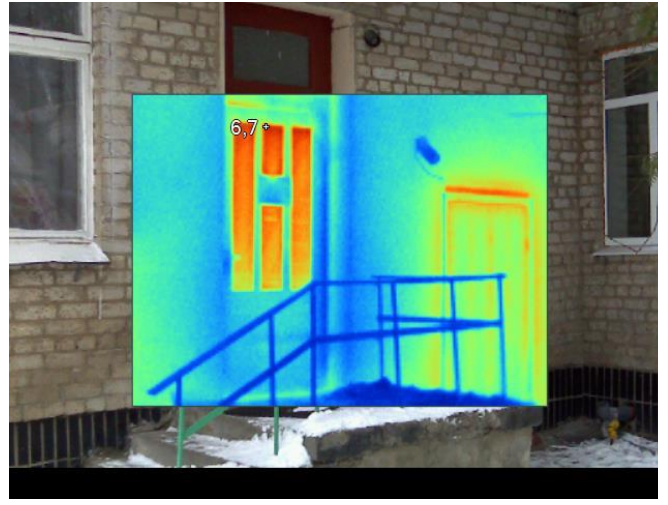
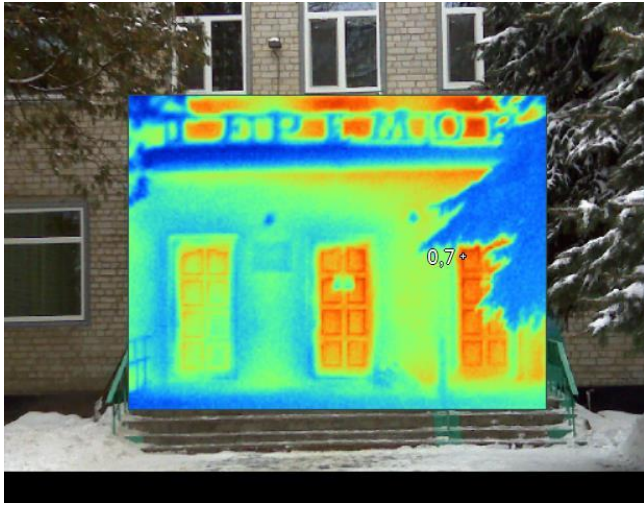
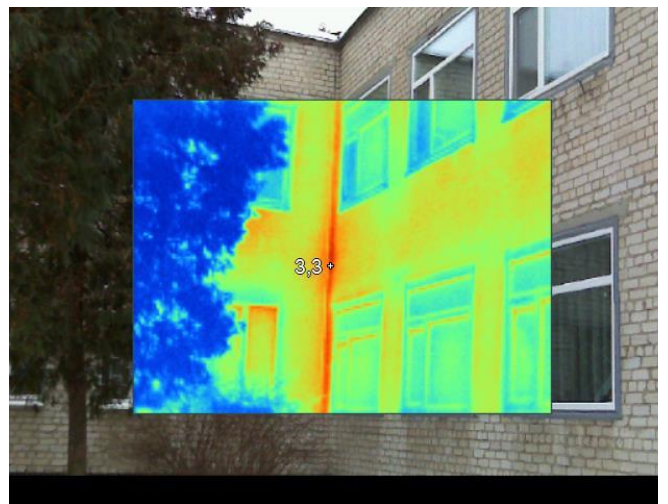
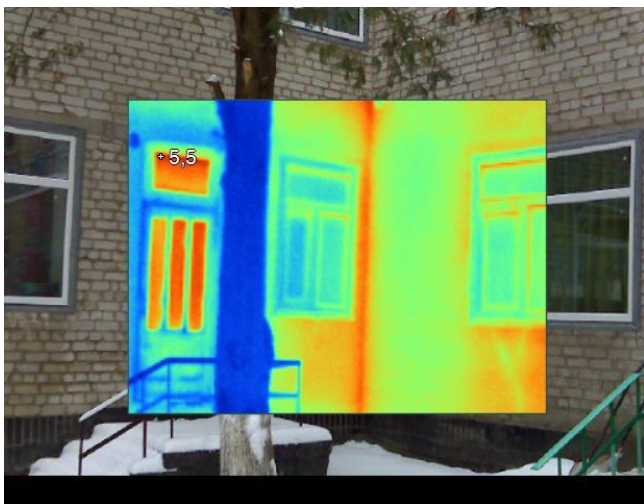


Рисунок Д.1 – Термограми дверних конструкцій



					Аркуш
					87
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	



Рисунок Д.2 – Термограма кутових з'єднань стін

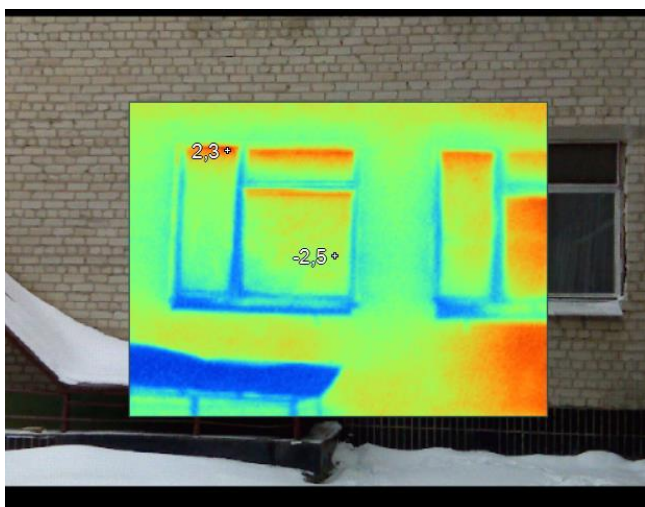
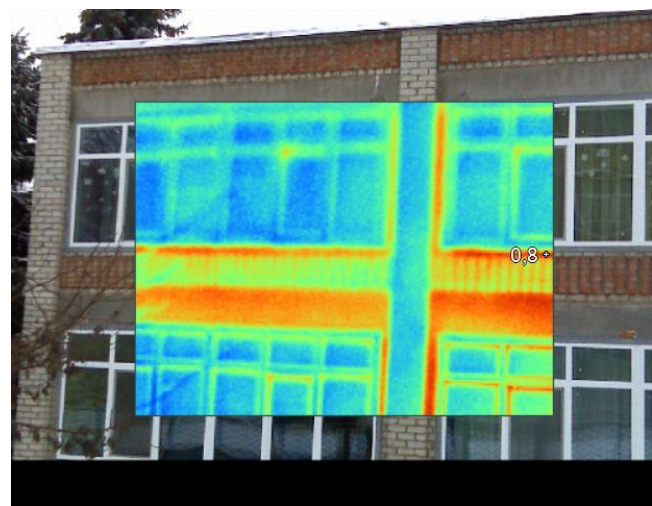
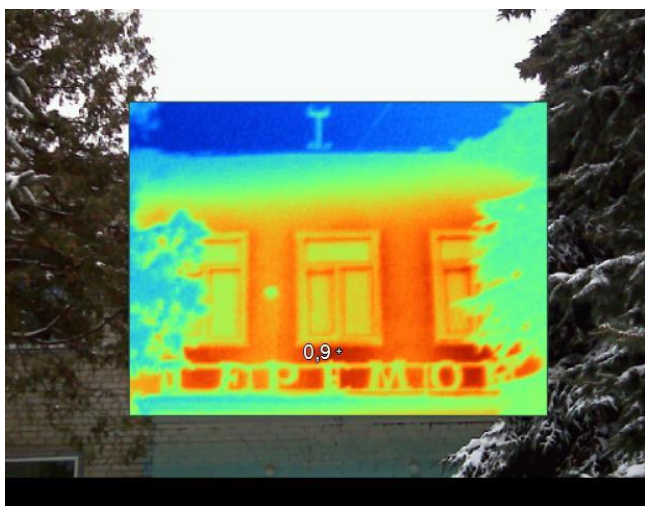


Рисунок Д.3 – Термограма застарілих конструкцій дерев'яних вікон



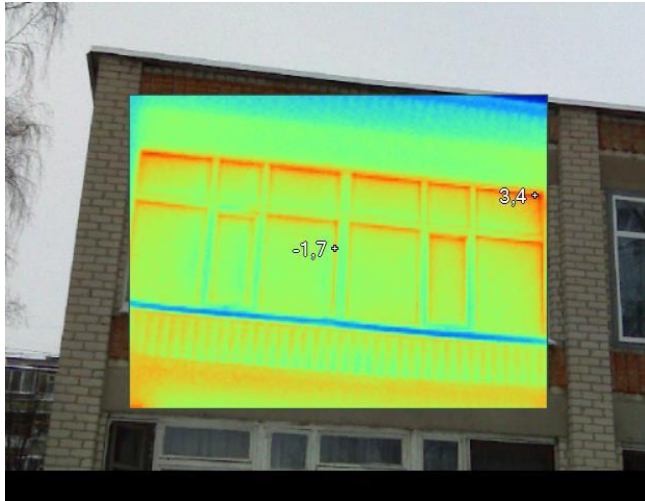
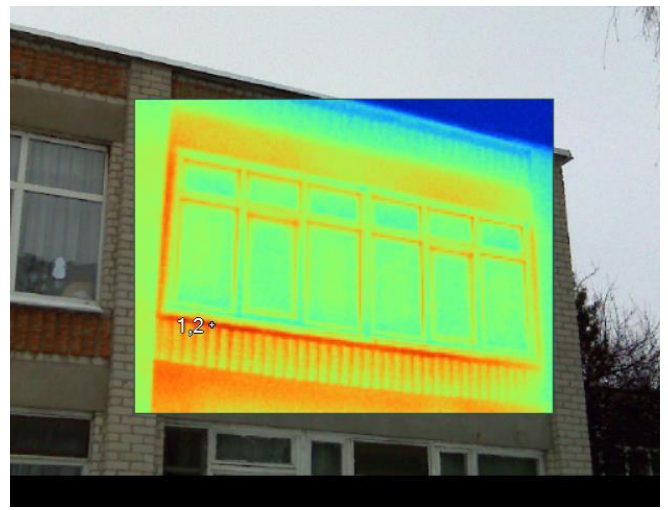
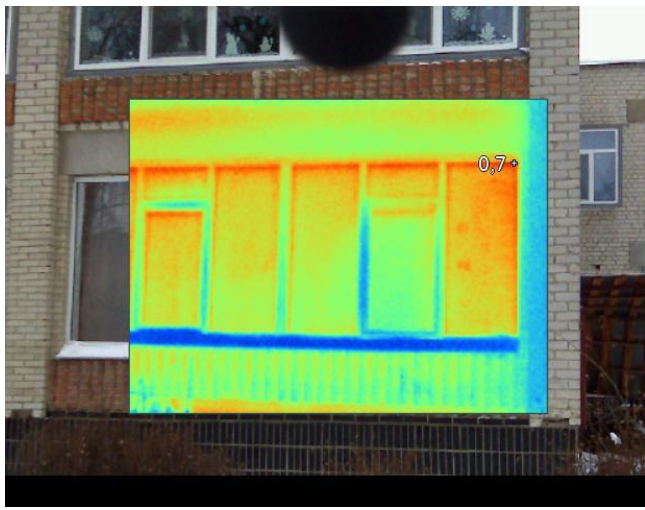
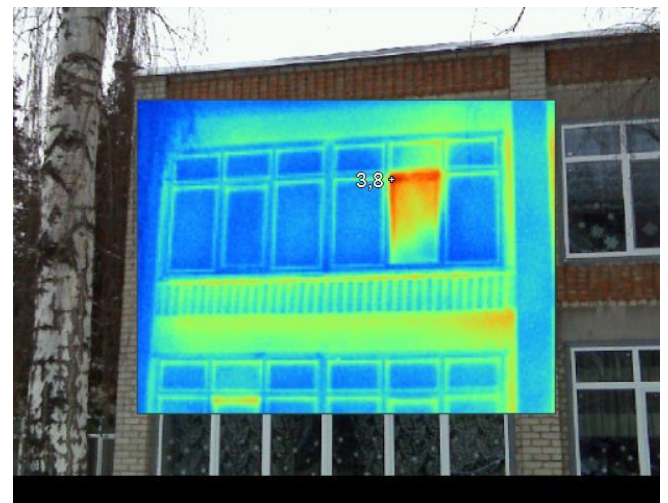
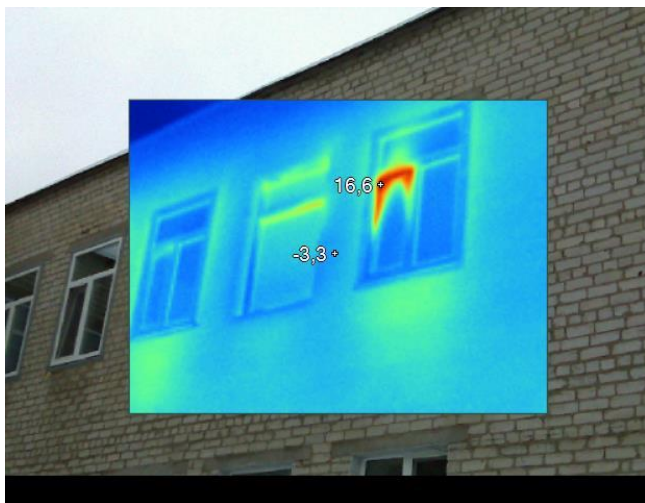


Рисунок Д.4 – Термограма неякісного монтажу віконних конструкцій



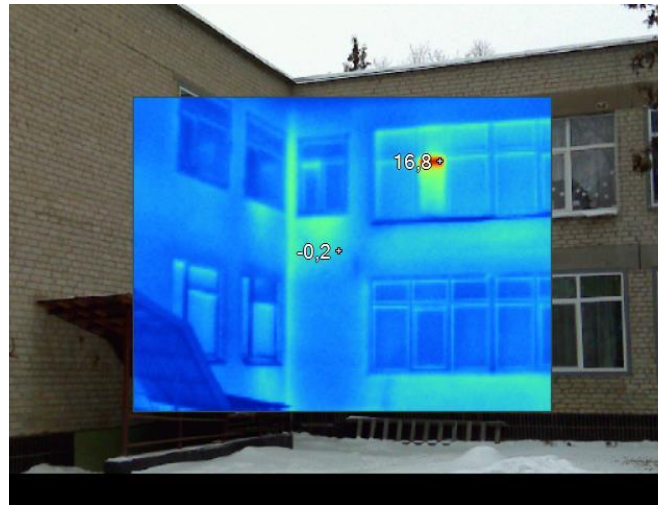
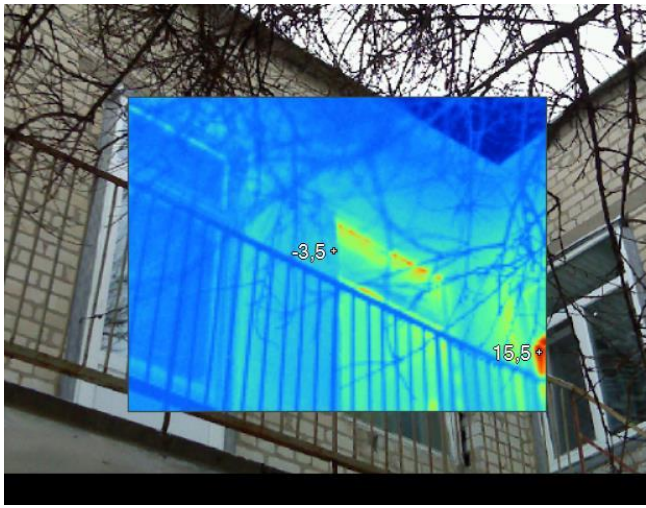
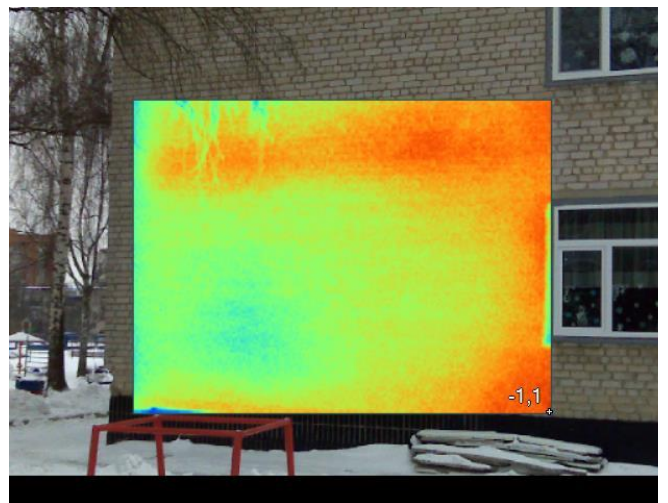
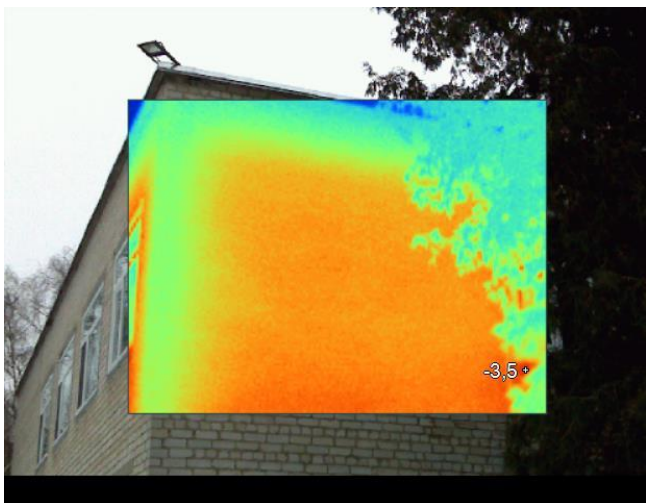
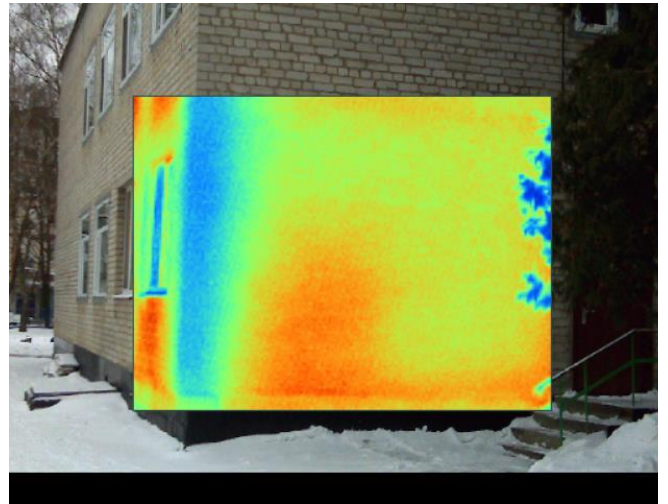
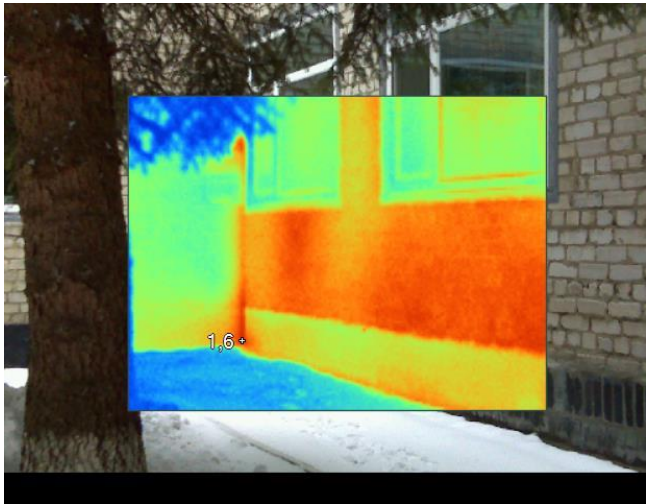


Рисунок Д.5 – Термограма тепловтрат через відкриття вікон



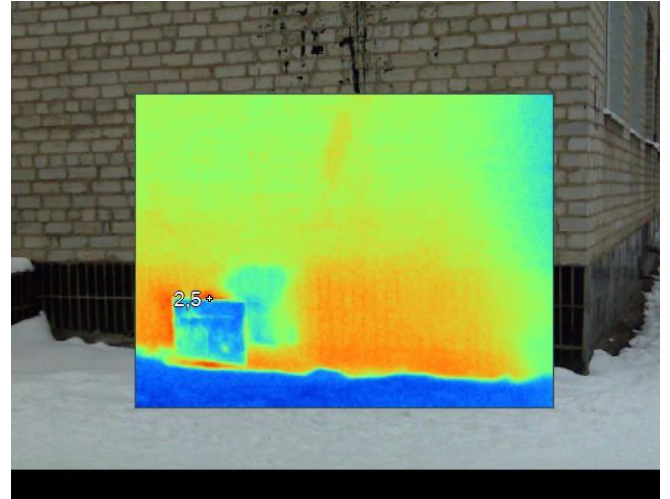
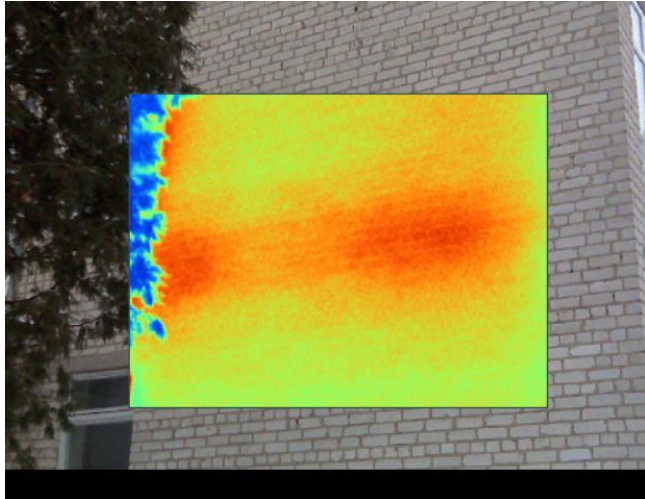
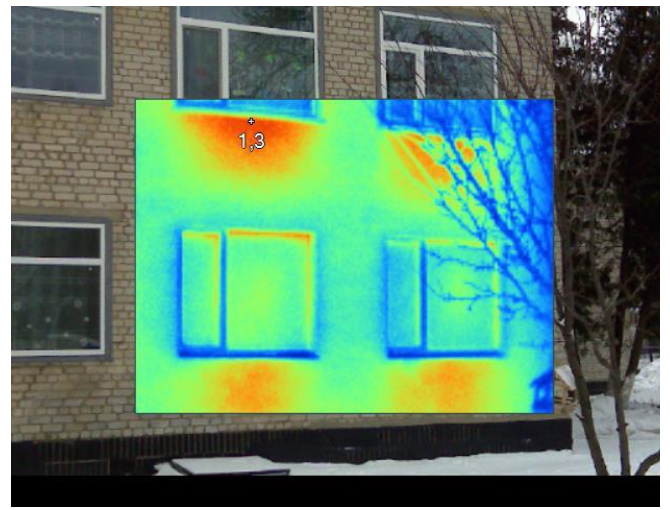


Рисунок Д.6 – Термограма впливу руйнацій на стіну, розташування приладів опалення