

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

Артемчук Артем Вікторович

Підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 36 "Червоненька квіточка" СМР впровадженням смарт-заходів з використанням елементів альтернативної енергетики

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

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

Керівник роботи: _____
(підпис)

Сотник М.І.

(прізвище, ім'я, по батькові)

д. т. каф. ПГМ

(наукове звання та наукова ступінь)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« » _____
20 р. _____

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача _____ Артемчук Артем Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 36 "Червоненька квіточка" СМР впровадженням смарт-заходів з використанням елементів альтернативної енергетики

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2022 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 21.12.2022 р

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

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

Вступ (актуальність, задачі та мета виконаної роботи).

Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (дані про об'єкт дослідження; характеристика систем постачання енергоресурсів, їх обліку; існуючі тарифи; розбір об'ємів та ефективності енергоспоживання; порівняння показників з нормами, висновки за розділом).

Розділ 2 – Інструментальне обстеження (загальний опис методів та результатів вимірювання; висновки).

Розділ 3 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозберіжних заходів (принцип розрахунків тепловтрат та теплонадходжень; аналіз даних; перелік рекомендованих заходів для зменшення споживання енергоресурсів; висновки).

Розділ 4 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз; висновки)

Загальні висновки.

5 Консультанти кваліфікаційної роботи, із зазначенням розділів проекту

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

6 Дата видачі завдання 07.11.2022 р
 Керівник _____

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 07.11 до 04.12.2022	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2022	
3	Виконання 1-го розділу	до 21.11.2022	
4	Виконання 2-го розділу	до 05.12.2022	
5	Виконання 3-го розділу	до 18.12.2022	
6	Виконання 4-го розділу	до 20.12.2022	
7	Представлення виконаної роботи	до 21.12.2022	
8	Проходження перевірки на плагіат	до 26.12.2022	
9	Проведення захисту роботи	з 27.12 до 28.12.2022	
10			
11			

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с, 13 рисунків, 17 таблиць, 3 додатки, 30 літературних джерел.

Мета роботи: проведення енергетичного обстеження ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» СМР для подальшого підвищення енергоефективності будівлі з урахуванням впровадження елементів альтернативної енергетики зважаючи на наявний стан стін зовнішніх огорожувальних конструкцій, розрахунку тепловтрат та аналізу використання енерго- та теплоспоживання.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- виявлення реального стану конструктивних елементів з застосуванням тепловізійного обладнання;
- аналіз системи постачання та використання паливно-енергетичних ресурсів;
- знаходження потенційних напрямків з впровадження енергозберіжних заходів;
- фінансовий аналіз впроваджень заходів з енергозбереження.

Предметом дослідження є процеси у елементах системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі ДНЗ № 36 "Червоненька квіточка" СМР.

Об'єктом дослідження є будівля дитячого закладу та її система енергозабезпечення.

Ключові слова: енергетичне обстеження, лічильник, енергозбереження, енергоаудит, теплові втрати, енергозбереження, тепловий баланс, енергозберіжні заходи, тепловізор, модернізація.

***Тема роботи:* «Підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 36 "Червоненька квіточка" СМР впровадженням смарт-заходів з використанням елементів альтернативної енергетики.»**

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ...	10
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	10
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	11
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта.	12
1.3.1 Система опалення	12
1.3.2 Система електропостачання.....	13
1.3.3 Система водопостачання та водовідведення	14
1.3.4 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	15
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	15
1.4.1 Аналіз обсягів та ефективності споживання теплової енергії	15
1.4.2 Аналіз обсягів та ефективності споживання електричної ене-	
ргії.....	19
1.4.3 Аналіз обсягів та ефективності споживання води.....	21
1.5 Висновки за розділом.....	23
2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖУВАННЯ.....	25
2.1 Опис методів та приладів вимірювання	25
2.2 Аналіз результатів вимірювання тепловізором.....	27
2.3 Висновки за розділом.....	28
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ	29
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	
3.1 Проведення розрахунку опору теплопередачі.....	29
3.2 Теплові втрати через стіни та інші конструктивні елементи.....	33
3.3 Тепловий баланс будівлі за методом збільшених показників.....	38
3.4 Визначення класу енергофактивності будівлі	41
3.5 Запропоновані енергозберіжні заходи.....	42

3.5.1	Запровадження системи моніторингу теплозабезпечення.....	42
3.5.2	Утеплення стін.....	45
3.5.3	Заміна ламп розжарювання на сучасні енергозберігаючі.....	48
3.5.4	Встановлення сонячних панелей.....	50
3.6	Висновки за розділом.....	62
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СУТИАЦІЯХ...	63
4.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторі на об'єкті дослідження....	64
4.1.2	Електробезпека.....	64
4.2.2	Термічна безпека.....	64
4.2.3	Пожежна безпека.....	65
4.2.4	Мікроклімат.....	65
4.2.5	Освітленість.....	66
	ВИСНОВКИ.....	69
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
	ДОДАТОК А.....	74
	ДОДАТОК Б.....	75
	ДОДАТОК Б2.....	76
	ДОДАТОК В.....	77

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 [1].

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 [1].

Предметом енергетичного аудиту є системне обстеження споживання палива та енергії, аналіз і надання рекомендацій з ефективного споживання енергоресурсів [1].

Основною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження і допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енергозбереження [1].

Об'єктом енергетичного обстеження (аудита) є комунальна установа дошкільний навчальний заклад (ясла-садок) № 36 «Червоненька квіточка» СМР.

Призначення енергетичного аудиту полягає у вирішенні таких завдань [1]:

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

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 [1].

Ефективність і повнота аудиту значною мірою залежать від кваліфікації та досвіду енергоаудитора [1].

Мета та призначення поданого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води у будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) №36 «Червоненька квіточка» м. Суми, Сумської міської ради. ДНЗ знаходиться за адресою: вул. Супруна 12, Суми, Сумська область, 40011 та розроблення енергозберігаючих заходів для скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів [1].

Під час виконання магістерської роботи виконувалось енергетичне обстеження вищезазначеної будівлі, яке включає пошук можливих шляхів з енергозбереження, а саме: розробка плану заходів зі зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів; дослідження та порівняння споживання та витрат ПЕР; розрахунок тепловтрат будівлі шляхом визначення геометричних параметрів будівлі та реального стану опору зовнішніх огорожувальних конструкцій; обрахунок мксимального споживання теплоти дитячим садком №36 «Червоненька квіточка» СМР для обрахування основних показників теплоспоживання для подальшого приєднання цього ДНЗ до загальноміської системи прогнозування та спостереження споживання тепла будівлями навчальних закладів Сумської міської ради.

Дані які використовувались для проведення енергетичного обстеження: проект будівництва ДНЗ, покази лічильників зі споживання тепла, холодної води та електричної енергії, проведення тепловізійного обстеження, наявна температура повітря у приміщеннях, договори на надання послуг з централізованого опалення, електричної енергії та водопостачання.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом магістерської роботи та енергетичного обстеження є будівля Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) №36 «Червоненька квіточка» м. Суми, Сумської міської ради. ДНЗ знаходиться за адресою: вул. Супруна 12, Суми, Сумська область, 40011 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – ДНЗ №36 «Червоненька квіточка»

Мета цієї роботи – проведення енергетичного обстеження ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» СМР для подальшого підвищення енергоефективності будівлі з урахуванням впровадження елементів альтернативної енергетики зважаючи на наявний стан стін зовнішніх огорожувальних конструкцій, розрахунку тепловтрат та аналізу використання енерго- та теплоспоживання.

Технічні характеристики будівлі:

• рік побудови	1980 р;
• кількість поверхів	2 ;
• опалювальна площа	2541 м ² ;
• площа забудови	1439 м ² ;
• опалювальний об'єм	7626 м ³ ;
• опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами	9125 м ³ .

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Режим роботи дитячого садочку з 7:00 до 19:00. У закладі 44 працівника та навчається 244 дитини.

Загальний стан огорожувальних конструкцій будівлі ДНЗ здебільшого задовільний. Стіни будівлі виконані з керамзитобетону на цементно-піщаному розчині зі штукатуркою та мають декілька тріщин. Плити перекриття – залізобетон. Дах – багатошпцевий, з неопалювальним горищем. Стеля – залізобетонна плита з цементною стяжкою утеплена базальтовими плитами, ззовні – шифер. Підлога – залізобетонні плити на цементно-піщаному розчині та ПВХ лінолеуму. По периметру будівлі виконана відмостка з асфальту, у внутрішніх подвір'ях тротуарна плитка та асфальт. Двері двох типів – 16 пластикових та 8 металевих. Старі дерев'яні вікна здебільшого замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом. Будівля має 24 входи (15 на першому поверсі, 8 на другому та один у підвал) з тамбурами для зниження кількості холодного повітря під час відкривання дверей. Вентиляційні отвори розташовані у кожному крилі будівлі та наразі не працюють. Тепловий пункт знаходиться у неопалюваному підвальному приміщенні.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Будівля ДНЗ №36 має централізовану систему тепlopостачання, яка приєднана до міської мережі, теплоносій – гаряча вода. Приєднаний до міської центральної опалювальної системи підземний утеплений мінеральною ватою трубопровід розташований у залізобетонних коробах що веде до тепlopункту у підвальному приміщенні, який складається з: лічильника теплової енергії, що поставляється до будівлі, елеваторного вузла, який поєднує подавальний та зворотній трубопровід, арматури, манометра та термометрів (додаток А). Трубопроводи і компоненти вузла обліку теплоти сталеві, термоізольовані.

Система опалення ДНЗ залежна, горизонтальна однотрубна.

Для опалення встановлено: конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140. Опалювальні прилади знаходяться під вікнами у приміщеннях, доступ – необмежений.

Теплове навантаження будівлі – 0,364 Гкал/год. Максимальне договірне теплове навантаження складає – 430 Гкал/рік. Температура теплоносія з центральної мережі тепlopостачання визначається відповідно до температурного графіку подачі теплоносія 110-70 °С і залежить від температури повітря навколишнього середовища.

Через відсутність обладнання автоматичного налагодженого регулювання обсягів споживання теплоти, цей потік керується завідувачем з господарської частини базуючись лише власним досвідом.

Облік теплоносія здійснюється за допомогою теплोलічильника LQM-III-D, виробник – АРАТОР. Дата останньої повірки – 08.08.2019 яка здійснена ДП «Сумський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації». У склад лічильника входять: теплообчислювач LQM-III-D, лічильник води MWN 130-50-NK (DN50) та термометри опору підібрана пара TOP 1068 (Pt-500). Зняття показів

теплотлічильника відбувається щоденно завідувачем з господарської частини.

Передача даних з лічильника теплової енергії та оплата за споживану потужність відбувається згідно укладеного договору щомісячно.

Постачання теплової енергії для дитячого садочку на опалення відбувається згідно договору про закупівлю теплової енергії, укладений з ТОВ «Сумитеплоенерго», договір №388-Т від 21 січня 2022 р.

1.3.2 Система електропостачання

Основні системи електроспоживання дошкільного закладу можна поділити на дві складові:

- основне енергоспоживаюче обладнання;
- система освітлення.

До основного енергоспоживаючого обладнання відносяться: плити електричні, конвекційна піч, м'ясорубка, тістомістильна машина, холодильники та холодильні шафи, електрична витяжка, електричний котел на кухні, пральні машини, праска, швейна машина, прес гладильній та комп'ютери з ноутбуками. Перелік основного енергоспоживаючого обладнання та його потужність в закладі освіти зазначено у додатку Б.

Система освітлення ДНЗ поділяється на внутрішнє та зовнішнє. Внутрішнє освітлення забезпечується: лампами розжарювання, люмінесцентними лампами, світлодіодними лампами та світлодіодними світильниками; зовнішнє освітлення забезпечується світлодіодними світильниками (прожекторами). Потужність внутрішнього освітлення – 18,537 кВт, зовнішнього – 0,2 кВт. Більш детальна інформація щодо кількості та потужності освітлювальних приладів наведено у додатку Б2.

Облік споживання активної електричної енергії на потреби будівлі дитячого садочку відбувається двома лічильниками NIK-2301 АПЗ. Один лічильник обраховує

устаткування кухні, а другий у всіх інших приміщеннях будівлі. Облік реактивної енергії не ведеться. Передача показів лічильників відбувається кожного місяця.

Постачання електроенергії відбувається ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» згідно договору про постачання електричної енергії №1614010 від 20 січня 2022 року.

Щодо розподілу електричної енергії діє договір про закупівлю послуг з розподілу електричної енергії та супутніх послуг із забезпечення перетікань реактивної електричної енергії 1614010 з АТ «Сумиобленерго» від 20.04.2022 року.

Обсяг постачання електричної енергії згідно договору з ТОВ «ЕНЕРА СУМИ» 42700 кВт*год на рік.

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» підключений до загальноміської централізованої системи водопостачання та водовідведення. Вузол обліку спожитої води розташований у підвальному приміщенні. До складу вузла обліку входить: лічильник холодної води M-NQn 10, фільтр, манометр, зворотній клапан та засувки. Централізоване гаряче водопостачання відсутнє – у дитячому садку встановлений теплообмінник для підігріву холодної води у якому готують гарячу воду.

Споживачі холодної та гарячої води: працівники та вихованці закладу, обладнання та приготування їжі.

Вода після використання прямує через систему водовідведення у загальноміську каналізацію.

Щомісячне водоспоживання та водовідведення згідно договору складає 242,33 м³/міс. Зняття даних обліку спожитої води виконується кожного дня. Передача даних мірчих приладів виконується щомісячно.

Повірка лічильника холодної води виконана ТОВ «ІНВЕСТ ПРЕМЕКС»

Дата повірки лічильника холодної води – 21.03.2019.

Постачання закладу водою та водовідведенням виконується згідно договору №3052 з КП «Міськводоканал» СМР від 25.04.2022 р.

1.3.4 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.

Теплопостачання: 2192,14 грн за Гкал з ПДВ.

Електропостачання: 5,3 грн/кВт*год з ПДВ.

Централізоване водовідведення: 16,668 грн/м³ з ПДВ.

Централізоване водопостачання: 15,984 грн/м³ з ПДВ.

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів та ефективності споживання теплової енергії

Наявний лічильник теплової енергії обраховує не тільки теплоту яка йде на обігрів приміщень, а й на приготування гарячої води. Споживання теплової енергії будівлею у 2019-2022 роки наведено у таблиці 1.1 та рисунку 1.2.

Таблиця 1.1 – Споживання теплової енергії будівлею у 2019-2022 роки

Місяць	Рік			
	2019	2020	2021	2022
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	X	65,67	84,22	68,59
Лютий	X	63,17	72,53	54,99
Березень	X	25,21	57,45	45,45
Квітень	X	-	21,22	-
Травень	-	-	-	-

Продовження таблиці 1.1

Червень	–	–	–	–
Липень	–	–	–	–
Серпень	–	–	–	–
Вересень	–	–	–	–
Жовтень	22,72	21,96	21,53	10,62
Листопад	53,98	55,72	50,19	39,53
Грудень	62,99	58,42	66,32	X
Всього	139,69	290,16	373,48	219,19

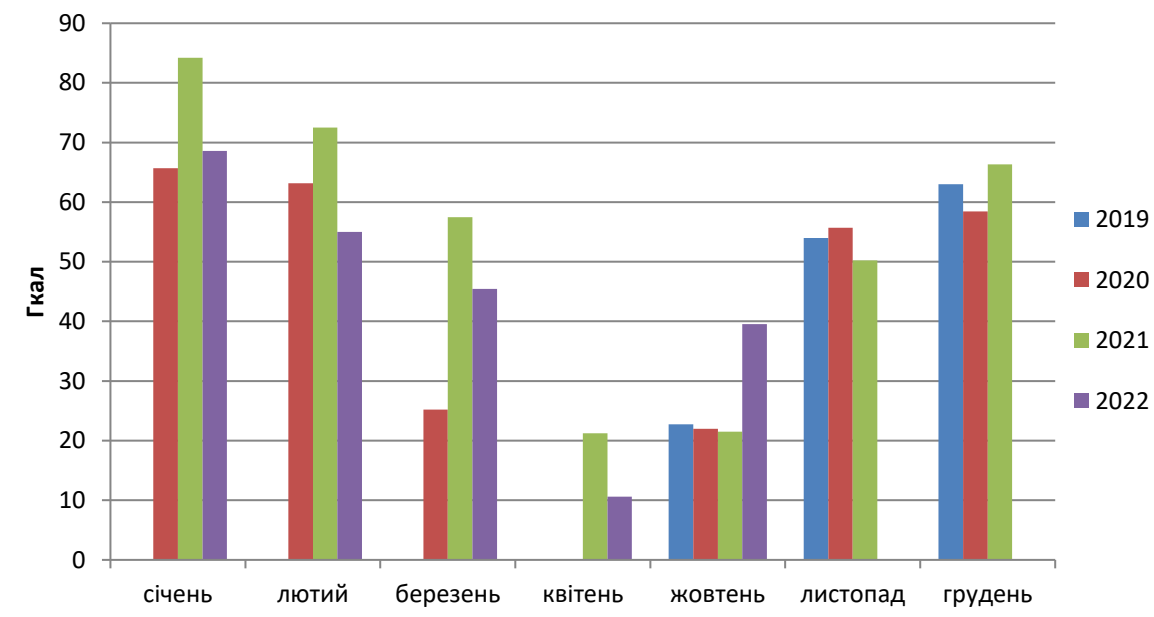


Рисунок 1.2 – Споживання теплової енергії будівлею у 2019-2022 роки

Споживання теплової енергії будівлею ДНЗ відбувається під час опалювального сезону. На рисунку 1.2 та видно що найбільше теплоти споживається на зимові місяці – грудень, січень та лютий, найменше – на березень та жовтень, у квітні опалення було увімкнене лише в 2021 році.

Порівнявши величини теплоспоживання з вищезазначеному рисунку у опалювальні періоди 2019-2022 можна зробити декілька висновків щодо причин нерівномірного споживання теплової енергії:

1. кожного року опалювальний сезон починається та закінчується у різний час;
2. обставини непереборної сили, наприклад карантин у 2020 році та початок російської збройної агресії у 2022 році. З березня 2020 року по завершення опалювального періоду у будівлі дитячого садка персоналу та вихованців не

було через карантинні обмеження. У кінці лютого 2022 року через початок військових дій опалювальний сезон закінчили на тиждень раніше ніж було заплановано.

Аналіз ефективності системи опалення ДНЗ № 36 «Червоненька квіточка» СМТ необхідно проводити за фактичними даними попередніх опалювальних періодів, де середні температури за місяць знаходяться у рамках нормативних показників [2;3].

Для проведення розрахункового оцінювання ефективності опалювальної системи дитячого садка необхідно порівнювати фактичні дані питомої потреби з нормативними показниками нормами споживання теплоти [2, табл. 7.2] з урахуванням значення температур за місяць [3, табл. 2].

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]:

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

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]:

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

Проаналізувавши дані надані закладом за опалювальні періоди 2019-2022 питома потреба на кожний опалювальний сезон:

- опалювальний період 2019–2020 рік – $Q_{оп} = 390,07$ Гкал;
- опалювальний період 2020–2021 рік – $Q_{оп} = 322,97$ Гкал;
- опалювальний період 2021–2022 рік – $Q_{оп} = 307,07$ Гкал.

Фактичні енерговитрати за вищезазначеними опалювальними роками:

- 2019–2020 рік – $EP = 0,051$ Гкал/м³;
- 2020–2021 рік – $EP = 0,042$ Гкал/м³;
- 2020–2021 рік – $EP = 0,040$ Гкал/м³.

Середня величина енергоефективності будівлі за вищезазначеними опалювальними періодами: $EP = 0,044$ Гкал/м³.

Висновок з отриманих даних наступний: річна питома енергопотреба дитячого садку більше ніж максимально зазначена з нормативних документів [4, п.5.1], а отже необхідно знижувати цей показник проводячи заходи з енергозбереження які запропоновані у розділі 5 цієї роботи.

Наявна кількість спожитого тепла та фактична температура теплоносія у трубах при середній температурі протягом дня 0°С у 2021-2022 роках зазначені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – фактичне споживання теплової енергії та температура теплоносія при середньодобовій температурі нуль градусів за шкалою Цельсія

Опалювальний рік 2021-2022					
Дата	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °С	Дата	Обсяг теплоспоживання, Гкал	Температура теплоносія, °С
19.11.2021	1,91	53,71	07.02.2021	2,40	60,13
14.12.2021	1,92	53,99	08.02.2021	2,16	61,24
16.12.2021	2,16	53,95	10.01.2022	1,92	57,28
06.01.2021	2,15	57,28	15.01.2022	2,39	58,13
14.01.2021	2,39	58,83	07.02.2022	2,15	60,19

З таблиці 1.2 можна зробити висновок що будівля ДНЗ недостатньо прогривається через невідповідність заявленої температури теплоносія та наявної. Також слід зазначити про відсутність у тепловому пункті автоматичного управління тепловим потоком та використання «ручного» управлінням ним, що веде за собою можливі помилки через людський фактор.

1.4.2 Аналіз обсягів та ефективності споживання електричної енергії

Кількість електричної енергії, спожитої будівлею закладу за 2019–2022 роки наведена у таблиці 1.3 та на рисунку 1.3.

Таблиця 1.3 – Кількість електричної енергії, спожитої будівлею закладу за 2019–2022 роки

Місяць	Рік			
	кВт*год			
	2019	2020	2021	2022
січень	3655	3535	3458	2869
лютий	3466	3516	3768	2448
березень	3529	1766	3624	432
квітень	3393	1073	3725	879
травень	3737	956	3309	620
червень	2569	2138	2767	437
липень	2709	1960	2815	586
серпень	2689	1868	2107	472
вересень	3568	2857	3708	537
жовтень	3749	3146	4146	634
листопад	3597	3208	3321	371
грудень	3901	3929	3427	X
Всього	40562	29952	40220	10285

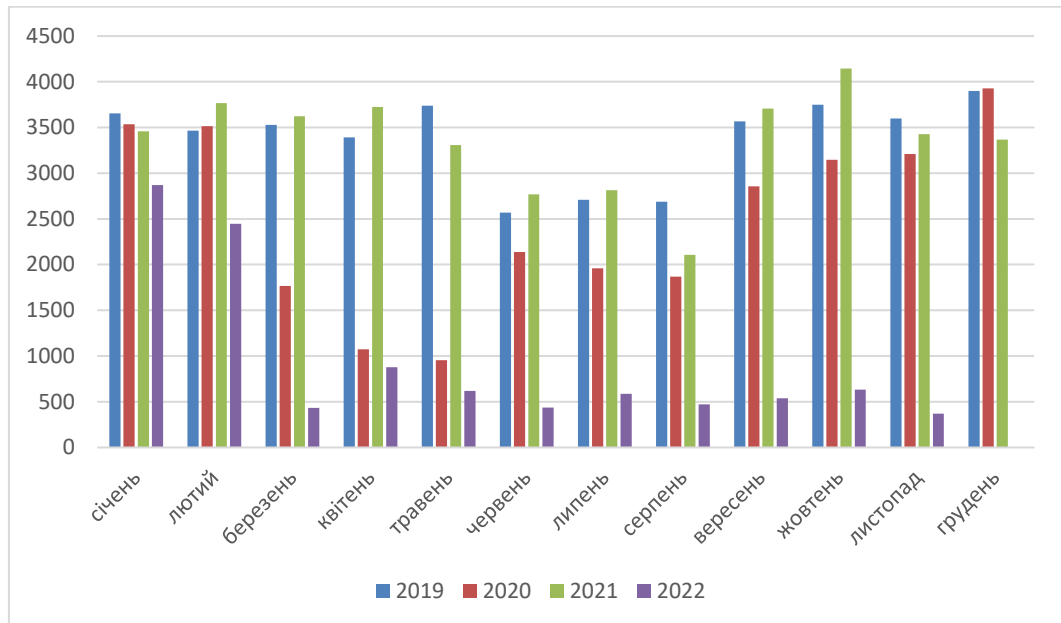


Рисунок 1.3 – Динаміка споживання електричної енергії будівлею за 2019–2022 роки

Слід уточнити, що у використанні електричної енергії мають певне значення найбільші споживачі: плити електричні, конвекційна піч, м'ясорубка, тістомісильна машина, холодильники та холодильні шафи, комп'ютери, електричний котел, електрична витяжка, пральні машини, праска, швейна машина, прес гладильний.

У таблиці 1.3 видно нерівномірність у електроспоживанні будівлею впродовж року через:

1. сезонність – взимку світловий день триває менше, а отже це викликає збільшення споживання електричної енергії на освітлення приміщень та навколишньої території, та взимку більша кількість дітей у закладі.
2. карантинні заходи березня – червня 2020 року була зменшена кількість використаної електроенергії, у приміщенні був лише персонал.
3. військові дії які почалися у лютому 2022 року – через небезпечну ситуацію відвідування закладу вихованцями та персоналу було відмінене.

Фактичне споживання електроенергії за період 2019-2022 роки у будівлі:

- 2019 рік: 166,24 кВт*год на дитину;
- 2020 рік: 122,75 кВт*год на дитину;
- 2021 рік: 164,84 кВт*год на дитину.

Осереднене значення: 151,27 кВт*год на дитину.

Використовуючи норми споживання електроенергії для дитячих виховних закладів з електрифікованими харчоблоками [5 , табл. 8.3] на 244 вихованця для Сумської області – 570 кВт*год та порівнюючи їх з зазначеними вище фактичними показниками споживання можна зробити наступний висновок: фактичний показник не перевищує нормативний, тим не менш, є можливості щодо зменшення споживання шляхом впровадження енергозберігаючих заходів.

1.4.3 Аналіз обсягів та ефективності споживання води

Обсяг спожитої води будівлею закладу за 2019-2022 роки наведена у таблиці 1.4 та на рисунку 1.4

Таблиця 1.4 – Обсяг спожитої води, спожитої будівлею закладу за 2019-2022 роки

	2019	2020	2021	2022
Січень	118	217	103	131
Лютий	174	184	122	139
Березень	136	129	146	39
Квітень	182	82	117	42
Травень	231	77	148	38
Червень	159	122	174	35
Липень	166	163	184	29
Серпень	226	112	175	27
Вересень	143	125	144	81
Жовтень	148	115	119	74
Листопад	141	137	124	69
Грудень	189	163	144	X
Всього	2013	1626	1700	704

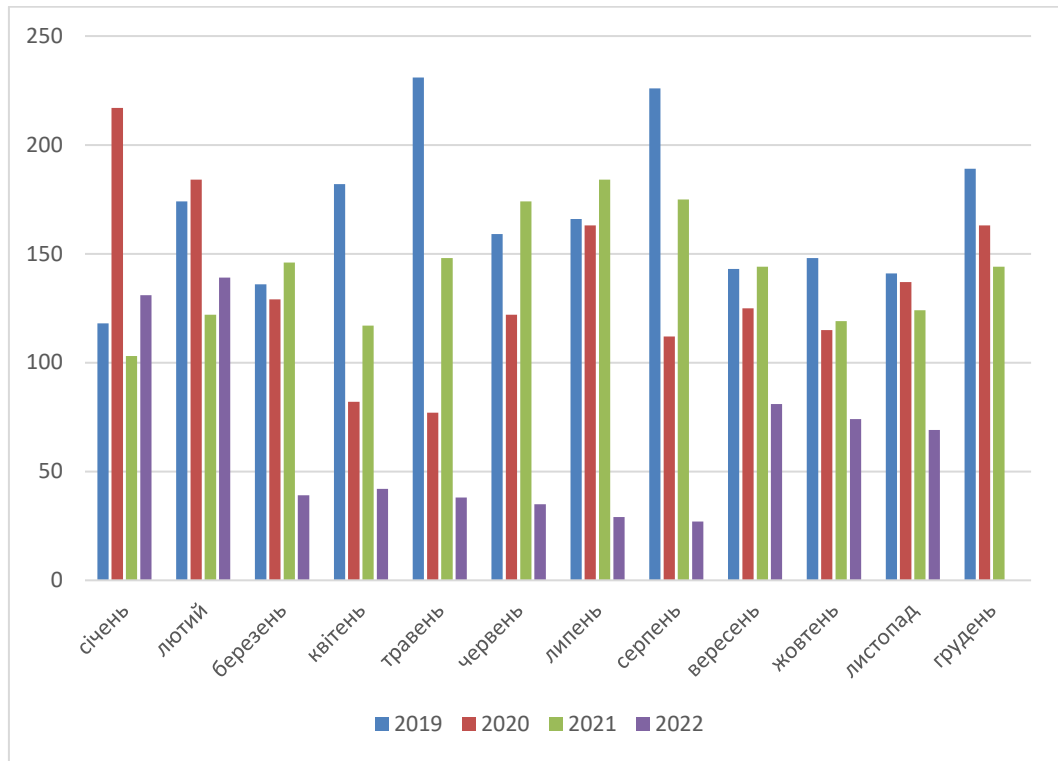


Рисунок 1.4 – Динаміка споживання води будівлею за 2018–2021 роки

З таблиці 1.4 можна зробити висновки що різниця у споживанні води виникає через:

1. пори року – найменше споживання води влітку через малу кількість вихованців, а отже необхідно менша кількість води для прання, приготування їжі та санітарних потреб;
2. карантинні обмеження 2020 року – з березня по червень діти не відвідували ДНЗ, що спричинило зменшення споживання води;
3. військові дії – наприкінці лютого 2022 року почались військові дії зокрема на Сумщині, через що діти не ходять до садка.

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.

Для будівлі ДНЗ фактичне споживання води за 2019-2022 роки:

- 2019 рік: 33 л/дитина у день;
- 2020 рік: 27 л/дитина у день;

- 2021 рік: 28 л/дитина у день;

Нормативне споживання води для дитячих садків з пральнями – 80 л/дитину, порівнявши його з фактичним можна зробити висновок, що останній показник не виходить за нормативний.

1.5 Висновки за розділом

Під час аудиту у ДНЗ (ясла-садок) № 36 «Червоненька квіточка» СМР, збиралися загальні дані по характеристиці об'єкту, наявного технічного стану стін та інших огорожувальних конструкцій, систем обліку споживання енергоресурсів, робота з документацією по тепlopостачанню, електропостачанню, водopостачанню та водовідведенню. Проаналізувавши їх обсяги споживання можна зробити висновок, що будівля ДНЗ не перевищує нормативні показники по споживання електроенергії та водopостачання [5, табл. 8.3], [6, табл. А2], а по теплоспоживання виходить за нормативні показники [2, табл. 7.2],

Для візуалізації витрат на енергоносії та визначення можливих подальших напрямів впровадження заходів з модернізації огорожувальних конструкцій та системи енергопостачання наведена діаграма на рисунку 1.5 з співвідношенням витрат на комунальні послуги за 2021 рік.



Рисунок 1.5 – Співвідношення витрат на комунальні послуги за 2021 рік

При розгляданні кругової діаграми на рисунку 1.5 та враховуючи актуальний стан енергетичної системи необхідно впроваджувати енергоефективні заходи зі зменшення споживання теплової та електричної енергії з дотриманням умов комфортного знаходження персоналу та вихованців.

2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Опис методів та приладів вимірювання

Під час проведення енергетичного обстеження ДНЗ № 36 «Червоненька квіточка» були проведені інструментальні обстеження з використанням наступних вимірювальних приладів:

- тепловізор Fluke Ti25, рис 2.1;
- настінний термометр П-2;
- вимірювальна рулетка СТАНДАРТ.

Тепловізор Fluke Ti25 використовувався для виявлення розташування температурних полів на поверхнях огорожувальних конструкцій будівлі дитячого садочку для подальшого виявлення теплових втрат. Основні характеристики тепловізору наведені у таблиці 2.1



Рисунок 2.1 – Тепловізор FlukeTi25

Таблиця 2.1 – Характеристика тепловізора:

бренд	FLUKE
діапазон температур, °С	від -20 до +350
дисплей, дюймів	3,6
похибка вимірювання температури, °С	± 2
мінімальна відстань при фокусуванні, см	15
розширення фотокамери, пікселів	640x480
спектральний діапазон, мкм	7,5-14
голосова анотація	є, до 1 хвилини
час роботи акумулятора	3-4 години непереривної роботи
час зарядки акумулятора	2 години
ступінь захисту	IP54
функції зображення	відображення температури центральної точки, палітра температур на зображенні

Для вимірювання температури повітря всередині приміщень використовувався настінний термометр П-2, його характеристики наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – характеристики термометра

Ціна поділки	1°С
Діапазон вимірювальних температур	від -20 до +50°С
Матеріал	полікарбонат
Висота приладу	20 см
Ширина приладу	5 см

Для вимірювань об'єктів та поверхонь використовувалась рулетка СТАНДАРТ, її характеристики наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – характеристики вимірювальної рулетки

Довжина стрічки	5 м
Ширина стрічки	25 мм
Механізм змотуванню	Зі зворотною пружиною
Особливості	Магнітний зачеп
Ціна поділки	1 мм

2.2 Аналіз результатів вимірювання тепловізором

Дата проведення тепловізійного обстеження ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» – 17 лютого 2022 року, температура повітря становила +3°C. Середні показники температури повітря всередині приміщень була 21°C.

З метою виявлення місць з найбільшими тепловтратами було проведене обстеження стану огорожувальних елементів і було зроблено 44 термограм, серед яких було вибрано 12 де наведені найбільш наочні та типові проблеми будівлі (Додаток В).

Проаналізувавши термограми потрібно взяти до уваги місця де втрати тепла є найбільшими для подальших впроваджень заходів з теплозбереження будівлі для зменшення витрат на теплопостачання у майбутньому.

З рисунку В.1 можна побачити зовнішні стіни та кутові з'єднання будівлі та місцезнаходження опалювальних приладів, які мають підвищену температуру поверхонь майже до 7 °С тепла, що свідчить про їх низькі теплозахисні властивості.

На рисунку В.2 зображені дерев'яні та пластикові вікна та можна зробити висновок про їх незадовільний стан теплового опору та про неякісний монтаж пластикових вікон – видно теплові плями по периметру з температурою близько 7 °С.

На В.3 видно неякісне встановлення вхідних дверей та збільшену температуру до 5-7 °С у стику зі стіною та недостатній тепловий опір скла на дверях та вікні – там температура досягає приблизно 6 °С.

З рисунку В.4 можна побачити неоднорідність стін, через що вона прогрівається нерівномірно та також постраждала від зволоження що також знижує тепловий опір зовнішніх огорожувальних конструкцій.

2.3 Висновки за розділом

Проаналізувавши вищезазначені термограми можна зробити висновок, що будівля ДНЗ №36 має недостатній опір теплопередачі та необхідно впроваджувати модернізаційні заходи для огорожувальних конструкцій.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГО-ЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

Першочергово необхідно збільшити термічний опір стін та інших конструктивних елементів до нормованих [4, таблиця 3] та зменшення споживання електроенергії встановлюючи сучасне обладнання.

У таблиці 3.1 представлені дані опору теплопередачі стін та інших конструктивних елементів

Таблиця 3.1 – Дані опору теплопередачі стін та інших конструктивних елементів

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність λ_i , $\frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}$, $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$		$R_{q \min}$, $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Цементно-піщана штукатурка	0,03	1,20	0,82		3,3
		Керамзитобетон	0,32	0,52			
		Цементно-піщаний розчин	0,02	0,81			
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	3,73		5,35
		Руберойд (бітум)	0,06	0,17			
		Цементна стяжка	0,03	0,81			
		Базальтова плита	0,12	0,037			
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,75	0,42	0,75
		Дерев'яні	–	–	0,2		
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,49		3,75
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81			
		Лінолеум ПВХ	0,002	0,35			
5	Двері	Сталеві двері	0,003	58	0,16	0,33	0,6
		Металопластикові	0,05	0,43	0,5		

3.1 Проведення розрахунку опору теплопередачі

Фактичні показники термічного опору огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $м^2 \cdot К / Вт$ має бути більші ніж $R_{q \min}$, який береться з нормативних умов [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°C та більше, обов'язкове виконання умови [4]:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{qmin} \quad (3.1)$$

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

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

В залежності від температурної зони країни [4, додаток Б] найнижче допустиме значення термічного опору огорожувальних конструкцій, R_{qmin} нормативне значення [4, додаток Б].

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

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (3.2)$$

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $Wt/(m \cdot K)$ [7, дод Б, табл. 15].

Дійсний опір теплопередачі $R_{\Sigma np}$, $m^2 \cdot K/Wt$, для огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (4.1) розраховується за формулою [7, пункт 1.3]:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.3)$$

де: α_B , α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь

огороджувальної конструкції, які дорівнюють 8,7 та 23 відповідно, Вт/(м²·К) [7, дод. Б, табл. 9];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-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 і-го шару конструкції, згідно формули (3.2), м²·К/Вт.

При умові $R_{\Sigma PP} > R_{q_{\min}}$ теплозахисні характеристики огороджувальних конструкцій відповідають нормам [4, таблиця 3] та модернізуючи заходи запроваджувати немає потреби, при $R_{\Sigma PP} < R_{q_{\min}}$ не відповідає.

Розрахунок опору теплопередачі огороджувальних конструкцій

1. Стіни.

Складові: керамзитобетон, товщиною 0,32 м, $\lambda_1=0,52$ Вт/(м*К), цементно-піщаний розчині 0,02 м, $\lambda_2=0,81$ Вт/(м*К), цементно-піщана штукатурка товщиною 0,03 м, $\lambda_3=1,2$ Вт/(м*К).

Термічний опір теплопередачі стін визначається за формулою (3.3):

$$R_{\Sigma np}^{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{1,2} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,32}{0,52} + \frac{1}{23} = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

2. Дах

Складові: залізобетонна плита товщиною 0,22 м, $\lambda_4 = 1,92$ Вт/(м*К), цементна стяжка товщиною 0,03 м, $\lambda_5 = 0,81$ Вт/(м*К), руберойд товщиною 0,04 м з $\lambda_6 = 0,17$ Вт/(м*К) та базальтова плита товщиною 0,12 м з $\lambda_7 = 0,04$ Вт/(м*К) . Термічний опір теплопередачі даху визначається за формулою (3.3):

$$R_{\Sigma np}^{дах} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{0,04}{0,17} + \frac{0,12}{0,04} + \frac{1}{6} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} .$$

3. Вікна

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

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

4. Підлога

Складові: залізобетонна плита товщиною 0,22 м, $\lambda_8 = 1,92 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$, цементно-піщана стяжка 0,07 м, $\lambda_9 = 0,81 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ та ПВХ лінолеум товщиною 0,002 м з $\lambda_{10} = 0,35 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$. Термічний опір теплопередачі підлоги визначається за формулою (4.3):

$$R_{\Sigma np}^{підл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,07}{0,81} + \frac{0,002}{0,35} + \frac{1}{6} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

5. Двері

В наявності 3 типу дверей:

1) металопластикові товщиною в 0,058 м, $\lambda_{11}=0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

2) сталеві товщиною в 0,003 м, $\lambda_6 = 58 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

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

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

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

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

Осереднений термічний опір дверей:

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

Порівнявши отримані дані у таблиці 4.1 $R_{\Sigma np}$ та порівнявши їх з R_{qmin} можна зробити висновок про необхідність впровадження термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій, тому що жоден показник $R_{\Sigma np}$ не відповідає нормативам [4, табл. 3].

3.2 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]:

$$Q_0 = \frac{F_{орз}}{R_0} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

де: $F_{орз}$ – 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 $R_{\Sigma np}$, для визначення тепловтрат при правильній утепленій конструкції підставляється R_{qmin} , $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

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]:

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

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

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни для сторін світу.

Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації приймати $\beta_{op} = 0,13$ – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

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

$$Q_{підл}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{підл}, \text{ Вт.} \quad (3.6)$$

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

$$Q_{вкн}^{інф} = 0,28 \cdot G_{н\ вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_B - t_3), \text{ Вт} \quad (3.7)$$

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, $^{\circ}\text{С}$;

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

$F_{вкн}$ - площа віконних прорізів та дверей, м^2 .

Проведення розрахунків

При проведенні вимірювань у будівлі ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» СМР було виявлено, що температура в середині приміщень складає 22°C та відповідає нормам [4, табл. В.2].

Згідно нормативних документів [2, 4] місто Суми знаходиться у I температурній зоні, тому температура всередині приміщень береться $t_b = 22^{\circ}\text{C}$ [4, табл. В.2], а температура зовні $t_{z,p} = -25^{\circ}\text{C}$ [2, таблиця 2].

1. Тепловтрати через зовнішні стіни (3.4):

$$F_{\text{стіни}} = 1490,5; R_{\text{ст}} = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_b = 22; t_3 = -25; n = 1$$

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1490,5}{0,82} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 85431,16 \text{ Вт.}$$

2. Теплові втрати через дах (3.4):

$$F_{\text{даху}} = 1439,4; R_{\text{даху}} = 3,73 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_b = 22; t_3 = -25; n = 1$$

$$Q_{\text{даху}} = \frac{1439,4}{3,73} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 18124,22 \text{ Вт}$$

3. Тепловтрати через вікна (3.4):

Через ПВХ:

$$F_{\text{вкн}} = 394; R_{\text{вкн}} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_b = 22; t_3 = -25; n = 1$$

$$Q_{\text{м.вкн}} = \frac{394}{0,65} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 28489,23 \text{ Вт.}$$

Через дерев'яні:

$$F_{\text{вкн}} = 62; R_{\text{вкн}} = 0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_b = 22; t_3 = -25; n = 1$$

$$Q_{\text{д.вкн}} = \frac{62}{0,2} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 14570,00 \text{ Вт.}$$

4. Тепловтрати через підлогу (3.4):

$$F_{\text{підлоги}} = 1439,40; R_{\text{підл}} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22; t_{\text{з}} = -25; n = 0,4$$

$$Q_{\text{підл}} = \frac{1439,40}{0,49} \cdot (22 - (-25)) \cdot 0,4 = 16506,66 \text{ Вт.}$$

5. Тепловтрат через всі види дверей (3.4):

1) металопластикові: $F_{\text{м.дв}} = 32,6 \text{ м}^2; R_{\text{м.дв}} = 0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22; t_{\text{з}} = -25; n = 1$

$$Q_{\text{м.дв}} = \frac{32,6}{0,5} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 3065,75 \text{ Вт};$$

2) сталеві: $F_{\text{ст.дв}} = 17,4 \text{ м}^2; R_{\text{ст.дв}} = 0,00052 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}; t_{\text{в}} = 22; t_{\text{з}} = -25; n = 1$

$$Q_{\text{м.дв}} = \frac{17,4}{0,16} \cdot (22 - (-25)) \cdot 1 = 5132,4 \text{ Вт};$$

Розрахунок додаткових тепловтрат

Тепловтрати через зовнішні стіни з урахуванням розташування щодо сторін світу (3.5):

$$Q_{\text{оп}}^{\partial} = 85431,16 \cdot 0,13 = 11106,05 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через не утеплену підлогу над холодними підвалами (3.6):

$$Q_{\text{пдл}}^{\partial} = 0,05 \cdot 16506,66 = 825,33 \text{ Вт}$$

Інфільтрація холодного повітря (3.7):

1) через світлові прорізи:

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 456 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 36170,91 \text{ Вт.}$$

2) через двері:

$$Q_{\text{ВКН}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 50 \cdot 1,005 \cdot (22 - (-25)) = 3974,6 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків основних та додаткових тепловтрат зовнішніх конструктивних елементів будівлі наведені у таблиці 3.2 та рисунку 3.1 з відсотковим співвідношенням.

Таблиця 3.2 – Сумарні тепловтрати будівлі у відсотковому співвідношенні

Складова тепловтрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	96,537	43
Дах	18,124	8
Вікна	43,059	19
Підлога	17,331	8
Двері	8,198	4
Інфільтрація	40,145	18
Всього	223,40	100

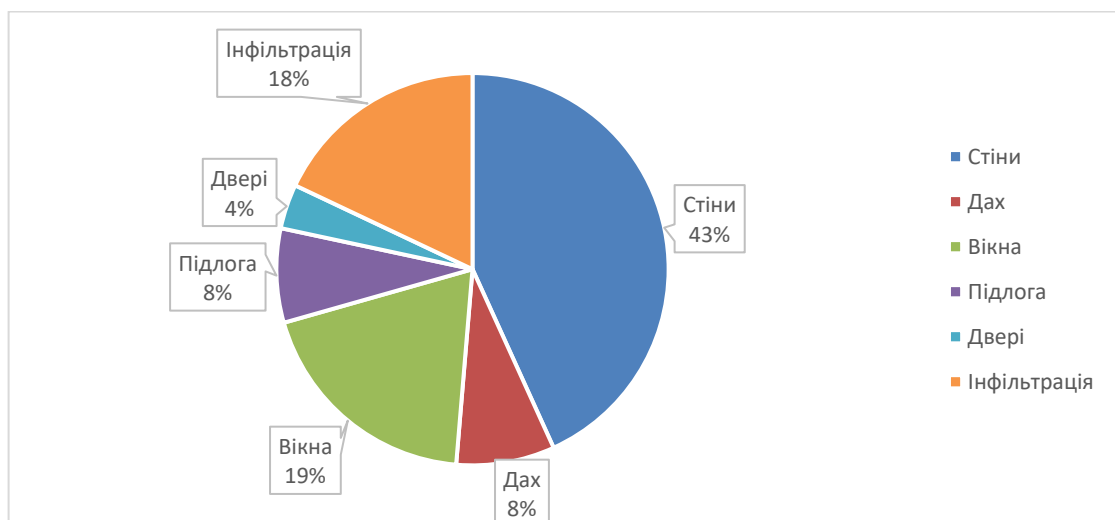


Рисунок 3.1 - Сумарні тепловтрати будівлі у відсотковому співвідношенні

Розрахункові дані дають розуміння куди саме необхідно звернути увагу першочергову для впровадження заходів з підвищення термічного опору, а саме: утеплення стін та заміна старих дерев'яних вікон.

3.3 Тепловий баланс будівлі розрахований за методом збільшених показників

Визначення величини фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [7, пункт 3.4], Вт/м³·°С, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій за таблицею 3.1.

$$q_{\text{пит}}^{\Phi} = \frac{P_{\delta}}{F_{\delta}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\delta}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (3.7)$$

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

F_{δ} – площа будівлі в межах периметра, м²;

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

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м²·К/Вт;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, м²·К/Вт;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, м²·К/Вт;

$R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}$ – опір теплопередачі вікон, м²·К/Вт.

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період [7, пункт 3.4]:

$$Q_{\delta} = a \cdot q_{\text{пит}}^{\Phi} \cdot V_{\delta} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (3.8)$$

де V_{δ} – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень, м³;

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

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

a – поправковий коефіцієнт, за розрахунком дорівнює 1,01 [13]

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень $t_b = 22^{\circ}\text{C}$ (за вимогами температурного режиму [4, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря $t_{з,р} = -25^{\circ}\text{C}$ [3].

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

$$Q_{р.оп} = \frac{Q_6}{(t_b^{cp} - t_{з,р})} \cdot [(t_b^{cp} - t_{ср.п}) \cdot (n_{оп} - n_{нр}) + (t_{черг} - t_{ср.п}) \cdot n_{нр}] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} \quad (3.9)$$

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

$t_{з,р}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [3], °С;

$t_{ср.п}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [3];

$t_{черг}$ – чергова температура повітря у приміщенні у неробочий час (приймається 0°C , так як чергового опалення немає);

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

$n_{нр}$ – кількість неробочих годин за опалювальний період (рік), год/рік, = 0.

Виконання розрахунків

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі (3.7)

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{310}{1439,4} \cdot \left(\frac{1}{0,8} + 0,23 \cdot \left(\frac{1}{0,64} - \frac{1}{0,8} \right) \right) + \frac{1}{6,44} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{3,73} + 0,6 \cdot \frac{1}{0,49} \right) \\ = 0,51 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{°С}$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі (3.8)

$$Q_{\phi} = 1 \cdot 0,51 \cdot 9269,74 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 217,47 \text{ кВт} \quad \text{або} \quad Q_{\phi} = 0,193 \text{ Гкал}$$

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2021–2022 року (164 доби, 3936 год), при умові дотримання температурного режиму у системі теплопостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (1.11.2020–28.02.2021) -1 °С [14] буде становити:

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{217,47}{(21 - (-25))} \cdot [(22 - (-1)) \cdot 3936 + (22 - (-1))] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 371,74 \text{ Гкал}$$

Ґрунтуючись на даних наданих закладом, наявний обсяг спожитої теплової енергії $Q_{\phi.\text{оп}}$ складає 307,07 Гкал, цей показник менший на 17,4%.

Необхідно звернути увагу, що теплоносій подається з невідповідною температурою, що показано у таблиці 1.2, середня температура теплоносія 57,47°С замість 60°С. Ці дані взяті з облікових показників коли середня температура зовнішнього повітря складає 0°С.

Також, зважаючи на дійсний стан огорожувальних конструкцій, що наданий у таблиці 1.1 можна зробити висновок, що рівень енергоефективності закладу низький

Три вище перелічені фактори свідчать про невідповідність споживання теплової енергії та заклад не отримує її необхідний обсяг. Про «недогрів» свідчить середня температура теплоносія і встановлений факт того, що замість автоматизованого керування тепловим потоком у теплопункті цю роботу виконує завідувач з господарської частини керуючись виключно власним досвідом та не застрахована від людського фактору.

3.4 Визначення класу енергоефективності будівлі

Згідно чинних нормативна максимальна питома витрата для дошкільних дитячих закладів складає 48 кВт*м³/год [4, таблиця 1].

Питома витрати на опалення будівлі:

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{Vh}, \text{ кВт*год/м}^3 \quad (3.10)$$

Знаходження різниці фактичного значення питомої потреби $q_{\text{буд}}$ від E_{max} у відсотках [4, таблиця 2]:

$$E_{\text{max}} = \frac{q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} * 100, \% \quad (3.11)$$

Проведення розрахунків

Питома витрати на опалення будівлі (3.10)

$$q_{\text{буд}} = \frac{357122,2}{9269,4} = 38,5 \text{ кВт*год/м}^3$$

Різниця фактичної питомої потреби від максимально допустимого (3.11):

$$E_{\text{max}} = \frac{38,5 - 40}{40} * 100 = -3,75\%$$

Згідно нормативів [4, таблиця 2] будівля ДНЗ за енергетичною ефективністю відноситься до класу С.

3.4 Запропоновані заходи з енергозбереження

За результатами попередніх обчислень запропонованими заходами є:

- запровадження системи моніторингу теплозабезпечення;
- утеплення стін;
- заміна ламп розжарювання на сучасні енергозберіжні;
- встановлення сонячних панелей.

3.5.1 Установка системи моніторингу теплозабезпечення;

Теплоносій постачається з міської централізованої системи у тепловий пункт, який розташований у підвальному приміщенні.

Беручи до уваги стан огорожувальних конструкцій будівлі та неефективне «ручне» керування засувкою у тепlopункті ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» рекомендується встановити систему моніторингу теплозабезпечення для безперервного контролю роботи системи теплоспоживання онлайн.

Під час впровадження та підрахунку заходу необхідно враховувати санітарні умови [10, таблиця].

Для обрахунку беруться показники за останні 3 опалювані періоди з таблиці 1.1. На рисунку 3.2 зазначені фактичне споживання теплоти за три роки та розрахункове споживання будівлею ДНЗ.

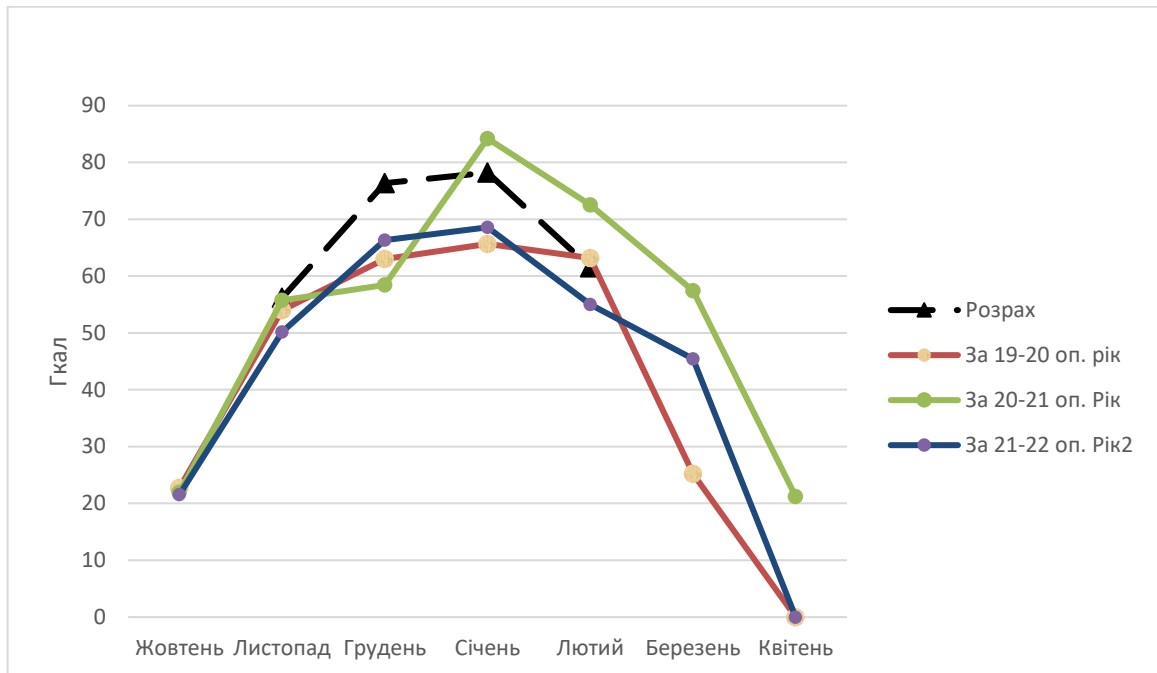


Рисунок 3.2 - Розрахункове і фактичне споживання теплової енергії дитячим садком

Різниця у розрахунковому та фактичному споживанні виникає через те, що заклад не отримує у необхідному обсязі теплову енергію, що видно з таблиці 1.2 та у розрахунок неможливо включити чергове опалення, так як немає спеціальної чіткої технології для цього, керівник з господарської частини робить це розраховуючи на власний розсуд та досвід.

Розрахунок кількості теплової енергії для опалення будівлі ДНЗ на одну добу при середній температурі 0°C :

$$Q_{p.op} = Q_6 \cdot \frac{(t_B^{cp} - 0)}{(t_B^{cp} - t_{z.p})} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4}, \text{Гкал} \quad (3.12)$$

$$Q_{p.op} = 224,42 \cdot \frac{(22 - 0)}{(22 - (-25))} \cdot 24 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 2,17 \text{ Гкал}$$

За наявним досвідом впровадження, після встановлення системи моніторингу економія може складати 10% від споживання теплової енергії за один опалювальний період будівлею [15].

Згідно чинного тарифу на теплову енергію 1 Гкал коштує 2192,14 грн з ПДВ, в такому випадку економія наступна:

$$\Delta E = 0,1 * 307,07 * 2192,14 = 67314 \text{ грн/рік}$$

Витрати на впровадження технології:

Капіталовкладення на впровадження проекту [11]:

$$K_{\text{зах}} = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}} \quad (3.13)$$

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

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

Модуль-передавач коштує 10200 грн; контролер до теплового лічильника – 1700грн; лічильник тепловий – 29800грн, робота з установки – 6700грн.

Загальні капіталовкладення, 3.13:

$$K_{\text{зах}} = 10200 + 1700 + 29800 + 6700 = 48400 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності [11]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{зах}}}{\Delta E} \quad (3.14)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{48400}{67314} = 0,6 \text{ року}$$

3.5.2 Утеплення стін

З рисунку 3.1 видно, що більша частина тепловтрат – 43% припадає на стіни, тому після утеплення цього конструктивного елемента стане великим вкладом у економію коштів на опалення.

Згідно чинного ДБН теплоізоляційний матеріал для будівель дошкільних закладів повинний складатися з негорючих матеріалів [10, п. 9.8]. Для уникнення появи вологи та грибку нанесення ізоляції повинно виконуватись лише з зовнішньої сторони будівлі.

Необхідна товщина теплоізоляційного шару базальтовою ватою BauGut Universell з коефіцієнтом теплопровідності $0,042 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ δ_{ym} , м для утеплення огорожувальних конструкцій проводиться за формулою [10, пункт 1]:

$$\delta_{ym} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{ym} = [R_{q \min} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{yt}, \text{ м} \quad (3.15)$$

де λ_{ym} – теплопровідність матеріалу, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [7, додаток Б, табл. 15];

α_6 та α_3 – коефіцієнт тепловіддачі поверхонь огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ [7, дод. Б, табл. 9];

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

δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_{\Sigma \text{ пр}}$ – дійсний опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

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

$$\delta_{yt} = [3,3 - 0,82] \cdot 0,042 = 0,1 \text{ м}$$

Тепловтрати через огорожувальну конструкцію будівлі, Вт, що потрібно утеплити, визначають за загальною формулою [9, пункт 1]

$$Q_{\text{стн}} = \frac{F_{\text{стн}}}{R_{q \text{ min}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з,р}}) \cdot 10^{-3} \quad (3.16)$$

Тепловтрати стін після утеплення:

$$Q_{\text{стн2}} = \frac{1490,5}{3,3} \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 21228,33 \text{ Вт}$$

Економія витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції, кВт [9, пункт 1]:

$$\Delta Q_{\text{огр}} = (Q_{\text{стн1}} - Q_{\text{стн2}}) \quad (3.17)$$

Економія кВт після утеплення [9]:

$$\Delta Q_{\text{огр}} = (85431,16 - 21228,33) = 64,202 \text{ кВт}$$

Визначення річної економії теплової енергії після впровадження заходу, кВт·год/рік [9, пункт 1]:

$$Q_{\text{огр}}^{\text{Ек.рік}} = \Delta Q_{\text{огр}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з,р}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \quad (3.18)$$

Річна економія після утеплення стін за формулою 3.18:

$$64,202 \cdot \frac{(22 - (-1,2))}{(22 - (-25))} \cdot 24 \cdot 164 = 134414,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 107,27 \text{ Гкал}$$

Річна економія витрат на експлуатацію системи теплопостачання після впровадження енергозбережнього заходу, тис. грн [9, пункт 13]:

$$E = Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * \frac{E_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} * Q_{\text{Д}}}{100} \quad (3.19)$$

Річна економія, тис. грн:

$$107,27 * \frac{2192,14}{1000} = 235,150 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на 1 м² для утеплення стін наведені у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – вартість на утеплення 1м² стіни [12],

Матеріал	Одиниця виміру	Кількість	Ціна на 1 м ² , грн
Базальтова вата BauGut Universell 30 100 мм 3 кв.м	м ²	1	165
Грунтовка Ceresit СТ 17 Супер	л	0,2 л	52,5
Суміш для приклеювання та армування Суміш для приклеювання та армування Ceresit СТ 190	кг	6 кг	63,2
Скловітка штукатурна лугостійка BauGut Professional	м ²	1,15	55,2
Дюбель для теплоізоляції з металевим цвяхом 10x120 мм	шт	9	38,6
Шуруп універсальний	шт	9	21
Гідроізоляційна плівка Masterplast MASTERFOL	м ²	1,2	9,28
Двостороння клейка стрічка для паро-гідробар'єру 30 мм х 25 м прозора ORIGINAL TAPE	м	2	18,5
Грунтовка глибокопроникна Ceresit R 777	л	0,2	27,08

Продовження таблиці 3.3

Декоративна штукатурка короїд Ceresit СТ 35	кг	2	42
Всього витрати на 1 м ² , грн			520,2

Капіталовкладення розраховується з формули 3.13:

$$K_{\text{очн}} = 520,2 * 1490,5 = 775358 \text{ грн};$$

$$K_{\text{суп}} = 385 * 1490,5 = 573842 \text{ грн [16];}$$

$$K_{\text{зах}} = \frac{775358+573842}{1000} = 1349,200 \text{ тис. грн.}$$

Простий термін окупності, формула 3.14:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1349,200}{235,150} = 5,5 \text{ років}$$

3.5.3 Заміна ламп розжарювання на сучасні енергозберігаючі

На даний момент у закладі встановлено 74 лампи розжарювання, серед них – 39 ламп потужністю 100 Вт кожна, 26 потужністю 75 Вт, 9 потужністю 60 Вт. Загальна потужність ламп розжарювання – 6,315 кВт.

Пропонується замінити ці лампи на сучасний аналог – світлодіодну лампу ІЕК ЕСО 15 Вт, вартістю 41.60 грн за одиницю з гарантією 3 роки [12].

Бюджет заходу розраховується з формули 3.13:

$$K = 72 * 74 \text{ од} = 5328 \text{ грн}$$

Система освітлення будівлі ДНЗ працює у літній період 4 години (07:00-09:00 та 17:00-19:00), а взимку 6 годин (07:00-09:00 та 15:00-19:00). Середнє значення приймаємо в 5 годин на добу.

Споживання електричної енергії лампами накаливання до заміни:

$$100 \text{ ватні лампи: } \frac{100 \text{ Вт} * 5 \text{ год} * 39 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 4875 \text{ кВт} * \text{год/рік};$$

$$75 \text{ ватні лампи: } \frac{75 \text{ Вт} * 5 \text{ год} * 26 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 2438 \text{ кВт} * \text{год/рік};$$

$$60 \text{ ватні лампи: } \frac{60 \text{ Вт} * 5 \text{ год} * 9 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 675 \text{ кВт} * \text{год/рік}.$$

Витрати на експлуатацію ламп накаливання за рік:

$$E_{\text{н.л.}} = (4875 + 2437,5 + 675) * 5,3 = 42336 \text{ грн}$$

де: 5,3 грн – тариф на електричну енергію.

Споживання електроенергії світлодіодними лампами після заміни:

$$15 \text{ ватні лампи: } \frac{15 \text{ Вт} * 5 \text{ год} * 74 \text{ од.} * 250 \text{ днів}}{1000} = 1387,5 \text{ кВт} * \text{год/рік}.$$

Експлуатаційні витрати на світлодіодні лампи протягом одного:

$$E_{\text{н.л.}} = 1387,5 * 5,3 = 7354 \text{ грн}$$

Вартість світлодіодних ламп, грн:

$$K_{\text{зах}} = 74 * 41,60 = 2912$$

Економія витрат на електроспоживанні після заміни ламп:

$$E_{\text{н.л.}} = 42336 - 7354 = 34982 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу з формули 3.13:

$$T_{\text{ок}} = \frac{7354 + 2912}{34982} = 4 \text{ місяці}$$

3.5.4 Встановлення сонячних панелей

З метою зменшень фінансових витрат на споживання електроенергії закладом запропоновано встановити сонячну електростанція з необхідним обладнанням, таким як: контролер, сонячні панелі та інвертор для збереження накопиченої сонячної енергії.

У таблицях 3.4 та 3.5 наведені переліки енергоспоживачого обладнання та освітлення з графіком роботи і потужністю. Освітлення рахується після енергозбережного заходу, тобто замість ламп розжарювання розраховуються світлодіодні лампи.

Таблиця 3.4 – Перелік енергоспоживаючого обладнання

Назва електричного приладу	Потужність, кВт	Кількість, од.	Час роботи на 1 добу, год	Споживання за добу, кВт
Холодильник	0,25	1	24	6
Комп'ютер	0,45	6	8	21,6
Ноутбук	0,2	4	8	6,4
Пректор	0,35	1	2	0,7
Принтер	0,5	4	8	16
Пилосос	1,5	1	0,5	0,75
Опромінювач	0,06	2	0,75	0,09
Телевізор	0,1	6	0,33	0,2
Плита електрична	8	1	5	40
Плита електрична	8	1	4	32
Електричний котел	3,77	1	2	7,54
Конвекційна піч	3,3	1	1	3,3
М'ясорубка	1,9	1	0,5	0,95
Тістомісильна машина	2	1	0,5	1
Картоплечистка	0,75	1	0,33	0,25
Електрична витяжка	3	1	2	6
Холодильник	0,25	1	24	6
Холодильна шафа	0,4	3	24	28,8
Пральна машина	2	3	8	48
Праска	1,8	1	4	7,2
Прес гладильний	2,2	1	4	8,8

Таблиця 3.5 – Перелік освітлювальних приладів

Тип ламп	Загальна кількість ламп, од.	Потужність	Загальна потужність, кВт	Час роботи на 1 добу, год
Люмінесцентні лампи	37	18	0,666	12
Світлодіодні лампи	29	18	0,522	11
	146	12	1,752	10
	59	7	0,413	7
Світлодіодний світильник	4	50	0,2	12
	68	36	2,448	10
	2	30	0,06	12
Всього	345	X	6,061	X

За даних наданими закладом, 24 години на добу працюють: 2 холодильника та 3 холодильні шафи. Графік погодинного навантаження наведений у рисунку 3.3 на у таблиці 3.6.

З 00:00 до 07:00 у кімнаті охорони працює 2 лампи по 0,012 кВт, холодильні установки та зовнішнє освітлення.

З 07:00 до 08:00: холодильні установки, вмикається перша плита, електрична витяжка, внутрішнє освітлення.

З 08:00 до 09:00: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення та пральні машини.

З 09:00 до 10:00: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини та прес гладильній.

З 10:00 до 11:00 працюють: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини, проектор, тістомісильна машина, конвекційна піч та праска.

З 11:00 до 12:00 працюють: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини, м'ясорубка, електрична витяжка, електричні плити, прес гладильній, картоплечистка.

З 12:00 до 13:00 працюють: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини, електричні плити, праска, електрична витяжка, електричний котел, телевізори, пилосос, протирочна машина

З 13:00 до 14:00: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини, опромінювач, освітлення, пилосос, праска, прес гладильній, телевізори, електричний котел, електрична плита

З 14:00 до 15:00 працюють: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини, прес гладильній, опромінювач, пилосос, проектор, електрична плита

З 15:00 до 16:00: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, пральні машини, праска, протирочна машина, електрична плита, конвекційна піч.

З 16:00 до 17:00: холодильні установки, комп'ютери, ноутбуки, принтер, освітлення, конвекційна піч, електричні плити, електрична витяжка, пральні машини, прес гладильній.

З 17:00 до 18:00: холодильні установки, освітлення, проектор, праска.

З 18:00 до 19:00: холодильні установки, освітлення.

З 19:00 до 00:00: у кімнаті охорони працює освітлення 0,012 кВт, холодильні установки та зовнішнє освітлення.

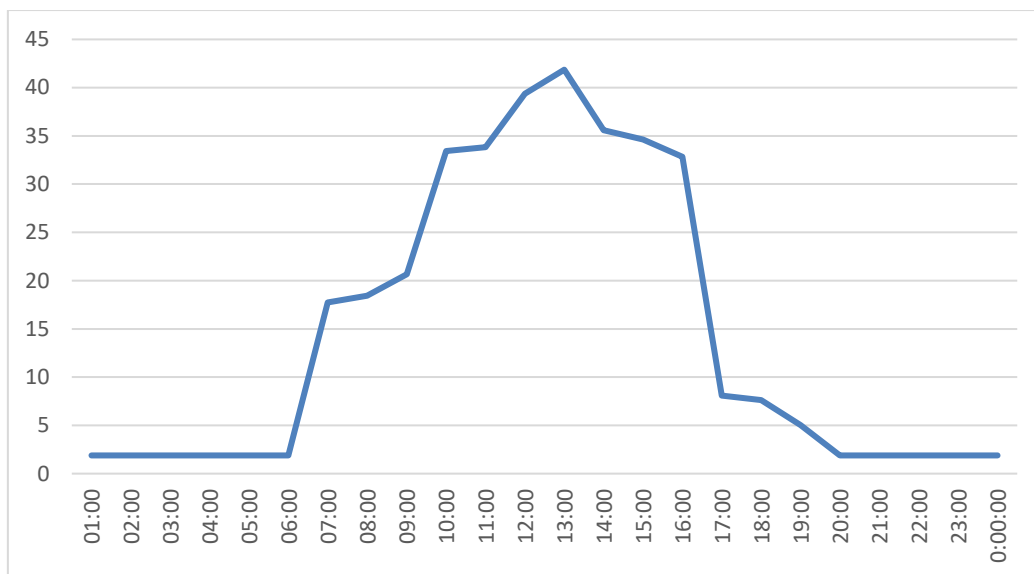


Рисунок 3.3 – Графік погодинного споживання електричної енергії будівлі ДНЗ упродовж доби

Таблиця 3.6 – Споживання електроенергії упродовж доби будівлею ДНЗ

Години	Споживання електроенергії, кВт*год
01:00	1,884
02:00	1,884
03:00	1,884
04:00	1,884
05:00	1,884
06:00	1,884
07:00	17,728
08:00	18,448
09:00	20,648
10:00	33,4465
11:00	33,8205
12:00	39,37

Продовження таблиці 3.6

13:00	41,8635
14:00	35,5795
15:00	34,631
16:00	32,831
17:00	8,099
18:00	7,638
19:00	5,04
20:00	1,884
21:00	1,884
22:00	1,884
23:00	1,884
00:00	1,884

Так як у будівлі ДНЗ дах багато щипцевий та через це можливості для встановлення сонячних панелей там немає, то встановлення обладнання рекомендується на вільній, обмеженій ділянці землі на території закладу.

Згідно таблиці 3.6 максимальне споживання електроенергії становить майже 42 кВт/год. Пропонується встановлення електричної станції на 10,2 кВт для покриття частини споживання електроенергії, особливо у теплу пору року, коли більше сонячних днів та більшу електричну потужність може виробити сонячна панель.

Графік можливої генерації електроенергії сонячної станцією наведений на рисунку 3.5.

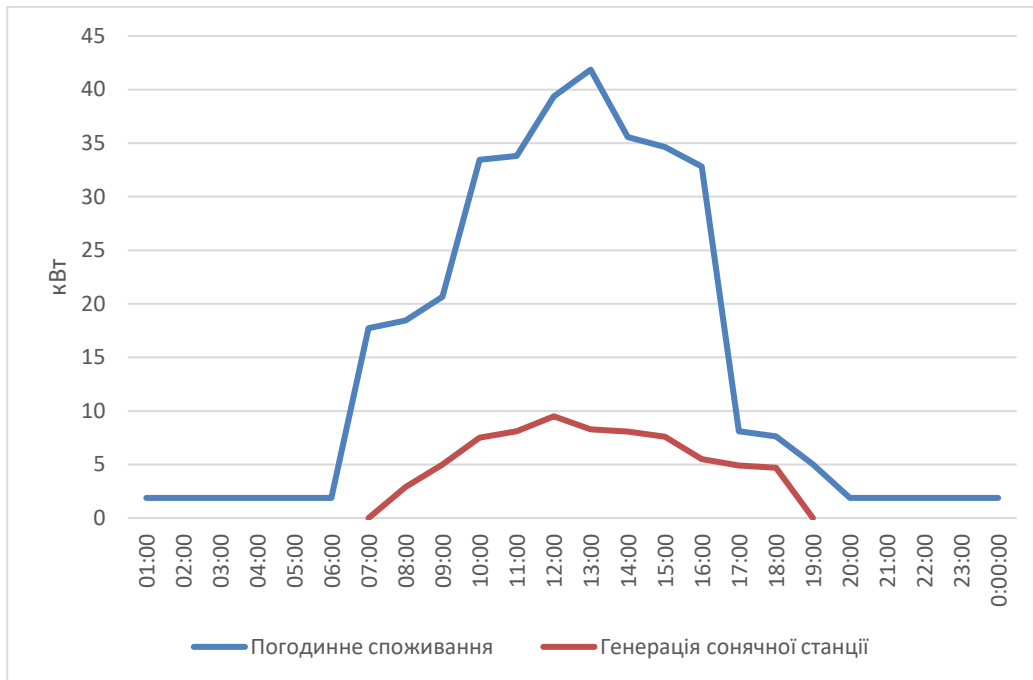


Рисунок 3.5 – Генерація електричної енергії сонячною станцією

Пропонується встановлення сонячних панелей ALTEK ALM-340M (рис. 3.5) з максимальною потужністю 340 Вт, КПД – 20,15% [17].

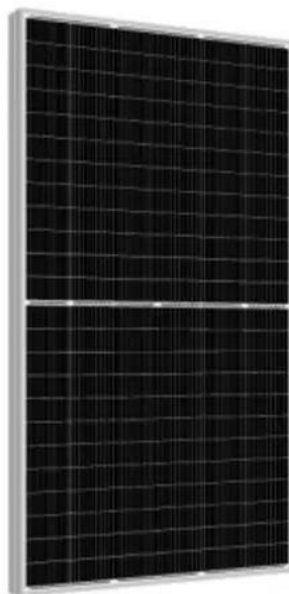


Рисунок 3.6 – ALTEK ALM-340M

Для розрахунку сонячних панелей необхідно брати до уваги окрім потужності споживачів ще й витрати енергії на роботу комплектуючих системи.

Необхідна кількість панелей N для обраної сонячної станції [18]:

$$N = \frac{10200}{P_{\text{пан}} * PR} \quad (3.20)$$

де: $P_{\text{пан}}$ – потужність однієї панелі, Вт;

PR – системні витрати – забруднення, затінення, нагрів в проводах і тд. [18]

$$N = \frac{10200}{340 * 0,7} = 43 \text{ од}$$

Площа, яка необхідна для сонячних панелей [18]:

$$S = a * b * N \quad (3.21)$$

де: a – ширина панелі;

b – довжина панелі.

$$S = 1,684 * 1,002 * 43 = 73 \text{ м}^2$$

Рекомендується інвертор Solis 3P10K-4G рис 3.6 [19]. Кількість енергії що проходить через інвертор за добу у середньому [18]:



Рисунок 3.6 – інвертор Solis 3P10K-4G

Для контролю напруги акумулятора використовується контролер заряду Y-SOLAR T20 LCD Dual Timer (12/24V 20A) рис 3.7 [22].



Рис 3.7 - Y-SOLAR T20 LCD Dual Timer (12/24V 20A)

Потужність установлених сонячної станції – 10,2 кВт, кут нахилу сонячних панелей відносно горизонту – 25° з орієнтацією на південь.

Кількість електричної енергії та відсоткове співвідношення виробленою станцією за рік наведена у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – генерація електричної енергії сонячною станцією за рік

Місяць року	Генерація за місяць, кВт*год	Генерація помісячно, %
Січень	61	0,642
Лютий	128	1,347
Березень	268	2,82
Квітень	1520	16,13
Травень	1420	14,95
Червень	1415	14,89
Липень	1136	11,96
Серпень	1436	15,12
Вересень	1127	11,87
Жовтень	343	3,61
Листопад	132	1,39

Продовження таблиці 3.7

Грудень	54	0,57
Всього	9040	100

Економія від впровадженого заходу:

$$9040 \text{ кВт} * 5,3 \text{ грн} = 47\,912 \text{ грн}$$

Витрати на встановлення станції наведені у таблиці 3.8.

Експлуатаційні витрати – 0 грн.

Таблиця 3.8 – Загальні витрати на встановлення

	Кількість, од.	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Сонячна панель	43	6747	241843
Акумулятор	1	2984	54975
Інвертор	1	58 725	58725
Контролер заряду	1	1 248	1248
Сонячний кабель	2	5 455	10910
Всього, $K_{\text{зах}}$			367701

При одномоментному здійсненні інвестиційних витрат NPV може бути визначений за формулою [11, пункт 3.2]:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (3.25)$$

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

I_0 – одномоментній 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 [11, пункт 3.2]:

$$PI = \frac{\sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t}}{I_0}, \text{ або } \frac{\text{приведена дисконтна вартість, грн}}{\text{чистий дохід, грн}}. \quad (3.26)$$

Внутрішня норма дохідності визначається за формулою [11, пункт 3.2]:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{t=0}^{t_3} \frac{I_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (3.27)$$

де: IRR - внутрішня норма дохідності.

Дисконтований термін окупності PP розраховується за формулою [11, пункт 2]:

$$PP = m + \frac{1 - P_m}{P_{m+1}}, \quad (3.28)$$

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.

Так як інвестиції були одномоментні, то показник NPV розраховується за формулою 3.25. Ставка приймається 10% (0,1) [11, пункт 3.2.1]. Для подальших розрахунків надана таблиця 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахунок дисконтованого методу NPV

рік	капітальні витрати	грошовий потык	чистий дохід	коефіцієнт дисконту	приведена диск вартість	чистий диск дохід
0	-367,70	0,00	-367,70	1,00	0,00	-367,70
1	0,00	47,91	-319,79	0,91	43,56	-324,14
2	0,00	47,91	-271,88	0,83	39,60	-284,55
3	0,00	47,91	-223,97	0,75	36,00	-248,55
4	0,00	47,91	-176,05	0,68	32,72	-215,83
5	0,00	47,91	-128,14	0,62	29,75	-186,08
6	0,00	47,91	-80,23	0,56	27,05	-159,03
7	0,00	47,91	-32,32	0,51	24,59	-134,45
8	0,00	47,91	15,60	0,47	22,35	-112,09
9	0,00	47,91	63,51	0,42	20,32	-91,77
10	0,00	47,91	111,42	0,39	18,47	-73,30
11	0,00	47,91	159,33	0,35	16,79	-56,51
12	0,00	47,91	207,24	0,32	15,27	-41,24
13	0,00	47,91	255,16	0,29	13,88	-27,36
14	0,00	47,91	303,07	0,26	12,62	-14,75
15	0,00	47,91	350,98	0,24	11,47	-3,28
16	0,00	47,91	398,89	0,22	10,43	7,15
17	0,00	47,91	446,80	0,20	9,48	16,63
18	0,00	47,91	494,72	0,18	8,62	25,25
19	0,00	47,91	542,63	0,16	7,83	33,08
20	0,00	47,91	590,54	0,15	7,12	40,20
21	0,00	47,91	638,45	0,14	6,47	46,68
22	0,00	47,91	686,36	0,12	5,89	52,56
23	0,00	47,91	734,28	0,11	5,35	57,91
24	0,00	47,91	782,19	0,10	4,86	62,78
25	0,00	47,91	830,10	0,09	4,42	67,20

Показник NPV розраховують за формулою 3.25:

$$NPV = 434,9 - 367,70 = 60,20$$

Результат розрахунку показує, що $NPV > 0$, це означає що запропонований захід є ефективним (прибутковим) та що проект може бути реалізований [11, таблиця 3.2]. Чистий дохід від заходу – 833,81 ти. Грн, чистий дисконтований – 60,20 тис. грн.

Індекс дохідності PI – чистий дохід підприємства з розрахунку на одиницю вартості інвестиційних вкладень [11]. PI розраховується по формулі 3.26:

$$PI = \frac{434,9}{367,70} = 1,18$$

$PI > 1$, то дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є інвестиційно привабливим [11, таблиця 3.4].

Норма доходності IRR - Під цим критерієм розуміють таку розрахункову ставку приведення, за якої дохід від реалізації проекту дорівнює приведеним витратам на здійснення, таким чином IRR – це така ставка дисконтування, за якої $NPV = 0$ [11]. Розрахунок IRR проведений у програмі Microsoft Excel та наведений у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Оцінка IRR (фрагмент таблиці Microsoft Excel) [11]

	A
Роки	Грошовий потік (економія), тис. грн
1	-367,701
2	47,912
3	47,912
4	47,912
5	47,912
...	...
25	47,912
Формула знаходження IRR	=ВСД(A1:A:25)
Результат	12%

При $IRR > r$ – проект можна приймати [11].

Дисконтований індекс окупності PP – період часу, за який дисконтовані доходи покривають величину дисконтованих інвестиційних витрат за проектом [11]. Розраховується за формулою 3.28:

$$PP = 14 + \frac{367,700 - 352,953}{10,43} = 15 \text{ років}$$

Висновок: цей захід з підвищення енергоефективності є доцільним до впровадження. Капітальні витрати, $I = 367,701$ тис. грн; експлуатаційні витрати – 0 грн; чиста економія за рік $P_t = 47,912$ тис. грн; індекс дохідності. $PI = 1,18$; внутрішня норма дохідності, $IRR = 12\%$; дисконтований термін окупності, $PP = 15$ років.

3.6 Висновки за розділом.

В цьому розділі роботи наведені рекомендовані заходи з підвищення енергоефективності будівлі ДНЗ № 36 "Червоненька квіточка" СМР для зменшення обсягів споживання теплової та електричної енергії. Всі запропоновані заходи мають економічне обґрунтування та термін окупності.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СУТИАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторі на об'єкті дослідження

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [25].

Шкідливий виробничий фактор - фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інтенсивність, тривалість та ін.) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків [26].

Об'єкт дослідження – будівля Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) №36 «Червоненька квіточка» м. Суми, Сумської міської ради. Будівля ДНЗ знаходиться за адресою: вул. Супруна 12, Суми, Сумська область, 40011.

У закладі 44 працівника та навчається 244 дитини. Загальний стан огорожувальних конструкцій будівлі ДНЗ здебільшого задовільний. Стіни будівлі виконані з керамзитобетону на цементно-піщаному розчині зі штукатуркою та мають декілька тріщин. Старі дерев'яні вікна здебільшого замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом. Будівля має 24 входи (15 на першому поверсі, 8 на другому та один у підвал) з тамбурами для зниження кількості холодного повітря під час відкривання дверей.

Можливі шкідливі виробничі фактори у будівлі ДНЗ:

- електробезпека;
- термічна безпека;
- пожежна безпека;
- мікроклімат;

- освітленість.

4.1.2 Електробезпека

Електробезпека — система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, статичної електрики і електромагнітного поля. Правила електробезпеки регламентуються правовими і технічними документами, нормативно-технічною базою. Знання про електробезпеку необхідні всім людям, особливо тим, хто виконує електротехнічне обслуговування [26]. Електричну небезпеку становить зокрема користування електричними приладами робітниками дитячого садка та електричне освітлення в приміщеннях, повний перелік електричного устаткування та засобів освітлення наведено у додатку Б та Б2.

З метою запобігання ураження електричним струмом, перелік необхідних заходів захисту [27]:

- основна ізоляція струмовідвідних частин;
- огорожі;
- бар'єри;
- розміщення поза зоною досяжності;
- захисне заземлення
- автоматизоване вимикання живлення.

4.2.2 Термічна безпека

До факторів термічної небезпеки у дитячому садку можна віднести прилади опалення та електричні плити на харчоблоці. Для захисту від опіків у приміщеннях

груп встановлені решітки на радіатори опалення та проводяться заняття з правил безпеки для дітей, а у харчоблоці – проведення заходів з охорони праці, шляхом проведення інструктажів з правил безпеки.

4.2.3 Пожежна безпека

За вибухопожежною та пожежною безпекою будівля дитячого садка відноситься до категорії Д [28] та забезпечені засобами для гасіння пожежі: вогнегасники мають необхідні позначення та інструкції щодо користування ними, пожежними відрами, лопатами, піском та іншим пожежним інвентарем; обладнання для гасіння пожеж перевіряється кожні пів року та мають необхідні акти.

4.2.4 Мікроклімат

Згідно санітарно-гігієнічного регламенту [29] температура повітря всередині приміщень будівлі ДНЗ в приміщеннях груп та інших осередках становить $+22^{\circ}\text{C}$, при нормативних $+19-23^{\circ}\text{C}$ [29]. У приміщеннях для занять фізкультурою та музикою - $+19^{\circ}\text{C}$, що також співвідносне з нормативним $+18-19^{\circ}\text{C}$.

У періодах коли у приміщеннях груп дітей немає – проводиться провітрювання, у приміщеннях спалень – до сну дітей та після [29].

У кожному приміщенні встановлені термометри для контролю повітря всередині приміщення, на вході встановлений термометр для контролю за температурою зовнішнього повітря.

4.2.5 Освітленість

Згідно санітарно-гігієнічних вимог до освітлення [29] всі основні приміщення, такі як: приміщення груп, зали для занять з музики та фізкультури, медичні кабінети, кабінети для працівників закладу мають природне освітлення з тривалістю інсоляції – більше трьох годин на добу.

У літню пору року для запобігання перегріву в яких знаходяться діти встановлені жалюзі або інші засоби для затінення.

В приміщеннях де знаходяться діти та персонал світильники встановлені рівномірно згідно вимог [29]. В спортивному залі світильники та вікна мають захисний шар від пошкоджень.

Розрахунок природнього освітлення приміщення для занять з музики.

Характеристики кімнати:

- ширина 9 м;
- довжина 12 м;
- висота 3 м;
- кількість вікон – 6 од.;
- висота вікна – 1,87 м;
- ширина – 1,95 м.

Нормоване значення коефіцієнта природнього освітлення (КПО) для четвертого світлового поясу України, e_{IV} , визначається, %, за формулою []:

$$e_{IV} = e_{III} \cdot t \cdot c ,$$

де e_{III} - нормоване значення КПО для III світлового поясу [30]. Для більшості адміністративно-управлінських приміщень, де огляд оточуючого простору при дуже короткочасному епізодичному розрізненні об'єктів при нормальній насиченості , в

яких виконуються роботи III розряду (середньої точності), для бокового освітлення $e_{III} = 0,9\%$ [30];

m - коефіцієнт світлового клімату (для України $m = 0,9$);

c - коефіцієнт сонячності. Для географічної широти м. Суми коефіцієнт сонячності дорівнює 1,0.

$$e_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,8\%$$

Фактичне значення коефіцієнта природного освітлення для досліджуваного приміщення можна вивести з формули [30]:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot \eta_0 \cdot K_3 \cdot K_{\text{буд}}}{\tau_0 \cdot r_1},$$

Звідки:

$$e_\phi = \frac{100 \cdot S_0 \cdot \tau_0 \cdot r_1}{S_n \cdot \eta_0 \cdot K_3 \cdot K_{\text{буд}}}$$

Де: S_0 – площа усіх вікон у приміщенні, м^2 ;

S_n – площа підлоги приміщення, м^2 ;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопроникності віконного прорізу. Для віконних прорізів адміністративно-управлінських будівель, які не обладнані сонцезахисними пристроями, $\tau_0 = 0,5$;

r_1 - коефіцієнт, який враховує відбиття світла від внутрішніх поверхонь приміщення. Для світлих приміщень із світлими меблями $r_{\text{ст}}$ можна орієнтовно взяти таким, що дорівнює 0,5, для темних – 0,3, для посередніх між ними – 0,4;

η_0 – світлова характеристика вікна;

$K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, який враховує затемнення вікон від інших будинків, якщо будинків немає, то $K_{\text{буд}} = 1$;

K_3 – коефіцієнт запасу. Для розрахунків приймаємо $K_3 = 1,5$.

$$e_{\phi} = \frac{100 \cdot 21.6 \cdot 0,5 \cdot 1.3}{108 \cdot 16 \cdot 1,5 \cdot 1} = 2,46 \%$$

Згідно нормативних показників для ігрових, їдалень, залів для музичних і фізкультурних занять мінімальний показник природньої освітленості – 1,5%.

ВИСНОВКИ

У роботі наведено результати проведення енергетичного обстеження будівлі ДНЗ №36 «Червоненька квіточка» СМР з урахуванням конструктивних особливостей.

Проведений аналіз споживання енергоресурсів показує що обсяги водоспоживання та електроспоживання відповідають нормативним показникам, а теплоспоживання ні.

Проведене далі тепловізійне обстеження для виявлення розташування температурних полів на поверхнях огорожувальних конструкцій будівлі показало що будівля має типові проблеми як підвищену температуру поверхні у місцях знаходжень опалювальних приладів так утових з'єднань.

Розрахунок теплових втрат та теплового балансу будівлі показало, що термічний опір конструктивних елементів не відповідає нормативним вимогам що дало змогу та розрахункове обґрунтування для наведення рекомендованих енергозберіжних заходів для підвищення ефективності та зменшення споживання теплової та електричної енергії. Всі запропоновані заходи мають економічні підстави та терміни окупності.

- запровадження системи моніторингу теплозабезпечення;
- утеплення стін.
- заміна ламп розжарювання на сучасні енергозберіжні;
- встановлення сонячних панелей.

Був проведений аналіз всіх потенційних небезпечних факторів, які можуть загрожувати працівникам або вихованцям закладу.

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. 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.
3. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72
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]: <https://gc.ua/uk/virobnichij-kalendar-v-ukraini/>
9. 3986 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 «Енергозбереження будівель і споруд»/ укладачі: С.С.Антоненко, В.М.Козін, Е.В.Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 50с.
10. ДБН В.2.2-4:2018. Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти. ПАТ «Український зональний науково-дослідний і проектний інститут по цивільному будівництву» (ПАТ «КІІВЗНДІЕП»). Розробники: Б. Губов; М. Коренюк, канд. Тех. Наук; В. Куцевич, д-р архіт. (науковий керівник). МІнрегіон України, 2018.
 11. 3517 Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проєктів для студентів спеціальності «Енергетичний менеджмент»/ укладачі: І. М. Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48 с.
 12. Національна мережа торгових центрів [Електронний ресурс]:
<https://epicentrk.ua> - Назва з екрану.
 13. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
 14. [Електронний ресурс]: http://rp5.ua/Архив_погоды_в_Сумах.
 15. 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
 16. Онлайн сервіс замовлення послуг у місті Суми [Електронний ресурс]:
<https://sumy.kabanchik.ua/ua/prices/category/uteplenie-fasadov> - Назва з екрану.
 17. Солнечная панель ALTEK ALM-340M монокристаллическая HALF-CELL [Електронний ресурс]: <https://rimax-group.com.ua/p1721826627-solnechnaya-panel-altek.html> - Назва з екрану
 18. Розрахунок геліосистеми з фотоелектричними перетворювачами [Текст]: метод. рек. до викон. розрахункової роботи для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» /Уклад: В.І Шкляр, В.В. Дубровська, – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 52 с.

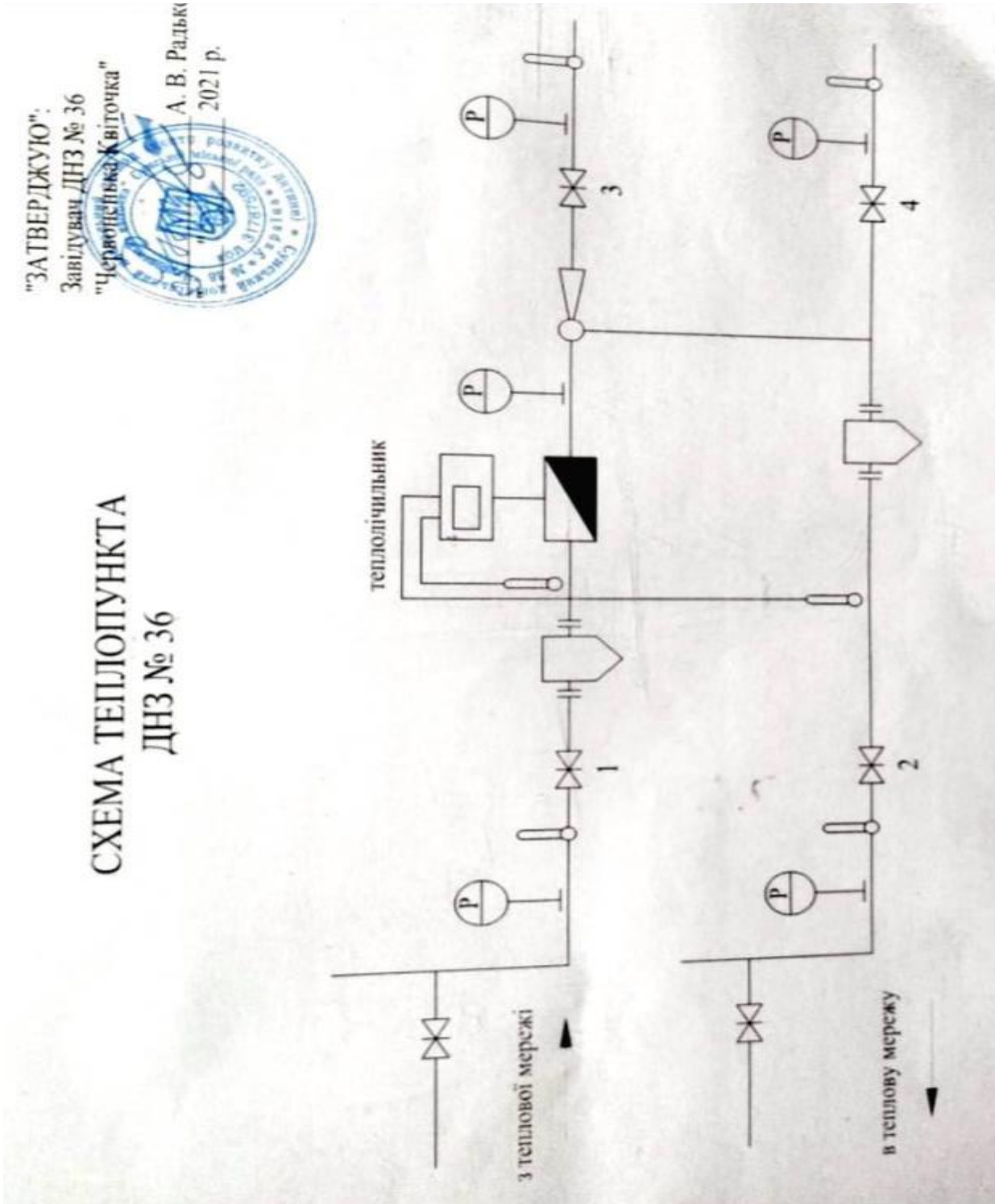
19. Мережевий інвертор Solis 3P10K-4G [Електронний ресурс]: <https://riseupcompany.com.ua/ua/p1504899650-setevoj-invertor-kvt.html> - Назва з екрану
20. Розрахунок сонячних панелей для будинку. Розрахунок сонячних батарей [Електронний ресурс] - <https://domvpavlino.ru/uk/calculation-of-solar-panels-for-the-house-calculation-of-solar-panels-energystock/> - Назва з екрану
21. Акумулятор автомобільний Bosch 52A (0 092 S40 020) [Електронний ресурс]: https://brain.com.ua/ukr/Akumulyator_avtomobilniy_BOSCH_52A_0_092_S40_020-p758331.html - Назва з екрану.
22. Контроллер заряда для солнечных батарей Y-SOLAR T20 LCD Dual Timer (12/24V 20A) [Електронний ресурс]: <https://prom.ua/p153006933-kontroller-zaryada-dlya.html> - Назва з екрану.
23. Карта солнечной активности в Украине [Електронний ресурс]: <https://www.solar-battery.com.ua/karta-solnechnoy-aktivnosti-v-ukraine/> - Назва з екрану.
24. Солнечный кабель КВЕ DB+ 6 mm² (100 м.), черный [Електронний ресурс]: <https://ecoteplo.com.ua/solnechnyy-kabel%27-kbe-db-%206-mm2-chernyy-100m> - Назва з екрану.
25. ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону праці [Електронний ресурс]: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> – Назва з екрану.
26. Про затвердження гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [Електронний ресурс] - <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0528282-01#Text> – Назва з екрану.
27. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці [Текст]: підруч. / В. Ц. Жидецький. — 3-тє вид., перероб. і доп. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2006. — 336 с. — ISBN 966-8013-11-5.
28. ДСТУ 3855-99 Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. РОЗРОБНИКИ: І.О. Харченко, канд. техн. наук (керівник розробки); Л.А. Присяжнюк; М.М. Хорошок (відповідальний

виконавець); В.М. Тюпа; Г.О. Савченко. Затверджуючий документ: Наказ від 19.03.1999 № 120/- 24 с.

29. Про затвердження Санітарного регламенту для дошкільних навчальних закладів [Електроний ресурс] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0563-16/conv#Text> – Назва з екрану.
30. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення – К: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій"; ТОВ "КИЇВПРОМЕЛЕКТРОПРОЕКТ"; Київський національний університет будівництва і архітектури МОН України. РОЗРОБНИКИ: Ю. Громадський (науковий керівник); С. Облакевич, відповідальний виконавець; М. Громадський; Г. Фаренюк, д-р техн. Наук та ін. Київ, Мінрегіон України, 2018.

ДОДАТОК А

Схема теплопункту ДНЗ № 36



ДОДАТОК Б

Таблиця Б – Перелік струмоприймачів та їх потужність

Перелік основного енергоспоживаючого обладнання в закладі освіти						
№ п/п	Назва, марка	Потужність, одиниці кВт	Кількість, шт	Час роботи на добу і приладу, год	Споживання на добу, кВт	
1	Холодильник LG	0.25	1	24	6	
2	Компютер	0.45	6	8	21,6	
3	Ноутбук	0.2	4	8	6,4	
4	Проектор	0.35	1	2	0,7	
5	Принтер	0.5	4	8	16	
6	Пилосос	1.5	1	0,5	0,75	
7	Опромінювач	0.06	2	0,75	0,09	
8	Телевізори	0.1	6	0,33	0,20	
9	Плита електрична ПЕД-4КІЙ-В	8	1	5	40	
10	Плита електрична ПЕД-4КІЙ-В	8	1	4	32	
11	Електричний котел КЕ-100	3.77	1	2	7,54	
12	Конвекційна піч	3,3	1	1	3,3	
13	Мясорубка ТМ-32	1,9	1	0,5	0,95	
14	Тістомістильна машина ТММ-1	2	1	0,5	1	
15	Протирочна машина МІПР 350М	1,0	1	0,25	0,25	
16	Картоплечистка МОК 150М	0,75	1	0,33	0,25	
17	Електрична витяжка	3	1	2	6	
18	Холодильник Снайга	0.25	1	24	6	
19	Холодильна шафа (СМ110-S)	0.4	3	24	28,8	
20	Пральна машина	2	3	8	48	
21	Граска	1.80	1	4	7,2	
22	Швейна машина з електричним приводом	0.3	1	4	1,2	
23	Прес гладільний	2.2	1	4	8,8	
	Сумарне споживання на добу				243,5	
	Споживання на місяць (22)				5346,56	

ДОДАТОК Б2

Таблиця Б2 – Інформація щодо освітлювальних приладів

Тип ламп	Загальна кількість ламп, од.	Потужність	Загальна потужність, кВт
Лампи розжарювання	39	100	39,1
	26	75	1,95
	9	60	0,54
Люмінесцентні лампи	37	18	0,666
Світлодіодні лампи	29	18	0,522
	72	12	0,84
	59	7	0,413
Світлодіодний світильник	4	50	0,2
	68	36	2,448
	2	30	0,06
Всього	345	X	18,623

ДОДАТОК В

Термограми із зазначенням місць втрат тепла у будівлі ДНЗ №36 «Червоненька квіточка»

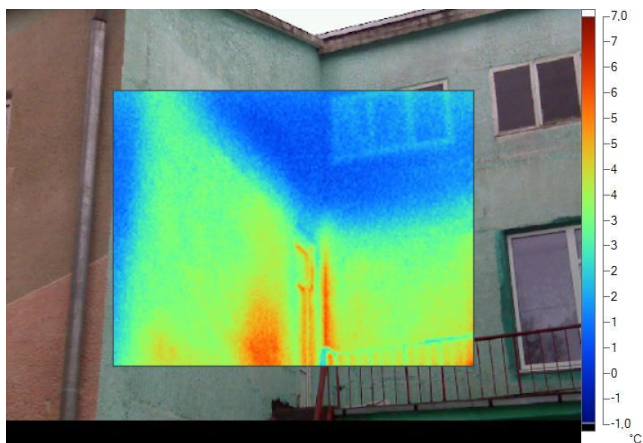
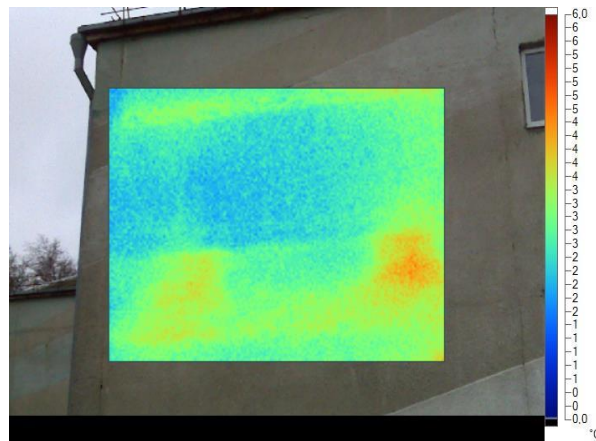
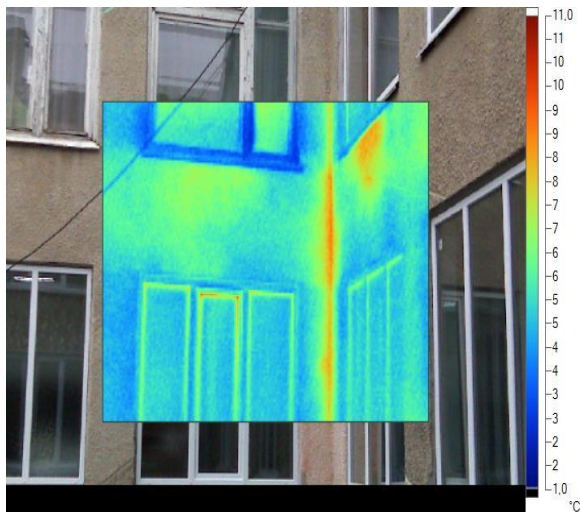
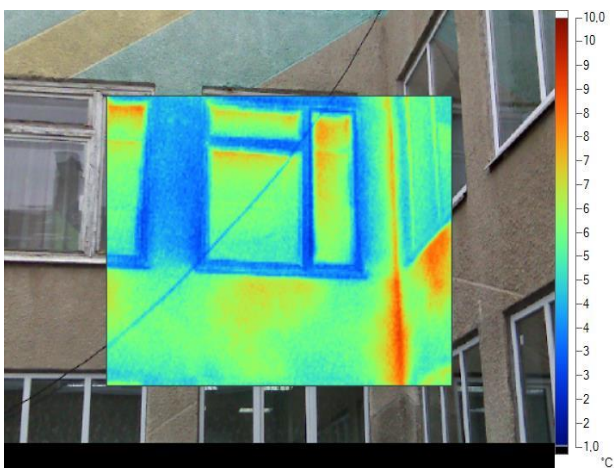


Рисунок В.1 – Термограми стану стін та кутових з'єднань



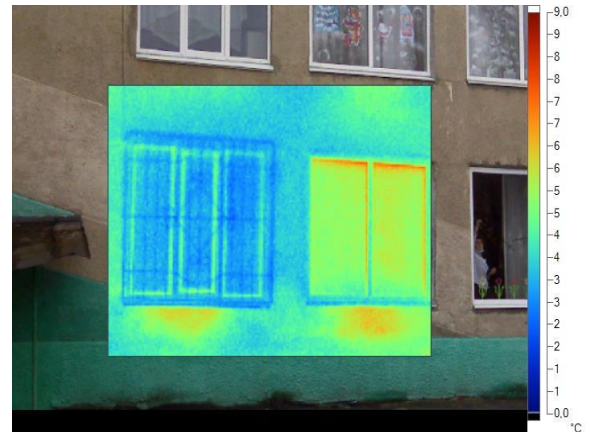
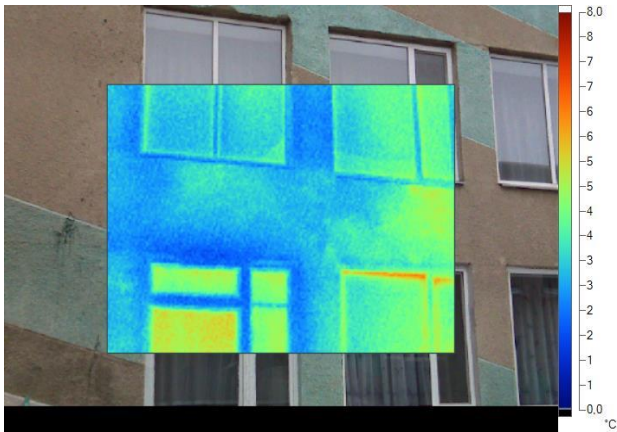


Рисунок В.2 – Термограми стану дерев'яних та пластикових вікон

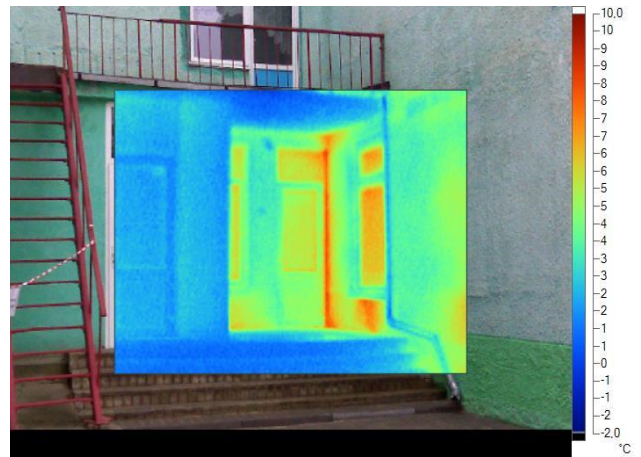
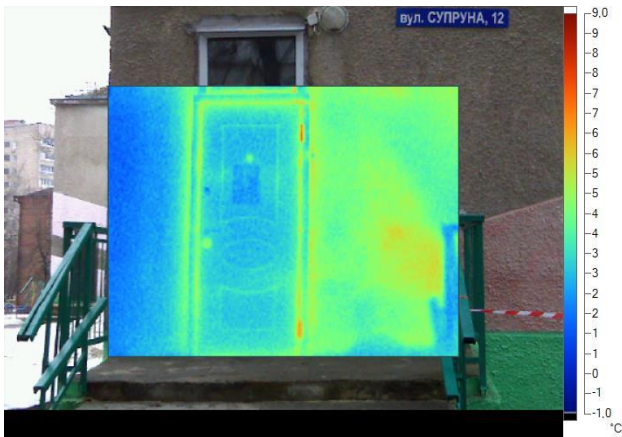


Рисунок В.3 – Термограми стану дверей

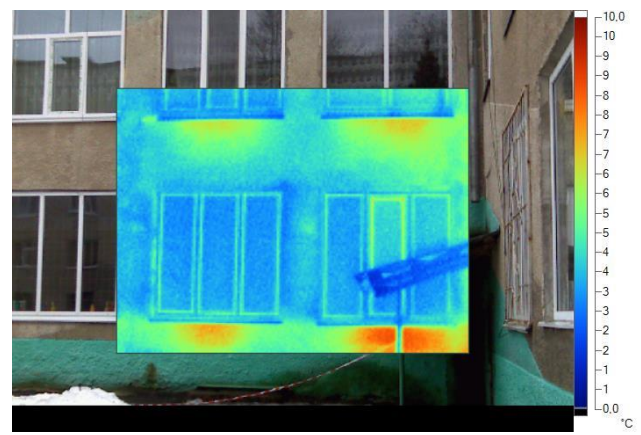
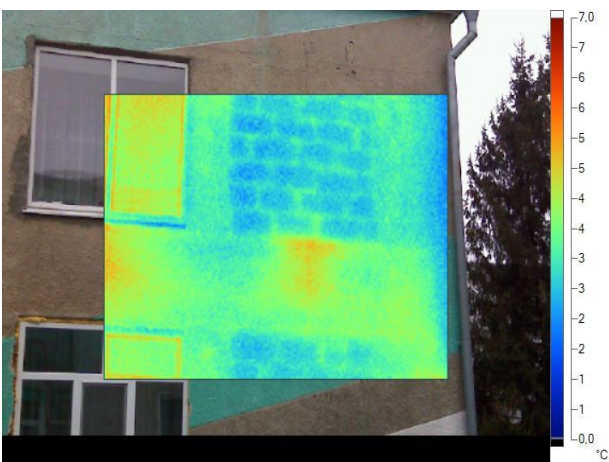


Рисунок В.4 – Термограми неоднорідності стін та її пошкодження