

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр
(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 144 Теплоенергетика,
(код та назва)

освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: «Енергетичне обстеження будівлі Сумського дошкільного закладу (ясла- садок) № 32 «Ластівка» з визначенням базових показників енергоспоживання та можливості впровадження технології альтернативного енергозабезпечення»

Здобувача групи ЕМ.м-32 Шевцова Артема Сергійовича
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Артем ШЕВЦОВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

доц. к.т.н. Сергій САПОЖНИКОВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2024

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри СОТНИК Микола

« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

здобувача

Шевцова Артема Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Енергетичне обстеження будівлі Сумського дошкільного закладу (ясла-садок) № 32 «Ластівка» з визначенням базових показників енергоспоживання та можливості впровадження технології альтернативного енергозабезпечення».

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2024 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 08.12.2024 р

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

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика випускної роботи);

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

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

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

Загальні висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 21.10 до 17.11.2024	
2	Захист переддипломної практики	до 20.11.2024	
3	Виконання 1-го розділу	до 17.11.2024	
4	Виконання 2-го розділу	до 27.11.2024	
5	Виконання 3-го розділу	до 05.12.2024	
6	Представлення виконаної роботи	до 08.12.2024	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 14.12.2024	
8	Проведення захисту роботи	з 16.12 до 20.12.2024	

5 Дата видачі завдання 21.10.2024 р

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 60 сторінок, 15 рисунків, 12 таблиць, 3 додатки, 26 літературних джерела.

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

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- характеристика об'єкту енергетичного обстеження;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка можливих енергозбережних заходів.

Предметом дослідження є енергетичні процеси в системах енергопостачання та енергоспоживання будівлі СДНЗ № 32 «Ластівка».

Об'єкт дослідження: будівля СДНЗ № 32 «Ластівка».

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РЕСУРС, ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА, ОСВІТЛЕННЯ.

Тема роботи – «Енергетичне обстеження будівлі Сумського дошкільного закладу (ясла- садок) № 32 «Ластівка» з визначенням базових показників енергоспоживання та можливості впровадження технології альтернативного енергозабезпечення»

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження	9
1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.....	10
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта	10
1.3.1 Система теплопостачання	10
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання.....	11
1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування.....	12
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв	12
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	15
1.4 Опис методів та приладів для проведення вимірювань.....	15
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	17
1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води	17
1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	17
1.6.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	19
1.6.3 Аналіз обсягів споживання води	20
1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	22
1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії.....	22
1.7.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....	24
1.7.3 Техніко-економічний аналіз споживання води.....	24
1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі.....	25
1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....	25
1.8.2 Розрахунок теплонадходжень.....	32
1.9 Висновки за розділом.....	35
2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	37

2.1	Опис можливих енергозберезних заходів.....	37
2.2	Розрахунковий аналіз можливих енергозберезних заходів	39
2.2.1	Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі.....	39
2.2.2	Встановлення сонячної електростанції.....	43
2.2.3	Встановлення вітрогенератора.....	46
2.3	Висновки за розділом.....	48
3.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	49
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	49
3.2	Розрахунок аварійного освітлення.....	52
	ВИСНОВКИ.....	53
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
	ДОДАТОК А	58
	ДОДАТОК Б	59
	ДОДАТОК В	60

ВСТУП

Об'єкти енергетичної інфраструктури України уже тривалий час перебувають під цілеспрямованою атакою ворога. Внаслідок завданих ударів, з ладу виведено значну частину генеруючих установок, які забезпечують виробництво електроенергії [1]. В таких умовах енергосистема не може функціонувати стабільно, як це було раніше, до війни [1].

У разі пошкоджень об'єктів енергетичної інфраструктури у певних районах, постачання електроенергії відбувається за тимчасовими схемами, які не завжди, особливо, в періоди пікового навантаження, можуть забезпечити стабільну передачу потужності, яка необхідна споживачам. Для прикладу, якщо постачання у населеному пункті забезпечується декількома лініями, і одна із пошкоджена, то кількість споживачів і їхні потреби залишаються незмінними, а ліній вже на одну менше [1].

Тому, щоб не допустити масових і тривалих відключень електроенергії для житлового сектору, а також уникнути обмежень електропостачання для критично важливих об'єктів соціальної інфраструктури, усі споживачі і населення, і бізнес, мають свідомо підійти до використання електроенергії. Потреба в економії електроенергії має стати звичкою для кожного українця, допоки триває війна. Обмеження електропостачання необхідні для збалансування системи виробництва, передачі та споживання електроенергії [1].

Відновлювані джерела енергії вважались світовою спільнотою, в першу чергу, інструментом боротьби з невідвратною зміною клімату та скорочення викидів вуглецю. Сьогодні, вітрова, сонячна, біо, мала гідро та воднева енергетики є запорукою енергетичної безпеки та незалежності держав, а її собівартість є значно нижчою за викопне паливо [2].

Географія розташування об'єктів ВДЕ різниться за відновлюваним джерелом енергії, що є природньо і відповідає природному потенціалу ВДЕ того чи іншого регіону. Якщо вітрові електростанції розташовані переважно в південному, південно-східному регіонах, в першу чергу на узбережжі Чорного та Азовського

морів — приблизно 85%, то сонячна генерація поширена набагато ширше, проте знов таки, близько 60% промислових сонячних електростанцій зосереджені у південних та південно-східних областях України [2].

З переходом на ВДЕ, енергія як така перестане бути інструментом політичного чи військового впливу однієї країни на іншу. Майже усі війни, що відбувались у світі до сьогодні, були пов'язані з енергетикою і боротьбою за енергетичні ресурси: нафту, газ, вугілля, тощо. Україна, зокрема, є тією країною, яка протягом 31 року незалежності, намагається вижити в умовах постійного енергетичного шантажу і тиску з боку російської федерації [2].

Об'єктом енергетичного аудиту є Сумський дошкільний навчальний заклад № 32 «Ластівка», що знаходиться за адресою м. Суми вул. Гарбузівська, 76.

Призначенням даного енергетичного аудиту: оцінка рівня ефективності та реального стану систем постачання енергоресурсів в будівлі.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного аудиту є будівля Сумського дошкільного навчального закладу № 32 «Ластівка» СМР. Адреса будівлі: м. Суми, вул. Гарбузівська, 76.

Будівля введена в експлуатацію в 1994 році. Має два поверхи та неопалювальний підвал. Головний фасад зорієнтований на схід.

Зовнішній вигляд фасаду будівлі зображений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд фасаду будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації на об'єкті енергоаудиту:

- опалювальна площа 1250 м²;
- опалювальний об'єм 4950 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами 5240,2 м³.

Станом на 29.10.2024 рік у закладі працює 20 працівників та перебуває 70 дітей.

Графік роботи будівлі – 5-ти денний робочий тиждень. Вихідні дні – субота та неділя.

Робочий день у будівлі розпочинається о 08⁰⁰, та закінчується о 17⁰⁰.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

При обстеженні даної будівлі було встановлено, що стіни будівлі виконані з цегли на яку нанесена декоративна плитка. Видимих дефектів не виявлено.

У будівлі встановлені двокамерні вікна в пластикових рамах. Зовнішніх дефектів заповнення світлопрозорих конструкцій не виявлено.

Підлога будівлі - залізобетонна конструкція, з бетонним шаром та плиткою. Дефектів не виявлено.

Стеля будівлі складається з залізобетону, шару утеплювача (керамзит) та рубероїду. Дефектів не виявлено.

Зовнішні двері будівлі дерев'яні. Повітряна та телова завіси відсутні.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

1.3.1 Система теплопостачання

Система теплопостачання закладу є централізованою. Надавач послуг – ТОВ «Сумитеплоенерго». Теплопостачання відбувається від Котельні по вул Гарбузівська, 96 (Додаток А).

В тепловому пункті встановлений модульний блок з погодозалежним регулюванням з насосною групою (рис 1.2).

Схема теплового пункту наведена в додатку Б.

Будівля обладнана двотрубною системою опалення з нижньою розводкою. Система опалення складається з чавунних радіаторів типу МС-140. Подаючий та зворотній трубопровід системи опалення має діаметр Ø 40 мм. Для ізоляції трубопроводів у неопалюваних приміщеннях використовується мінеральна вата.

Терморегулюючі клапани перед опалювальними приладами відсутні.



Рисунок 1.2 – Модульний блок системи опалення [3]

Встановлена система моніторингу споживання теплової енергії. Вона дозволяє в режимі он-лайн відслідковувати фактичне теплоспоживання будівлі, визначати його прогнозне значення та проводити порівняння між фактичним і прогнозним показниками відповідно до зміни температури навколишнього середовища.

При обстеженні явних дефектів в системі опалення виявлено не було.

1.3.2 Система електропостачання

Електрична енергія до будівлі садочку подається згідно договору з ТОВ «Енера-Суми» (№500 від 20.08.2022 року). Трансформаторна підстанція знаходиться за територією закладу. Живлення здійснюється кабелем ААБ 3х70. Дефектів в електропостачанні виявлено не було.

1.3.3 Система водопостачання

Будівля має централізовану систему водопостачання та водовідведення. Здійснюється КП «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 453. Вода до

будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=0,3$ МПа.

Циркуляція води відбувається від тиску в мережах. Основними споживачами води є працівники, діти та відвідувачі будівлі.

Водовідведення відбувається по пластиковій трубі Ø80 мм до центральної каналізаційної системи міста.

1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування

Система вентиляції в будівлі - природня.

1.3.5 Система обліку енергетичних ресурсів

Під час обстеження теплового пункту було встановлено, що на вводі до будівлі встановлений тепловий лічильник типу SENSUS «PolluTherm – EX», (рис 1.3), термін повірки якого 19 серпня 2022 р.



Рисунок 1.3 – Лічильник теплової енергії [4]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики лічильника теплової енергії [4]

Назва параметру	Значення параметру
Виробник	Італія
Живлення приладу	Літієва батарейка, 3.6 В.
Довжина кабеля	4 м
Тип встановлення	Горизонтальний
Міжповірочний інтервал	4 роки

При обстеженні було встановлено, що облік споживання електроенергії на потреби внутрішнього освітлення та побутові потреби здійснюється за допомогою лічильника активної енергії типу НІК 2301 АП1В (рис 1.4), який встановлений в електрощитовій в будівлі.



Рисунок 1.4 – Лічильник електричної енергії [5]

Технічні характеристики лічильника наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики лічильника електричної енергії [5]

Параметр	Характеристика
Номінальна напруга	220 В
Клас точності	2.0
Номінальна сила струму	5,5А
Діапазон робочих напруг	143 В-253 В
Ступінь захисту	IP54

Облік споживання холодної води здійснюється за допомогою лічильника холодної води типу Новатор ЛК-15Х (рис 1.5), який встановлений в підвалі будинку.



Рисунок 1.5 – Лічильник обліку холодної води [6]

Технічні характеристики лічильника наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики лічильника холодної води [6]:

Параметр	Характеристика
Номінальна витрата	1.5 м ³ /час
Максимальна витрата	3.0 м ³ /час

Продовження таблиці 1.3

Перехідна витрата	0,12 / 0,15 м ³ /час
Мінімальна витрата	0,03 / 0,06 м ³ /час
Максимальний робочий тиск води	1 МПа
Номінальний діаметр	G3/4-В мм

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 31.10.2024 р. тарифи на енергоносії та воду становлять з ПДВ згідно наданої інформації складають:

теплова енергія – 4101,43 грн/Гкал;

водопостачання – 15,98 грн/м³;

водовідведення – 16,67 грн/м³;

електрична енергія – 6,2 грн / кВт·год.

1.4 Опис методів та приладів для проведення вимірювань

Під час енергетичного обстеження в будівлі Сумського дошкільного навчального закладу № 32 «Ластівка» використовувались прилади: пірометр, далекомір, універсальний вимірювач.

Пірометр використовувався для вимірювань температури поверхонь безконтактним способом (рис 1.6).



Рисунок 1.6 – Неконтактний пірометр МТ-4 фірми Fluke[7]

Fluke 64 MAX - це інфрачервоний пірометр, який вимірює температуру поверхні в діапазоні від -30°C до $+600^{\circ}\text{C}$. Випромінювальну здатність можна регулювати від 0,1 до 1, що робить його придатним для будь-яких матеріалів, а оптична роздільна здатність 10:1 дозволяє проводити вимірювання на безпечних відстанях [7].

Для вимірювання геометричних розмірів приміщення використовувалась лазерна рулетка (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Лазерна рулетка [8]

Для виміру вологості повітря використовувався універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси testo 605-h1 (рис 1.8).



Рисунок 1.8 - Універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси testo 605-h1 [9]

1.5 Аналіз результатів вимірювання

Вимірювання проводилось 06.11.2024 р. Температура зовнішнього повітря становила: +2⁰С.

Вимірювані параметри склали:

1) середня температура повітря по кімнатах будівлі склала $T_{в} = 22$ ⁰С, що відповідає санітарним вимогам [10].

2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 55$ ⁰С; $T_2 = 40$ ⁰С (згідно показань пірометра).

3) відносна вологість повітря – 55%, що відповідає вимогам норм і правил [10].

1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води

На об'єкті ведеться щомісячний облік споживання теплової енергії, електричної енергії та холодної води.

1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Помісячне споживання теплової енергії у 2021, 2022, 2023 та 2024 роках наведено в таблиці 1.4 та на рисунку 1.6 в одиницях виміру на основі даних системи моніторингу.

Таблиця 1.4 – Величина споживання теплової енергії за 2021 – 2024 роки, Гкал

Місяці	2021 рік, Гкал	2022 рік, Гкал	2023 рік, Гкал	2024 рік, Гкал
Січень	38,2	37,0	38,4	38,1
Лютий	37,5	29,2	36,8	34,6

Продовження таблиці 1.4

Березень	32,4	12,1	34,7	33,5
Квітень	15,6	5,6	16,7	0
Травень	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0
Жовтень	23,4	22,6	23,4	0
Листопад	35,1	34,8	36,9	0
Грудень	36,4	35,9	36,8	-
Всього	218,6	177,2	223,7	-

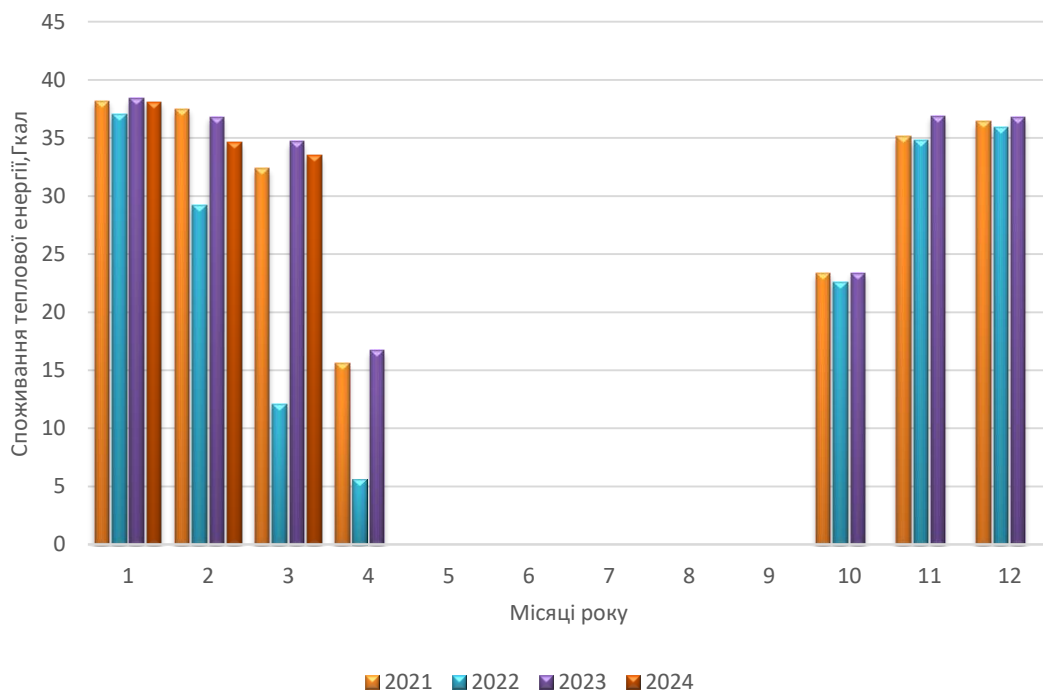


Рисунок 1.9 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2024 роки

З діаграми споживання теплової енергії видно, що її споживання відбувається тільки в опалювальний період. Споживання більш-менш рівномірне. Це пояснюється контролем за споживанням та встановленими лімітами.

Найменше теплової енергії споживалось в лютому та березні місяці 2022 року. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням росії на територію України. Дитячий садочок в цей час не працював. Споживання теплової енергії було мінімальним.

1.6.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Помісячне споживання електричної енергії у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.5 та на рисунку 1.10 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку електроенергії наданих на об'єкті енергетичного обстеження.

Таблиця 1.5 – Величина споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки

Місяці	2021 рік, кВт·год	2022 рік, кВт·год	2023 рік, кВт·год
Січень	1850	1875	1840
Лютий	1790	865	1805
Березень	1756	210	1698
Квітень	1698	350	1652
Травень	1650	480	1648
Червень	1625	1595	1598
Липень	1600	1620	1590
Серпень	1598	1590	1589
Вересень	1740	1710	1700
Жовтень	1753	1720	1710
Листопад	1769	1756	1765
Грудень	1810	1800	1805
Всього	20639	15571	20400

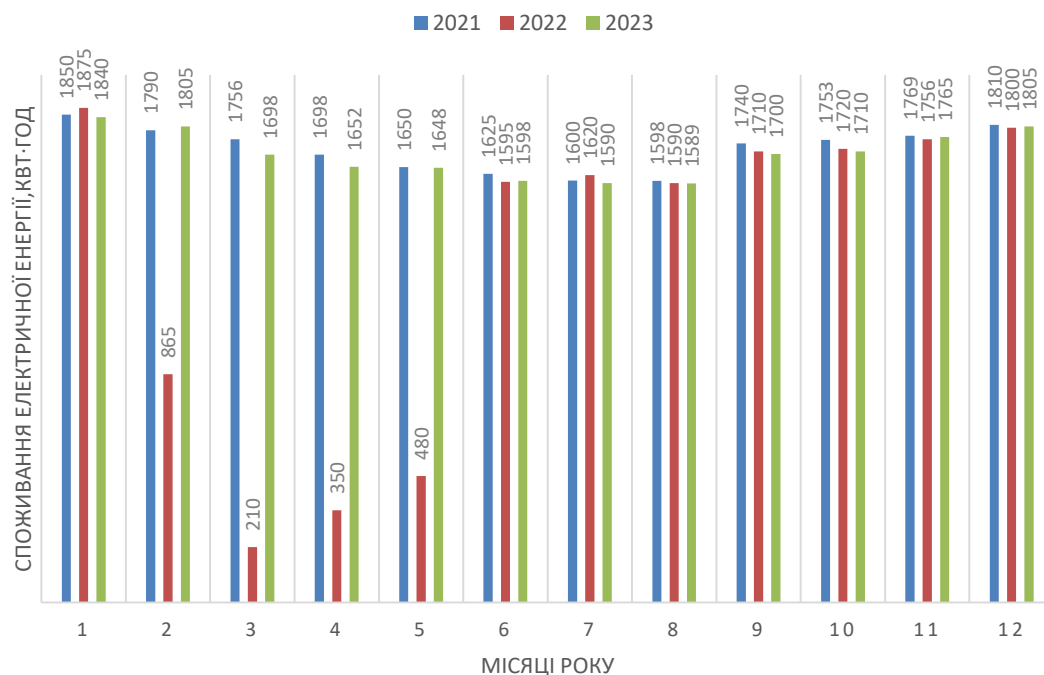


Рисунок 1.10 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2023 роки

З діаграми споживання електроенергії видно, що зростання рівня споживання електричної енергії відбувається в восени та взимку. В цей період більше використовується штучних джерел освітлення.

В 2021 та 2023 році рівень споживання майже не змінний. Це пояснюється контролем за режимами споживання електричної енергії та встановленими лімітами.

Найменше електричної енергії споживалося в 2022 році. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням росії на територію України. Заклад працював в дистанційному режимі.

1.6.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.4 та на рисунку 1.11 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку води об'єктів.

Таблиця 1.6 – Споживання холодної води за 2021-2023 роки

Місяці	2021 рік, м ³	2022 рік, м ³	2023 рік, м ³
Січень	60	59	48
Лютий	55	42	46
Березень	55	6	42
Квітень	52	15	39
Травень	50	16	42
Червень	49	25	40
Липень	48	36	38
Серпень	46	42	39
Вересень	47	41	42
Жовтень	50	39	38
Листопад	56	38	37
Грудень	62	40	40
Всього	630	399	491

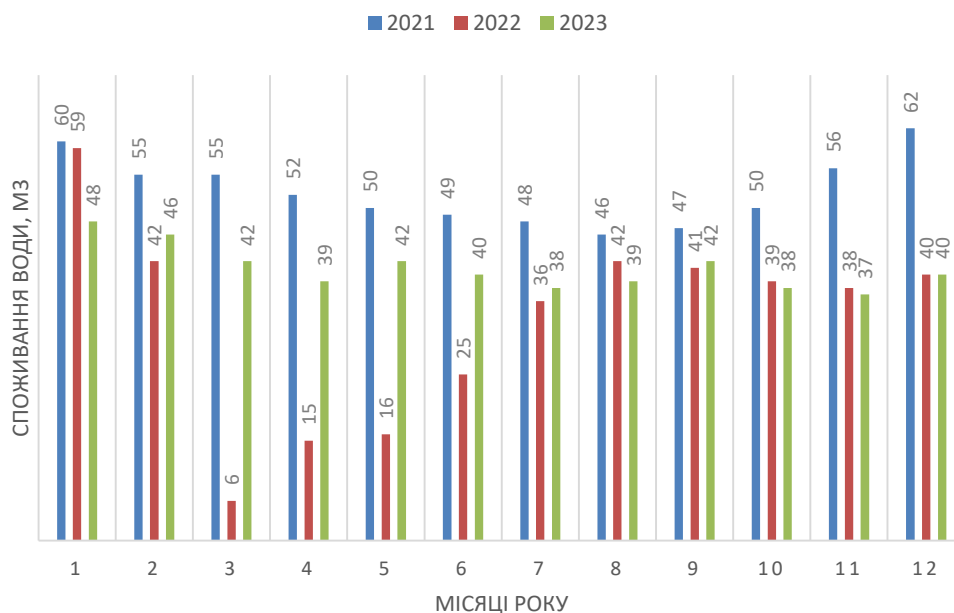


Рисунок 1.11 - Діаграма споживання води за 2021-2023 роки

Як видно з діаграми рівень споживання води в 2021-2023 році майже не змінний. Це пов'язано з контролем за режимом споживання та лімітами.

Найменше води споживалося в 2022 році. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням росії на територію України. Кількість відвідувачів у будівлі була мінімальною.

1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

Питома енергопотреба (EP) – показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі [11]:

$$EP_{use} = \frac{Q_H}{A_f}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

де Q_H – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

A_f – опалювальний об'єм будівлі, м³.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [11]:

$$EP_{use} \leq EP_p, \quad (1.2)$$

де EP_{use} – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_p – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, кВт год/м³ [11].

Нормативна питома енергопотреба для будівель закладів освіти згідно [11]:

$$EP_p = [55\lambda bcsi + 24] \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,032 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих об'єктом енергетичного обстеження облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення будівлі за опалювальний рік становлять:

- за 2021-2022 рік – $Q_{\text{оп}} = 218,6$ Гкал;
- за 2022-2023 рік – $Q_{\text{оп}} = 177,2$ Гкал;
- за 2023-2024 рік – $Q_{\text{оп}} = 223,7$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2021-2022 рік – $EP = 0,044$ Гкал/м³;
- за 2022-2023 рік – $EP = 0,036$ Гкал/м³;
- за 2023-2024 рік – $EP = 0,045$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,042$ Гкал/м³.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою, згідно [11]:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{EP_{\text{use}} - EP_p}{EP_p} \right) \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{0,042 - 0,032}{0,032} \right) \cdot 100\% = 30\%$$

Згідно з [11] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «D».

Такий стан усіх технічних та конструктивних елементів, що визначають енергоефективність процесів виробництва та підтримання теплового балансу в будівлі, слід вважати таким, що не відповідає сучасним вимогам енергоефективності.

1.7.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням.

Згідно з [12] норма споживання електричної енергії для бюджетних установ з електрифікованими харчоблоками на дитину складає 380 кВт·год/дитину.

$$\text{- 2021 рік: } \frac{20639 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{70 \text{ учнів}} = 294 \text{ кВт}\cdot\text{год/дитину};$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{15571 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{70 \text{ учнів}} = 222 \text{ кВт}\cdot\text{год/дитину}.$$

$$\text{- 2023 рік: } \frac{20400 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{70 \text{ учнів}} = 291 \text{ кВт}\cdot\text{год/дитину}.$$

Для будівлі фактичне споживання не перевищує нормоване, що є задовільним показником.

1.7.3 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [13]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 40 л/добу.

$$\text{- 2021 рік } \left(\frac{620000 \text{ л}}{70 \text{ учнів}} \right) / 280 \text{ днів} = 31,6 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2022 рік } \left(\frac{3990000 \text{ л}}{70 \text{ учнів}} \right) / 280 = 20,3 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2023 рік } \left(\frac{491000 \text{ л}}{70 \text{ учнів}} \right) / 280 \text{ днів} = 25,5 \text{ л/добу}.$$

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення не перевищують нормовані. Це є гарним показником.

Для наочності і пошуку можливих джерел економії фінансових коштів наведемо діаграму вартості спожитих електричної енергії, теплової енергії та води за 2023 рік. Дана діаграма зображена на рисунку 1.4

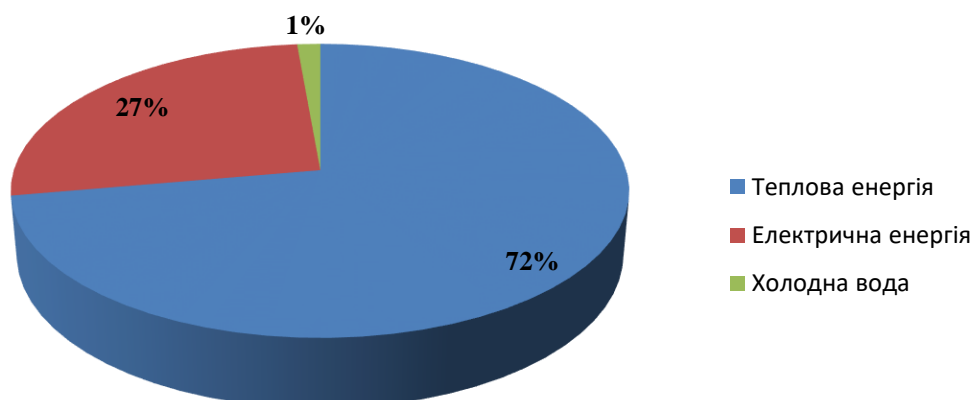


Рисунок 1.12 – Вартість спожитих енергоресурсів та води за 2023 рік

1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі

Розрахунки системи енергопостачання будівлі виконано згідно методики [14].

1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K / Wt$ повинний бути не менше за вимагаємих значень $R_{q min}$, які визначаються

виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [14].

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}, \quad (1.4)$$

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

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

Мінімально допустиме значення, $R_{q min}$, опору теплопередачі непрозорих огороджувальних конструкцій, світлопрозорих огороджувальних конструкцій, дверей та воріт промислових будинків встановлюється згідно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (1.5)$$

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

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [14];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку.

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma пр}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, непрозорої огороджувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (1.4) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_г} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_г} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (1.6)$$

де $\alpha_в$, $\alpha_з$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К);

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (1.2), м²·К/Вт.

Розрахунок тепловтрат

При дотриманні оптимальних умов теплового балансу приміщень будинків необхідно щоб виконувалася в них умова рівності між тепловтратами і теплонадходженнями.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень згідно [14]:

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_0 + \sum Q_d + \sum Q_{inf} + \sum Q_в, \text{ Вт} \quad (1.7)$$

де $\sum Q_0$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

$\sum Q_d$ – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

$\sum Q_{inf}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\sum Q_в$ – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, стелі, світлові прорізи, двері, підлоги)

$$Q_0 = \frac{F_{\text{озр}}}{R_{\Sigma\text{пр}}} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1.8)$$

де $F_{\text{озр}}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

$R_{\Sigma\text{пр}}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), м²·°C/Вт [14];

$t_6, t_{3,p}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C ;

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

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються по наступному вираженню

$$\sum Q_0 = \sum Q_{\text{ст}} + \sum Q_{\text{стл}} + \sum Q_{\text{вкн}} + \sum Q_{\text{з.д}} + \sum Q_{\text{ndl}}, \text{ Вт} \quad (1.9)$$

де $\sum Q_{\text{ст}}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

$\sum Q_{\text{стл}}$ – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), Вт;

$\sum Q_{\text{вкн}}$ – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, Вт;

$\sum Q_{\text{з.д}}$ – сумарні втрати теплоти через ворота, обчислені для приміщень у яких є вихід на зовнішню сторону будинку, Вт ;

$\sum Q_{\text{ndl}}$ – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті, Вт.

Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції

Додаткові втрати тепла через огорожувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів, що підвищують величини основних тепловтрат на деякі частки від їхніх значень.

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків

$$\Sigma Q_{op}^{\partial} = \Sigma Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (1.10)$$

де ΣQ_{cm} – сумарні тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу [14].

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами

$$\Sigma Q_{ndl}^{\partial} = 0,13 \cdot Q_{ndl}, \text{ Вт} \quad (1.11)$$

де Q_{ndl} – втрати теплоти через неутеплені підлоги, Вт.

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\Sigma Q_{\partial} = \Sigma Q_{op}^{\partial} + \Sigma Q_{\partial}^{\partial} + \Sigma Q_{ndl}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (1.12)$$

де: ΣQ_{op}^{∂} – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

$\Sigma Q_{\partial}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\Sigma Q_{ndl}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря [14].

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_в - t_{з.р}) \cdot n_в, \text{ Вт} \quad (1.13)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$ [14];

$t_в, t_{з.р}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{С}$;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м^2 .

$n_в$ – кількість однотипних вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері

З урахуванням дії вітру масова витрата повітря, що уривається через відкриті двері, може бути визначена за рівнянням [14]:

$$G_{вр} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (1.14)$$

де B і H – ширина та висота дверей відповідно, м;

k_q – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8) [14];

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$ [14];

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с ; II-а кліматична зона – $2,1 \text{ м/с}$) [14];

$\Delta\rho$ – різниця густин повітряних мас ($\Delta\rho = \rho - \rho_c$), кг/м^3 ;

ρ_c – середня густина повітряних мас, кг/м^3 (при нормальних умовах $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_в + t_{ср.он})]} \quad (1.15)$$

де $t_{cp.on}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С;

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у двері без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{ep}^{inf} = G_{ep} \cdot c \cdot (t_в - t_{з.р}) \cdot k_в, \text{ кВт} \quad (1.16)$$

де G_{ep} - масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с;

c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [14];

$t_в$ і $t_{з.р}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$k_в$ – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкриття воріт протягом години.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

$$Q_{з.д}^{inf} = 0,28 \cdot G_{з.д} \cdot c \cdot (t_в - t_з), \quad (1.17)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;

$t_в$, $t_{з.р}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$G_{з.д}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год:

$$G_{з.д} = b_{н.д} \cdot L_{н.д} \cdot v_{cp.н.д} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (1.18)$$

де $b_{н.д}$ – ширина встановленої дверної або іншої нещільності (приймається 5 мм), м;

$L_{н.д}$ – довжина нещільності (береться загальний периметр дверей), м;

$v_{\text{ср.н.д}}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається 0,8 м/с), м/с [14];

m_n – маса 1 м³ повітря (для практичних розрахунків беруть $m_n = 1,3$ кг).

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{\text{інф}} = Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + Q_{\text{ер}}^{\text{інф}} + Q_{\text{з.д}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (1.19)$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_v = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_v - t_{\text{з.р}}) \cdot n_k \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (1.20)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [14];

t_v і $t_{\text{з.р}}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$V_{\text{п}}$ – внутрішній об'єм приміщення, м³;

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3$ кг/м³ [14];

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹ (за умовою завдання);

k_v – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається $k_v=0,85$) [13].

1.8.2 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (1.21)$$

де q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (1.22)$$

де N_{el} – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

k_{II} – коефіцієнт завантаження;

η – ККД електроустаткування;

k_T – коефіцієнт переходу тепла в приміщення;

k_c – коефіцієнт попиту на електроенергію;

Теплонадходження від джерел освітлення

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_з, \text{ Вт} \quad (1.23)$$

де N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

$k_з$ – коефіцієнт завантаження освітлення;

n_l – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{ол}, \text{ Вт} \quad (1.24)$$

де q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м² скління, освітленого сонцем і перебуваючого в тіні, Вт/м² ($q_c=250$ Вт/м²; $q_T=100$ Вт/м²);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м²;

$k_{O.P}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу ($k_{O.P}=0,6$) [14].

Сумарні теплонадходження

$$Q_{mn} = Q_l + Q_{el} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (1.25)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{mn}, \text{ Вт} \quad (1.26)$$

де $\Sigma Q_{втр}$ - сумарні тепловтрати по всій будівлі, Вт;

ΣQ_{mn} - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

Вихідні дані та результати розрахунку наведені в таблицях 1.7,1.8,1.9.

Розрахунок проводився за допомогою текстового редактора Microsoft Excel [15] (Додаток Б).

Таблиця 1.7 – Значення вихідних даних

№/п	Найменування конструктивних елементів	Матеріал	Товщина шару, $\delta, \text{ м}$	Теплопровідність, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$
1	Зовнішні стіни	Цегла на цементно-піщаному розчині	0,55	0,7
		Штукатурка	0,02	0,7
2	Стеля	Залізобетон	0,2	1,92
		Цементно-піщаний розчин	0,15	0,7
		Утеплювач	0,3	0,12
3	Підлога	Цементно-піщаний розчин	0,04	0,7
		Залізобетонна плита	0,22	1,92
		Лінолеум	0,004	0,38

Таблиця 1.8 - Значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q \min}$, м ² ·К/Вт	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma пр}$, м ² ·К/Вт
Зовнішня стіна	4.0	0,92
Стеля:	7.0	2,4
Вікна	0.9	0,75
Двері	0.7	0,75
Підлога	5.0	0,82

Таблиця 1.9 – Результати розрахунку

Результати розрахунку теплової потужності будівлі				
Назва приміщення	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{втр}$, Вт	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{мл}$, Вт	Величина теплової потужності ΔQ , Вт	Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ, кВт
Навчальна будівля	146986,4	25898,2	121088,2	258462,9

1.9 Висновки до розділу

1) При обстеженні встановлено, що зовнішні огорожувальні конструкції будівлі без видимих дефектів.

2) Система теплопостачання в будівлі - централізована. Джерелом теплопостачання є котельня по вул. Гарбузівська, 96. Встановлена система моніторингу споживання теплової енергії.

3) Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

4) В будівлі встановлені лічильники обліку енергетичних ресурсів.

5) Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та їх порівняння з нормативними показниками.

- 7) Виконано розрахунок опорів теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій, основних видів тепловтрат та теплонадходжень.
- 8) Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала 121088,2Вт.
- 9) Клас енергетичної ефективності будівлі – «D».

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Щороку люди потребують все більше енергії. Населення світу зростає, споживання збільшується, а традиційне виробництво не може задовольнити зростаючий попит [16].

Це економічна проблема. Традиційні методи видобутку енергії вважаються брудними, а екологічні проблеми турбують міжнародну спільноту [16].

У зв'язку з цим альтернативні джерела енергії завойовують все більшу частку ринку. Їх також називають відновлюваними джерелами енергії. До них відносяться вітрова, сонячна, приливна та геотермальна енергія. На відміну від нафти, газу, вугілля та руди, їх набагато легше отримати, вони невичерпні і вважаються чистими та безпечними для навколишнього середовища. Тому не дивно, що багато людей зацікавлені в переході на альтернативні джерела енергії [16].

Сонячна енергетика.

Сонце – невичерпне джерело енергії. Щороку Земля отримує в 10 000 разів більше енергії, ніж споживає все людство [16]. Модулі, встановлені на дахах і відкритих просторах, можуть перетворювати сонячне світло в електрику, яку можна використовувати для освітлення, опалення, підігріву води та кондиціонування повітря [16]. Сонячні панелі можуть перетворювати енергію навіть під час похмурої погоди та снігопаду. Найголовніше - розрахувати сонячні панелі і встановити їх під правильним кутом, який коригується відповідно до відстані від екватора [16].

Ось кілька основних моментів для ефективного використання сонячних панелей:

- 1) Розрахунок потужності системи. Важливо визначити, скільки електроенергії потрібно виробляти на день або рік для покриття конкретних потреб. Зазвичай розраховують середньомісячне споживання в кВт·год, після чого

визначають кількість панелей, необхідних для вироблення такої енергії з урахуванням сонячних годин у регіоні.

2) Правильний кут нахилу. Кут нахилу панелей значно впливає на їхню продуктивність. Він коригується відповідно до географічної широти: у помірних широтах кут нахилу зазвичай становить від 30° до 45°. Важливо враховувати сезонні зміни, оскільки влітку сонце високо над горизонтом, а взимку — нижче.

3) Орієнтація. Сонячні панелі краще встановлювати з орієнтацією на південь у північній півкулі та на північ у південній. Це дозволяє максимально вловлювати сонячне випромінювання протягом дня.

4) Робота в похмуру погоду. Сонячні панелі здатні виробляти енергію навіть при розсіяному світлі, яке буває під час похмурої погоди. Проте продуктивність знижується, і тому для регіонів із хмарним кліматом важливо врахувати додаткову кількість панелей або наявність систем акумулювання енергії.

5) Сезонна регуляція. В регіонах із сильними сезонними змінами інтенсивності сонця панелі можуть бути встановлені на регульованих кріпленнях, які змінюють кут нахилу залежно від пори року для досягнення максимальної продуктивності.

Таким чином, сонячна енергія є універсальним і надійним джерелом електрики та тепла, що робить її відмінним варіантом для забезпечення енергоефективності та енергетичної незалежності.

Вітрова енергетика.

Вітер здавна використовували для власної вигоди, але лише нещодавно його почали перетворювати на електроенергію. Вітроенергетика дещо відстає від сонячної, але стрімко розвивається.

Виклики та перспективи:

- Нестабільність вироблення. Виробництво енергії залежить від вітрових умов, що можуть змінюватися. Це потребує використання додаткових систем акумулювання для стабільного енергозабезпечення.

- Інфраструктурні обмеження. У деяких регіонах розташування та встановлення вітрових турбін може бути обмеженим через екологічні або ландшафтні особливості.

Зростання кількості вітроенергетичних установок у 75 разів за 20 років демонструє, що цей сектор швидко інтегрується в глобальні енергетичні системи. У найближчі роки розвиток вітроенергетики може ще більше пришвидшитися, особливо за умов державної підтримки і подальшого вдосконалення технологій

Геотермальна енергетика.

Використовує тепло, яке зберігається в земних надрах, для виробництва електроенергії та тепла. Це одне з найбільш надійних і постійно доступних джерел відновлюваної енергії, оскільки тепло землі залишається стабільним, незалежно від погодних умов і часу доби.

Переваги геотермальної енергетики.

1. Стабільність. Геотермальна енергія доступна 24/7, незалежно від погодних умов.

2. Висока ефективність. Енергетичний ККД геотермальних електростанцій перевищує показники більшості традиційних джерел.

3. Низькі викиди CO₂. На відміну від викопних видів палива, геотермальна енергетика викидає дуже мало парникових газів.

Недоліки геотермальної енергетики.

- 1) Висока вартість встановлення. Першочергові витрати на буріння і встановлення можуть бути високими.

- 2) Ризик зниження ефективності з часом. При інтенсивному використанні геотермального ресурсу температура може знизитися, що потребує планування і управління для стійкої експлуатації.

Хоча в Україні поки що не розвинена інфраструктура для геотермальної енергетики на рівні електростанцій, є потенціал для використання геотермальних теплових насосів для опалення житлових і комерційних будівель. Геотермальні теплові насоси можуть стати ефективним способом обігріву в зимовий період та охолодження влітку.

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

2.2.1 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі

Для системи опалення дитячого садочку вибираємо тепловий насос типу SI 130TUR+ [17] (рис 2.1). Це тепловий насос , який призначений для опалення великих за площею приміщень (школи, лікарні, дитячі садочки)[17].

Основні характеристики теплового насосу типу [17]:

- потужність – 130 кВт [17];
- COP – 4;
- температура подачі теплоносія – до 70⁰С [17];
- температура зворотнього теплоносія – 50⁰С;
- основні розміри: 1350 x 1890 x 775 мм [19].
- вага – 830 кг.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд теплового насосу типу [19]

Вартість теплового насосу згідно [17] складає $K = 2812050$ грн [19].

Даний проект спрямований на відмову від централізованої системи тепlopостачання та встановлення альтернативного енергозабезпечення будівлі.

Тариф за споживання теплової енергії становить 4101,43 грн/Гкал.

Тоді споживання теплової енергії будівлею у грошовому еквіваленті за 2023-2024 опалювальний період складає:

$$E_{\text{опал}} = 4101,43 \cdot 223,7 = 917489,9 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну економію коштів після впровадження заходу:

- Необхідна потужність теплового насосу за рік $\Delta Q = 258462,9$ кВт.
- циркуляційні насоси споживають $W_{\text{ц.н.}} = 1500$ кВт·год за рік.
- COP теплового насосу – 4.

Визначимо споживання електричної енергії тепловим насосом за формулою:

$$COP = \frac{\Delta Q}{W_{\text{т.н.}}}, \quad (2.1)$$

де ΔQ – теплова енергія яку виробив насос;

$W_{\text{т.н.}}$ – споживання електричної енергії тепловим насосом.

Тоді:

$$W_{\text{т.н.}} = \frac{\Delta Q}{COP} = \frac{258462,9}{4} = 64615,7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Сумарне споживання електричної енергії:

$$W = W_{\text{т.н.}} + W_{\text{ц.н.}}, \quad (2.2)$$

де $W_{\text{т.н.}}$ – споживання електричної енергії тепловим насосом;

$W_{\text{ц.н.}}$ – споживання електричної енергії циркуляційними насосами.

$$W = 64615,7 + 1500 = 66115,7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

В грошовому еквіваленті:

$$E_{\text{елект}} = 66115,7 \cdot 6,2 = 409917,5 \text{ грн.}$$

Грошова економія складе:

$$\Delta E = 917489,9 - 409917,5 = 507572,4 \text{ грн / рік.}$$

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{2812050}{507572,4} = 5,5 \text{ років.}$$

Виконаємо розрахунок дисконтованого терміну окупності даного енергозбережного заходу згідно методики [18].

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції <i>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-2812050	-2812050		1		
1	0	507572,4	-2304477,6	0,909	461429	-2350621
2	0	507572,4	-1796905,2	0,826	419481	-1931139
3	0	507572,4	-1289332,8	0,751	381347	-1549793
4	0	507572,4	-781760,4	0,683	346679	-1203114
5	0	507572,4	-274188	0,621	315163	-887951
6	0	507572,4	233384,4	0,564	286511	-601440
7	0	507572,4	740956,8	0,513	260465	-340975
8	0	507572,4	1248529,2	0,467	236786	-104189
9	0	507572,4	1756101,6	0,424	215260	111072
10	0	507572,4	2263674	0,386	195691	306763

Дисконтований термін окупності згідно [20]:

$$PP = 8 + \frac{2812050 - 2707861}{215260} = 8,5 \text{ років.}$$

2.2.2 Встановлення сонячної електростанції

Для забезпечення будівлі електричною енергією для потреб освітлення та роботи насосної групи теплового насосу виконаємо розрахунок сонячної електростанції. Для забезпечення необхідною кількістю електричної енергії необхідно приблизно 30 кВт/добу.

Методика розрахунку наведена в [19]

До складу сонячної електростанції входять:

- сонячні батареї;
- контролери;
- акумулятори;
- інвертори.
- монтажні кріплення.

Обираємо сонячні панелі Shinefar 750 W N-TYPE (рис.2.2) [20].

Врахуємо втрати на розряд-заряд акумулятора. Величину втрат приймемо 20%.

$$W_3^{заг} = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$$



Рисунок 2.2 – Вигляд сонячної панелі [22]

Потужність електричної енергії, що виробляється за допомогою однієї панелі:

$$W_3 = 0,5 \cdot 0,590 = 0,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу},$$

0,5 – поправковий коефіцієнт для зимового періоду відповідно [21];

0,590 – потужність однієї панелі, кВт/год [20]

Необхідна кількість панелей згідно [21]:

$$N = \frac{W^{заг}}{W} \quad (2.3)$$

Для зимового періоду:

$$N_3 = \frac{36}{0,3} = 120 \text{ панелей.}$$

Отже, для задоволення потреб у електроенергії необхідно встановити 120 фотоелектричних панелей.

Розміри фотоелектричної панелі складають 2278x1134x35 мм [21].

Необхідну ємність акумулятора знайдемо за формулою [20]:

$$Q = \frac{Q_3^н \cdot t}{V \cdot k} \quad (2.4)$$

де t – час, на який потрібно зарезервувати електричну енергію, год;

V - напруга, В;

k – коефіцієнт використання акумулятора.

$$Q = \frac{36 \cdot 12}{12 \cdot 0,7} = 51 \text{ А} \cdot \text{год.}$$

Обираємо акумулятор LUXEON LX12-80MG - 12В - 75 А/ч [21].

Вартість фотоелектричних панелей, включаючи монтаж та допоміжне обладнання (50 % від вартості панелей) складає приблизно $K = 1478520$ грн [20].

Розрахуємо термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Враховуючи, що основне освітлення використовується в опалювальний період маємо:

$$C = 30 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 187 \text{ днів} \cdot \cdot = 5610 \text{ кВт} \cdot \text{год за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 5610 = 34782 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{1478520}{34782} = 42 \text{ роки.}$$

Виконаємо розрахунок дисконтованого терміну окупності даного енергозбережного заходу згідно методики [18].

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції <i>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-1478520	-1478520		1		
1	0	34782	-1443738	0,909	31620	-1446900
2	0	34782	-1408956	0,826	28745	-1418155
3	0	34782	-1374174	0,751	26132	-1392022
4	0	34782	-1339392	0,683	23757	-1368266
5	0	34782	-1304610	0,621	21597	-1346669
6	0	34782	-1269828	0,564	19634	-1327035
7	0	34782	-1235046	0,513	17849	-1309187

Продовження таблиці 2.2

8	0	34782	-1200264	0,467	16226	-1292961
9	0	34782	-1165482	0,424	14751	-1278210
10	0	34782	-1130700	0,386	13410	-1264800

Дисконтований термін окупності складає більше РР 50 років.

2.2.3 Встановлення вітрогенератора

У разі виникнення ситуацій пов'язаних з відмовою у роботі сонячних панелей, рекомендую встановити вітрогенератори для виробництва електричної енергії.

Розрахунок вітрової установки проводимо за методикою [19].

Також врахуємо втрати на розряд-заряд акумулятора. Величину втрат приймемо 20%.

$$P^{зар} = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Встановимо два вітрогенераторів FLAMINGO AERO WES-20 (20 кВт) з мережевим інвертором (20 кВт) (рис 2.3) [22].

Технічні характеристики даного типу вітрогенератора [22]:

Номінальна потужність - 20 кВт;

Напруга - 220В;

Кількість лопатей установок - 3 шт.

Початкова швидкість - 3 м/с.



Рисунок 2.3 – Вітрогенератор [22]

Вартість п'яти вітрогенераторів, включаючи допоміжне обладнання, транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій складає приблизно $K = 1580980$ грн [27].

Враховуючи, що основне освітлення використовується в опалювальний період маємо:

$$C = 30 \text{ кВт} \cdot \text{год} \times 187 \text{ днів} \cdot \cdot = 5610 \text{ кВт} \cdot \text{год} \text{ за рік};$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 5610 = 34782 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{1580980}{34782} = 45 \text{ років.}$$

Виконаємо розрахунок дисконтованого терміну окупності даного енергозбережного заходу згідно методики [18].

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-1580980	-1580980		1		
1	0	34782	-1546198	0,909	31620	-1549360
2	0	34782	-1511416	0,826	28745	-1520615
3	0	34782	-1476634	0,751	26132	-1494482
4	0	34782	-1441852	0,683	23757	-1470726
5	0	34782	-1407070	0,621	21597	-1449129
6	0	34782	-1372288	0,564	19634	-1429495
7	0	34782	-1337506	0,513	17849	-1411647
8	0	34782	-1302724	0,467	16226	-1395421
9	0	34782	-1267942	0,424	14751	-1380670
10	0	34782	-1233160	0,386	13410	-1367260

Дисконтований термін окупності складає більше РР 50 років.

Початкові витрати на встановлення сонячних панелей та вітрогенератора великі. Терміни окупності даних заходів більше 40 років. Але в умовах нестабільного енергопостачання та частих відключень електроенергії вони є вигідним інвестиційним рішенням для забезпечення енергетичної незалежності. Сонячні панелі та вітрогенератори здатні повністю забезпечити будівлю електроенергією, що особливо важливо в умовах дефіциту електрики.

2.3 Висновки за розділом

В даному розділі виконано опис основних енергозбережних заходів та виконано їхній розрахунковий аналіз.

Сума капітальних вкладів значна, але поступове впровадження даних заходів дозволить виконати альтернативне енергозабезпечення будівлі.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Безпека та гігієна праці має вирішальне значення для працівників та відвідувачів Сумського дошкільного навчального закладу № 32 «Ластівка». Вона є головним фактором для навчального-процесу і психічного та фізіологічного здоров'я людей.

До основних небезпек в будівлі Сумського дошкільного навчального закладу № 32 «Ластівка» є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- незадовільні ергономічні характеристики робочого місця;
- негативний вплив недостатнього освітлення робочої зони на зір та продуктивність роботи учнів;
- негативний вплив незадовільних параметрів повітряного середовища робочої зони на здоров'я учнів;
- небезпека виникнення пожежі.

За охорону праці в з закладі відповідальний керівник.

3.1.1 Електробезпека

Електробезпека в закладі обумовлена тим, що в закладі використовуються електроприлади та є електропостачання. Щоб запобігти ураження електричним струмом в будівлі впроваджені такі заходи та засоби захисту:

- встановлені сучасні автоматичні вимикачі та диференціальні автомати;
- захисне заземлення;
- безпечна напруга.

До основного обладнання, яке споживає електричну енергію відноситься:

- електроплити;
- холодильники;

- комп'ютери;
- пральні машинки;
- праска.

За електробезпеку в закладі відповідає заступник завідувача, який пройшов відповідну перевірку знань [23].

3.1.2 Механічна небезпека

До механічної небезпеки в закладі можна віднести падіння важких предметів. До них відносять шафи, стільці, тумби. За для безпеки потрібно дотримуватися рекомендацій з установалення даних предметів.

3.1.3 Термічна небезпека

До термічної небезпеки відносять: температура нагрітих поверхонь електроплит та радіаторів опалення, вогонь та пожежі. Вони досягають високих температур і можуть спричинити опіки при необережному поводженні. Щоб уберегтися від термічного ураження, необхідно дотримуватися правил з техніки безпеки.

3.1.4 Мікроклімат

Мікроклімат в будівлі закладу обумовлений параметрами температури, вологості та швидкістю руху повітря. Згідно [24] нормованою температурою у навчальних приміщеннях дошкільних навчальних закладів є +19–23 °С. В приміщеннях, які займають кутове положення в будівлі, температура повітря повинна бути не менше +22 °С. Вологість повітря згідно [24] повинна складати від 40% до 60 %. Швидкість руху – 0,1 м/с [24].

Аналізуючи дані отримані в результаті інструментального обстеження, можна сказати що температура, вологість в приміщеннях задовільна.

Для комфортного знаходження дітей в закладі, використовується природна вентиляція. Вона здійснюється через вентиляційні канали. За відсутності дітей, у закладі вживаються заходи, щодо періодичного провітрювання за рахунок відкривання вікон та дверей. Провітрювання є додатковим фактором, який допомагає підтримувати норму мікроклімату на потрібному рівні.

3.1.5 Освітлення

Освітлення робочого місця – найважливіший чинник створення нормальних умов праці. У даній будівлі застосовується комбіноване освітлення, яке складається із загального та місцевого. Місцеве освітлення створюється світильниками. Природне освітлення здійснюється через вікна.

Освітленість робочої поверхні має відповідати нормам встановленим ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [25] для зорової роботи IV в точності і становити 300 лк .

3.1.6 Шум та іонне випромінювання

До чинників шуму в закладі відносять роботу оргтехніки та холодильників. Вони не становлять негативного фактору.

Для зменшення фактору іонного випромінювання використовуються більш сучасні прилади, які мають менші параметри випромінювання і встановлюються подалі від місця занять дітей. Це такі прилади, як комп'ютери та офісна техніка.

3.1.7 Пожежна безпека

Пожежу супроводжують такі небезпечні фактори [26]:

- відкритий вогонь;
- висока температура повітря, предметів, обладнання;
- токсичні продукти горіння, дим, низька концентрація кисню;

- обвалення, пошкодження будинків та споруд, вибух.

Приміщення будівлі оснащено первинними засобами пожежогасіння: внутрішніми пожежними водопроводами, ручними вогнегасниками. Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [25] будівля відноситься до категорії В пожежної безпеки приміщень. Пожежні крани встановлені в коридорах, на майданчиках сходових кліток, коло входів [25].

3.2 Розрахунок аварійного освітлення

Потрібно розрахувати кількість світильників аварійного освітлення для коридору площею 1000 м² з необхідним рівнем освітленості 1 люкс [23]. Вибрано світильники з світловим потоком 600 люмен.

Дано:

Площа коридору – $A=1000 \text{ м}^2$;

Необхідний рівень освітленості – $E=1 \text{ люкс}$;

Світловий потік одного світильника – $L = 600 \text{ люмен}$.

Розрахунок

1) Розрахунок кількості світильників:

$$N = \frac{E \cdot A}{L} = \frac{1000 \cdot 1}{600} = 2 \text{ шт.}$$

Для забезпечення аварійного освітлення необхідно встановити 2 світильника.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі основна увага була приділена підвищенню ефективності функціонування систем енергопостачання будівлі шляхом впровадження альтернативних джерел енергії.

Відповідно до поставленої мети були вирішені наступні завдання.

- 1) Виконано обстеження зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі.
- 2) Виконано аналіз споживання електричної енергії, теплової енергії холодної води за останні три роки.
- 3) Виконано обстеження енергетичних систем і системи водопостачання та водовідведення об'єкта. Розглянуті типи приладів обліку всіх спожитих енергетичних ресурсів.
- 4) Наведені результати інструментального обстеження. Параметри мікроклімату в закладі відповідають санітарним нормам.

5) Виконано розрахунок теплових втрат та теплових надходжень в будівлі. В результаті розрахунків було знайдено значення теплової потужності будівлі, яка склала $\Delta Q = 121088,2$ Вт.

Запропоновані наступні заходи для підвищення енергонезалежності будівлі:

- встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 2812050 грн; економія в грошовому еквіваленті – 507572,4 грн; термін окупності заходу – 5,5 років, дисконтований термін окупності заходу – 8,5 років);

- встановлення сонячної електростанції (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1478520 грн; економія в грошовому еквіваленті – 34782 грн; термін окупності заходу – 42 роки);

- встановлення вітрогенератора (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1580980 грн; економія в грошовому еквіваленті – 34782 грн; термін окупності заходу – 45 років);

-

У розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядалося питання «Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження та розрахунок аварійного освітлення».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чому важливо економити електроенергію під час війни? [електронний ресурс] Режим посилання: https://www.yasno.com.ua/news/b2c_news/Why_is_it_important_to_save_electricity_during_wartime
2. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни [електронний ресурс] Режим посилання: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
3. Індивідуальний тепловий пункт [електронний ресурс] Режим посилання: <https://osbb-ok.org.ua/posts/shho-take-individualnii-teplovii-punkt>
4. Лічильник обліку теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ktek.com.ua/ua/p507071259-ultrazvukovoj-teploschetchik-sensus.html>
5. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://nik-el.com.ua/products/electricity-meters/1f-electricity-meters>
6. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://romstal.ua/uk/product/19748-schetchyk-dlja-vody-lk-15kh-du-15-t-30s-lat-so-shtutseramy>
7. Техпаспорт пірометра [електронний ресурс] Режим посилання: MiniTemp MT2 фірми Raytek <https://www.indiamart.com/proddetail/raytek-mt-4-ir-thermometer-9209071355.html>
8. Далекомір [електронний ресурс] Режим посилання: https://tehnoshok.com.ua/lazernyi-dalekomir-bosch-glm-40-0601072900/?gclid=CjwKCAjw2K6lBhBXEiwA5RjtCbCZej5qVVBuT7L-7dnLATRGilxL-mhNS41hE1tWpXGuXKNyTAf3IBoC5dcQAvD_BwE
9. Техпаспорт універсального вимірювача Testo 605-H1 [електронний ресурс] Режим посилання: <https://chemtest.com.ua/termogigrometr-professionalnyj-testo-635-1>
10. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.

11. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство розвитку громад, 2022. – 23 с.
12. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
13. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: Україна Сумська Міська Рада Виконавчий комітет РІШЕННЯ Від «20.04.99 №172» м. Суми «Про затвердження норм водопостачання для споживачів». Суми – 7 с.
14. 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, 2014р
15. Текстовий редактор «Ексель» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.office.com/launch/Excel?ui=ru-RU&rs=RU&auth=1>
16. Альтернативні джерела енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://soncedim.com.ua/blog/alternativni-dzherela-energiyi>
17. Тепловий насос [електронний ресурс] Режим посилання: <https://dimplex.org.ua/blog/teplovi-nasosy-dlya-opalennya-ta-oholodzhennya-velykyh-budynkiv-abo-kommerciinyh-prymischen>
18. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с
19. Курсова робота з дисципліни «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії на тему «Проект енергоефективного будинку та систем його енергозабезпечення, розташованого в Сумській області».
20. Сонячні панелі [електронний ресурс] Режим посилання: https://vencon.ua/ua/products/jinko-solar-jkm590n-72h14-n-type?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_id=21430097163&utm_campaign=21430097163&utm_content=169857567048&utm_term&gclid=Cj0KCQjwsoe5BhDiA

RIIsAOXVoUte7SDYo_yA2vG0GqA5GHUhxFaxQE82tvmxpzXRbI6Ic4XYI5A9YNw
aAucBEALw_wcB

21. Акумуляторна батарея [електронний ресурс] Режим посилання:
https://ergy.com.ua/p1205854223-solnechnaya-batareya-znshine.html?gclid=Cj0KCQiA-rj9BRCAARIsANB_4AB2vBfoQu25NPSEVaFPLABmZjs4YAHNUjVbXHn93x8Z9HEACwAJAVoaAhRtEALw_wcB

22. Вітрогенератори в Україні [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://bts.net.ua/ua/alternative-energy-sources-and-generators/wind-power-generators/vertical-wind-turbines/v-trogenerator-h-tipu-rx-hv30k-30-kvt-vertikalniy/>

23. « Правила улаштування електроустановок» Міністерство енергетики та вугільної промисловості Українию - – Київ, 2017 р. – 600 с.

24. Параметри мікроклімату приміщень [електронний ресурс] Режим посилання: <https://dpss-te.gov.ua/golovni-novini/vimogi-do-povitriano-teplovogo-rezhimu-v-ditiachih-navchalnih-zakladah>

25. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України,2019 – 180 с.

26. ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [електронний ресурс] Режим посилання:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541

ДОДАТОК А

Схема теплопостачання будівлі СДНЗ № 32 «Ластівка»

"Затверджую"
Завідувач
ДНЗ (ясла-садка)
№23 "Ластівка" м. Суми
С.О.Ваніська
"20" вересня 2019р.

"Затверджую"
Заступник директора
з теплових мереж та котельнь
ТОВ "Сумитеплоенерго"
Дюкунтя Н.Г.
" " " 2019р.

АКТ
меж розподілу відповідальності за стан та обслуговування
теплових мереж між:
ТОВ "Сумитеплоенерго" та СДНЗ (ясла-садок) №32 "Ластівка" м. Суми, вул. Декабристів, 76

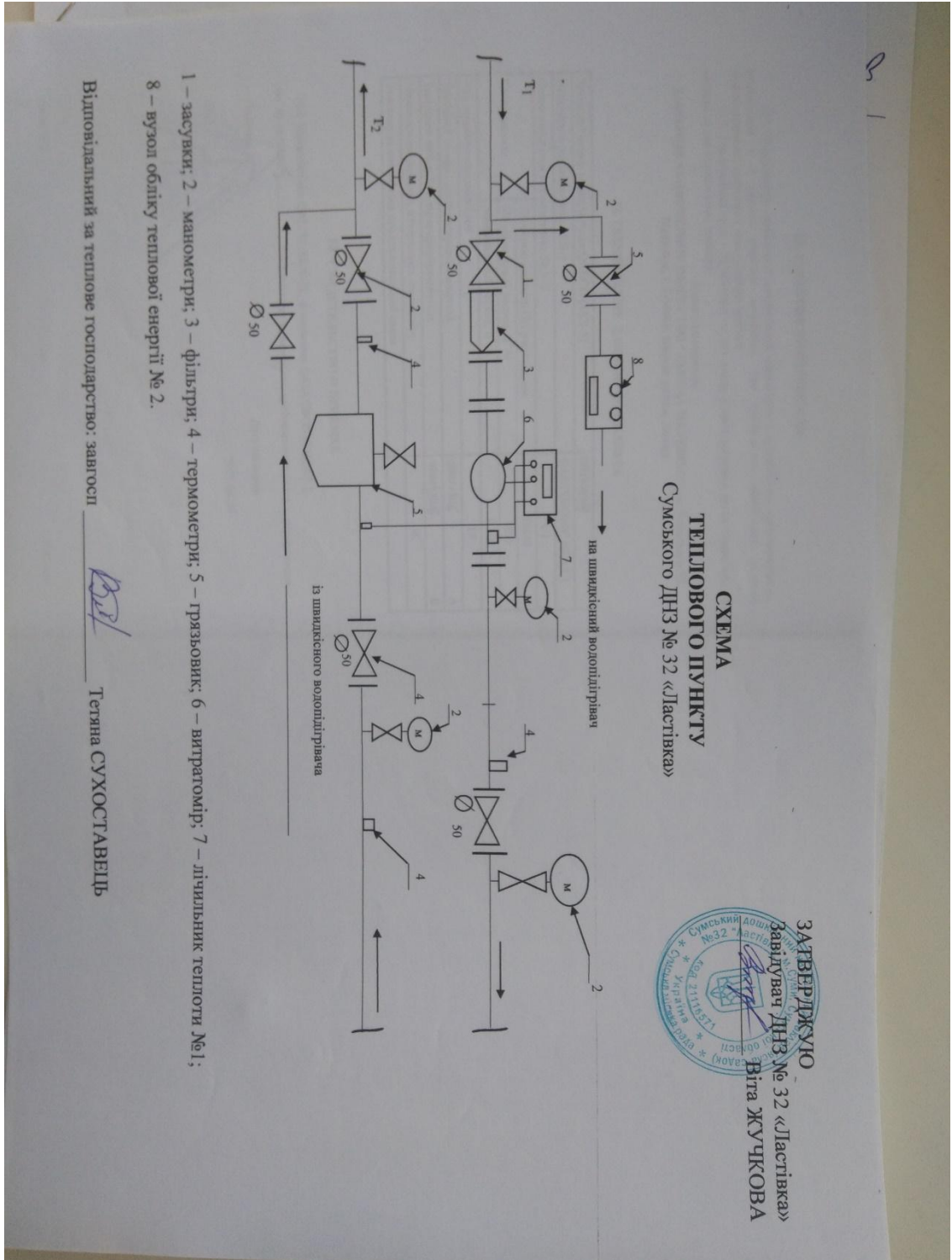
Межею розподілу теплових мереж являються теплові мережі, вказані на схемі
(згідно балансової належності)

Червоним кольором позначені тепломережі: ТОВ "Сумитеплоенерго"
Синім кольором позначені тепломережі: СДНЗ (ясла-садка) №32 "Ластівка" м. Суми

Головний інженер ЦТМіК ТОВ "Сумитеплоенерго" *Ралько В.В.* Ралько В.В.
Відповідальний за теплозабезпечення *Лушкар К.М.*
СДНЗ (ясла-садка) №23 "Ластівка" м. Суми

ДОДАТОК Б

Принципова схема теплового пункту СДНЗ № 32 «Ластівка»



ДОДАТОК В

Розрахунок теплової потужності будівлі за допомогою текстового редактора Майкрософт Ексель

Вихідні дані для розрахунку			Розрахункові дані	
2	Температура у середині приміщення	20	Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін	0,92
3	Температура в підвальному приміщенні	12	Приведений опір теплопередачі для стелі	2,4
4	Температура зовнішнього повітря	-25	Приведений опір теплопередачі для дверей	0,75
5	Загальна площа зовнішніх стін	425,4	Визначення приведенного опору теплопередачі для вікон	0,75
6	Загальна площа поверхня перекриття даху	1250	Визначення приведенного опору теплопередачі для підлоги	0,7
7	Загальна площа вікон	200	Втрати теплоти через стіни,Вт	20807,6
8	Загальна площа дверей	8	Втрати теплоти через стелю,Вт	23437,5
9	Загальна площа перекриття над тех.підпіллям	1250	Втрати теплоти через двері	784
10	Допоміжний коефіцієнт	0,28	Втрати теплоти через вікна,Вт	12000
11	Кількість інфільтрованого холодного повітря через	8	Втрати теплоти через підлогу,Вт	14285,7
12	Коефіцієнт теплоємності повітря	1,005	Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт	20260,8
13	Внутрішній об'єм приміщення	4950	Тепловтрати на витяжку вентиляцію,Вт	55410,8
14	Густина повітря, яке видаляється з приміщення	1,3		
15	Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішньої	0,85	Сумарні тепловтрати,Вт	146986
16	Кратність повітрообміну приміщення	0,8	Теплонадходження від людей, Вт	7210
17	Кількість людей в приміщенні	70	Теплонадходження від електроустаткування, Вт	1108,2
18	Явні теплонадходження від людей	103	Теплонадходження від джерел освітлення,Вт	1080
19	Номинальна потужність електроустаткування	4000	Теплонадходження від сонячної радіації,Вт	16500
20	Коефіцієнт завантаження	0,85	Сумарні теплонадходження,Вт	25898,2
21	ККД електроустаткування	0,9	Теплова потужність будівлі,Вт	121088
22	Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9		
23	Коефіцієнт попиту на електроенергію	0,3		
24	Потужність одного джерела освітлення	75		
25	Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4		
26	Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6		
27	Кількість однотипних джерел освітлення	60		