

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: «Розроблення комплексу заходів щодо підвищення енергетичної стійкості та ефективності систем енергозабезпечення будівлі ЗДО Центр розвитку дитини № 26 СМР м. Суми»

Здобувачки групи ЕМ.м-32 Кулак Дар'ї Олегівни  
(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)

Дар'я КУЛАК  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

д.т.н. Микола СОТНИК  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми – 2024

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Микола СОТНИК

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача

Кулак Дар'я Олегівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Розроблення комплексу заходів щодо підвищення енергетичної стійкості та ефективності систем енергозабезпечення будівлі ЗДО Центр розвитку дитини № 26 СМР м. Суми»

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 08.12.2024 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення проектної та статистичної інформації щодо актуальності проведення робіт з обстеження визначеного об'єкта за темою магістерської роботи

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

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

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

Розділ 2 – Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним енергозбережним заходом. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

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

Загальні висновки.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної 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, прізвище і ініціали)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис, прізвище і ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 53 сторінки, 15 рисунків, 13 таблиць, 2 додатки, 33 літературних джерела.

*Метою роботи* є розроблення заходів для підвищення енергетичної незалежності адміністративної будівлі шляхом впровадження відновлюваних джерел енергії та обґрунтування економічної доцільності їх впровадження.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- дослідження та аналіз енергетичного стану будівлі та систем енергоспоживання;
- визначення ключових сфер, де можна модернізувати системи енергоспоживання;
- виконати інженерні та економічні розрахунки, необхідні для обраного напряму модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозбережних заходів.

*Предметом дослідження* є енергетичні процеси в системах енергозабезпечення будівлі ЗДО Центр розвитку дитини № 26 СМР.

*Об'єкт дослідження*: будівля ЗДО Центр розвитку дитини № 26 СМР.

*Ключові слова*: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОРЕСУРС, ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА, ОХОРОНА ПРАЦІ.

*Тема роботи* – **«Розроблення комплексу заходів щодо підвищення енергетичної стійкості та ефективності систем енергозабезпечення будівлі ЗДО Центр розвитку дитини № 26 СМР м. Суми»**

## ЗМІСТ

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

### 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.....	11
1.3.1 Система опалення.....	11
1.3.2 Система електропостачання.....	12
1.3.3 Система водопостачання та водовідведення.....	12
1.3.4 Система вентиляції.....	12
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв.....	13
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	15
1.4 Опис методів та приладів вимірювання.....	16
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	17
1.6 Аналіз обсягів споживання енергоресурсів.....	17
1.6.1 Аналіз обсягів споживання електричної енергії.....	17
1.6.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	19
1.6.3 Аналіз обсягів споживання холодної води.....	21
1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	23
1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії.....	23
1.7.2 Техніко-економічний аналіз споживання води.....	23
1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі.....	24
1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.....	24
1.8.2 Розрахунок теплонадходжень.....	29
1.9 Висновки за розділом.....	33

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	34
2.1 Характеристика можливих енергозбережних заходів.....	34
2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів.....	35
2.2.1 Улаштування сонячної електростанції.....	35
2.2.2 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі.....	39
2.3 Висновки за розділом.....	43
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	44
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	44
3.2 Розрахунок показників факторів безпеки.....	47
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТОК А.....	52
ДОДАТОК Б.....	53

## ВСТУП

На сьогодні енергоефективність є однією з ключових умов сталого розвитку сучасного суспільства. В умовах зростаючого попиту на енергоресурси та зміни клімату, зменшення споживання енергії стає життєво-необхідним. Енергоефективність дозволяє не лише знизити витрати на енергію, але й зменшити негативний вплив на довкілля, зберігаючи природні ресурси для майбутніх поколінь.

В Україні центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, альтернативних видів палива є Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективність) [1]. Реалізація державної політики здійснюється в контексті євроінтеграції України та забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України щодо підвищення енергоефективності та декарбонізації економіки відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС, Паризької угоди, Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, Європейського зеленого курсу, низки директив ЄС [1].

Україна досягла значного прогресу у виконанні державою зобов'язань щодо імплементації європейського законодавства з енергоефективності. За останні роки розроблено та прийнято законодавчу базу, спрямовану на її реформування [1].

Реформувавши Закон України «Про енергетичну ефективність» [2], Україна повністю відмовилася від застарілих адміністративних інструментів енергозбереження і переходить до сучасних європейських практик реалізації політики енергоефективності. Відповідно до закону держава працює над такими аспектами [2]:

- впровадження енергоаудиту та систем енергетичного менеджменту [2];
- запровадження національної системи моніторингу енергоефективності [2];
- впровадження екодизайну та енергомаркування до енергоспоживчої

продукції [2];

- розвиток місцевого енергетичного планування [2];
- забезпечення сталого підвищення енергоефективності кінцевого споживання енергії з встановленням цільового показника щорічного скорочення споживання енергії [2];
- розробка державних цільових програм підтримки енергоефективності у різних секторах та інше [2].



# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є Сумський дошкільний навчальний заклад (центр розвитку дитини) № 26 «Ласкавушка» Сумської міської ради. Будівля розташована за адресою: провулок лікаря Івана Дерев'янка, 3, м. Суми, Сумська область, 40022 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Фасад будівлі

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює технічний персонал.

Технічну характеристику будівлі наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика будівлі

Призначення будівлі	Навчальний заклад
Рік побудови	1965, 1974 роки
Кількість поверхів	2 поверхи
Площа забудови	1420,5 м <sup>2</sup>
Опалювальна площа	3153,4 м <sup>2</sup>
Опалювальний об'єм	9436,25 м <sup>3</sup>
Об'єм будівлі за зовнішніми обмірами	10215 м <sup>3</sup>

У садочку виховується 339 дітей та працює 67 педагогічних працівники.

Графік роботи: з понеділка по п'ятницю з 7:30 до 18:00. Субота та неділя – вихідні.

## 1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

За результатами обстеження стан дошкільного навчального закладу задовільний. Будівля двоповерхова, складається з двох корпусів – старої будівлі та нової прибудованої. Стіни будівлі виконані з червоної та силікатної цегли товщиною 0,51 м. Зсередини стіни виконані цементно-піщаною штукатуркою товщиною 0,03 м. У старої будівлі вальмова покрівля з металочерепиці. У нової будівлі дах плоский складається з залізобетонної плити товщиною 0,22 м, цементно-піщаної стяжки (0,03 м), гравійної засипки (0,2 м), пароізоляції (0,001 м) та руберойду (0,01 м). У старій будівлі наявне горище, яке утеплене мінераловатними плитами товщиною 0,2 м. Підлога складається із залізобетонних плит товщиною 0,22 м, розчину цементно-піщаному товщиною 0,04 м та дошки із сосни та ялини уздовж волокон товщиною 0,04 м. Будівля має 23% дерев'яних вікон, решта становлять металопластикові з двокамерним склопакетом. Будівля має 4 пластикових та 8 дерев'яних дверей для входу у заклад. Тепловий пункт знаходиться в підвальному приміщенні.

Природна вентиляція у приміщеннях відбувається за наявності нещільностей

в огорожувальних конструкціях та відкриванню дверей і вікон. Після встановлення нових металопластикових вікон майже в усіх приміщеннях погіршився процес природної вентиляції, тому персонал змушений відкривати вікна для провітрювання приміщень.

### 1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

#### 1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) № 26 «Ласкавушка» Сумської міської ради здійснюється централізовано відповідно до укладеного договору з ТОВ «Сумитеплоенерго» № 321 – Т про надання послуг з централізованого опалення.

Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднані в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів. Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні (Додаток А), де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення. Крім того, у теплопункті влаштовано автоматизовану систему моніторингу теплоспоживання будівлі. Система дозволяє в режимі он-лайн, завдяки мережі Internet, стежити за фактичним теплоспоживанням будівлі, визначати його прогнозне значення та проводити порівняння між фактичним і прогнозним показниками відповідно до зміни температури навколишнього середовища.

Система теплової мережі навчального закладу однотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна. Опалювальні прилади використовуються конвективні чавунні секційні радіатори типу МС-140, які розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до них необмежений.

Акт передачі показів лічильника відбувається кожного місяця.

### 1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «РИТЕЙЛ СЕРВІС» на підставі договору № РС/250724/01/ЕЕ. Послуги з розподілу електроенергії здійснює АТ «СУМИОБЛЕНЕРГО» на підставі договору № 1614033.

Основні електроспоживаючі системи – це система освітлення та електрообладнання. Трансформаторна підстанція знаходиться за територією закладу.

Акт передачі показів лічильника відбувається кожного місяця.

### 1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Сумський дошкільний навчальний заклад (центр розвитку дитини) № 26 «Ласкавушка» Сумської міської ради підключено до централізованого водопостачання та міської системи водовідведення на підставі договору з КП «Міськводоканал» СМР № 3036.

Вузол обліку кількості спожитої води розташований у підвальному приміщенні. Водопостачання відбувається по металевій трубі Ø 100 мм. Водовідведення здійснюється по металевій трубі Ø 150 мм.

Акт передачі показів лічильника відбувається кожного місяця.

### 1.3.4 Система вентиляції

У будівлі присутня природна вентиляція. Видалення вентиляваного повітря здійснюється через вентиляційні канали, що розташовані в будівельних конструкціях. Припливне повітря потрапляє до будівлі за рахунок нещільностей в огорожувальних конструкціях та відкриванню дверей та вікон.

### 1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

Облік споживання теплової енергії здійснюється за допомогою лічильника «QalcoSonic E3» виробництва фірми АВ «AXIS INDUSTRIES» (Литовська республіка) (рис. 1.2). Остання повірка була проведена в 2023 році.



Рисунок 1.2 – Лічильник обліку теплової енергії [3]

Технічні характеристики даного лічильника наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики лічильника «QalcoSonic E3» [4]

Назва параметру	Характеристика
Клас точності	2
Номінальний тиск	16 бар
Граничне значення температури вимірюваного середовища	0,1°C.... 130 °C
Номінальна витрата	15,0 м <sup>3</sup> /год
Масимальна витрата	30,0 м <sup>3</sup> /год
Мінімальна витрата	0,15 м <sup>3</sup> /год
Максимальна вимірювана потужність	5,28 МВт

Облік споживання холодної води здійснюється за допомогою крильчастого лічильника MN QN6,0 XN (рис. 1.3). Дата останньої повірки – 28.10.2021 р. Міжповірочний інтервал – 4 роки.



Рисунок 1.3 – Лічильник обліку холодної води [5]

Технічні характеристики наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики лічильника MN QN6,0 XN [6]

Назва параметру	Характеристика
Номінальна витрата	6,0 м <sup>3</sup> /год
Максимальна витрата	12,0 м <sup>3</sup> /год
Мінімальна витрата	0,12 м <sup>3</sup> /год
Максимальний робочий тиск	1,6 МПа
Перехідна витрата	0,48 м <sup>3</sup> /год
Максимальна температура вимірювальної води	30°C

Облік споживання електричної енергії здійснюється за допомогою лічильника NIK 2303L АРП-3 (рис.1.4). Лічильник знаходиться в електрощитовій на вводі до будівлі. Остання повірка була проведена в 2021 році. Міжповірочний інтервал – 16 років.



Рисунок 1.4 – Лічильник обліку електроенергії [7]

Технічні характеристики наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики лічильника NIK 2303L AP1-3 [7]

Назва параметру	Характеристика
Номінальна напруга	220 В
Клас точності	1,0
Номінальна сила струму	5 А
Максимальна сила струму	120 А
Відносна вологість при 30 °С	не більше 95 %
Ступінь захисту	IP54
Номінальна частота	50 Гц

### 1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Теплопостачання – 2955,85 грн/Гкал з ПДВ.

Електропостачання – 10,44 грн/кВт·год з ПДВ.

Постачання холодної води – 21,27 грн/м<sup>3</sup> з ПДВ.

Водовідведення – 22,10 грн/м<sup>3</sup> з ПДВ.

#### 1.4 Опис методів та приладів вимірювання

Під час енергетичного обстеження будівлі використовувались наступні прилади:

1) Пірометр (безконтактний термометр) BENETECH GM320 (рис. 1.5). Використовувався для вимірювань температури поверхонь безконтактним способом.



Рисунок 1.5 – Пірометр BENETECH GM320 [8]

2) Лазерний далекомір Noyafa NF-271-70 (рис. 1.6). Використовувався для вимірів геометричних розмірів будівлі та приміщень.



Рисунок 1.6 – Далекомір [9]



3) Термометр з гігрометром HTC-2 (рис. 1.7). Використовувався для виміру вологості повітря.

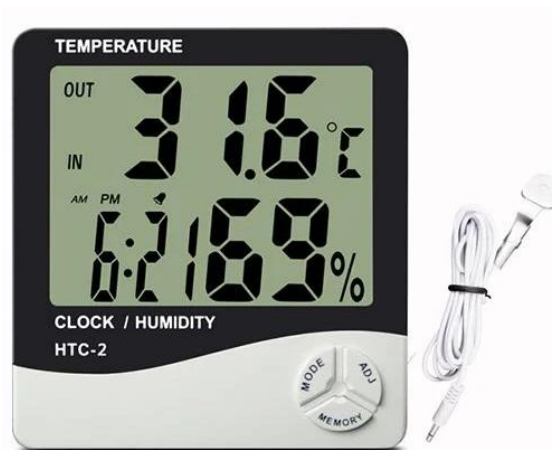


Рисунок 1.7 - Термометр з гігрометром [10]

### 1.5 Аналіз результатів вимірювання

Вимірювання проводилось 15.11.2024 р.

Температура зовнішнього повітря становила: 1°C.

Вимірювані параметри склали:

- середня температура повітря по кімнатах будівлі склала  $T_b = 18^\circ\text{C}$ ;
- температура теплоносія в системі опалення  $T_1 = 63^\circ\text{C}$ ;  $T_2 = 50^\circ\text{C}$  (згідно показань пірометра);
- відносна вологість повітря – 60 %.

### 1.6 Аналіз обсягів споживання енергоресурсів

#### 1.6.1 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Кількість спожитої електроенергії будівлею закладу за 2021-2023 роки наведено в таблиці 1.5 та на рисунку 1.8 в одиницях виміру, на основі даних журналів обліку об'єкта.

Таблиця 1.5 – Кількість спожитої електроенергії будівлею за 2021-2023 роки, кВт·год

Рік Місяць	2021	2022	2023
Січень	4734	5120	1247
Лютий	4641	4646	1869
Березень	4795	282	1429
Квітень	4396	664	1058
Травень	3861	636	1076
Червень	3735	544	636
Липень	2660	520	615
Серпень	3335	611	647
Вересень	4189	812	3011
Жовтень	4688	1013	3770
Листопад	4688	880	3693
Грудень	4503	1118	4337
<b>Всього</b>	<b>50225</b>	<b>16846</b>	<b>23388</b>



Рисунок 1.8 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2023 роки

Відповідно до діаграми споживання електроенергії за 2021-2023 роки можна зробити наступні висновки:

- у 2021 році зростання рівня споживання електричної енергії відбувається в восени та взимку;
- у 2022 році спостерігається мінімальне споживання, у зв'язку з повномасштабним вторгненням РФ на територію України, через що заклад припинив функціонування. Електроенергія споживалася для освітлення підвального приміщення, яке використовувалося як укриття. У вересні заклад розпочав свою роботу у неповному обсязі (робочий день – 4 години);
- на початку 2023 року спостерігається невелике споживання електроенергії у зв'язку з обмеженим функціонуванням (робочий день – 4 години). З вересня спостерігається збільшення у зв'язку з відновленням роботи закладу у повному обсязі та роботи харчового блоку.

Крім того, в закладі проведено капітальний ремонт підвального приміщення і використовується як найпростіше укриття, тому споживання збільшилося.

#### 1.6.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Кількість спожитої теплової енергії будівлею закладу за 2021-2023 роки наведено в таблиці 1.6 та на рисунку 1.9 в одиницях виміру, на основі даних журналів обліку об'єкта.

Таблиця 1.6 – Кількість спожитої теплової енергії будівлею за 2021-2023 роки, Гкал

<b>Рік</b> <b>Місяць</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Січень	73,05	71,95	75,20
Лютий	76	62,3	47,5
Березень	56,76	56,26	37,72

Продовження таблиці 1.6

Рік Місяць	2021	2022	2023
Квітень	19,63	-	6,82
Травень	4,39	-	-
Червень	3,54	-	-
Липень	0,87	-	-
Серпень	2,12	-	-
Вересень	4,02	-	-
Жовтень	24,12	7,55	18,99
Листопад	44,39	27,24	43,22
Грудень	62,85	31,91	63,8
<b>Всього</b>	<b>368,20</b>	<b>257,21</b>	<b>293,25</b>



Рисунок 1.9 – Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2023 роки

Відповідно до діаграми видно, що тепла енергія споживається тільки в опалювальний період, окрім 2021 року (влітку використовувалася для підігріву води). У березні 2022 року було раніше закінчено опалювальний сезон через

повномасштабне вторгнення. Споживання у період жовтень – грудень 2022 року зменшилося у зв'язку з функціонуванням закладу неповний робочий день (4 години). У 2023 році споживання теплової енергії більш-менш подібне до 2021 року. Це пов'язано з контролем за режимом та встановленими обсягами споживання.

### 1.6.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Кількість спожитої холодної води будівлею закладу за 2021-2023 роки наведено в таблиці 1.7 та на рисунку 1.10 в одиницях виміру, на основі даних журналів обліку об'єкта.

Таблиця 1.7 – Кількість спожитої холодної води будівлею за 2021-2023 роки, м<sup>3</sup>

<b>Рік</b> <b>Місяць</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Січень	283	182	47
Лютий	301	179	69
Березень	318	47	78
Квітень	290	35,5	61
Травень	277	38	93
Червень	250	58	80
Липень	221	67	50
Серпень	170	63	43
Вересень	291	55	126
Жовтень	337	42	139
Листопад	238	58	146
Грудень	285	56	146
<b>Всього</b>	<b>3261</b>	<b>870,50</b>	<b>1078</b>

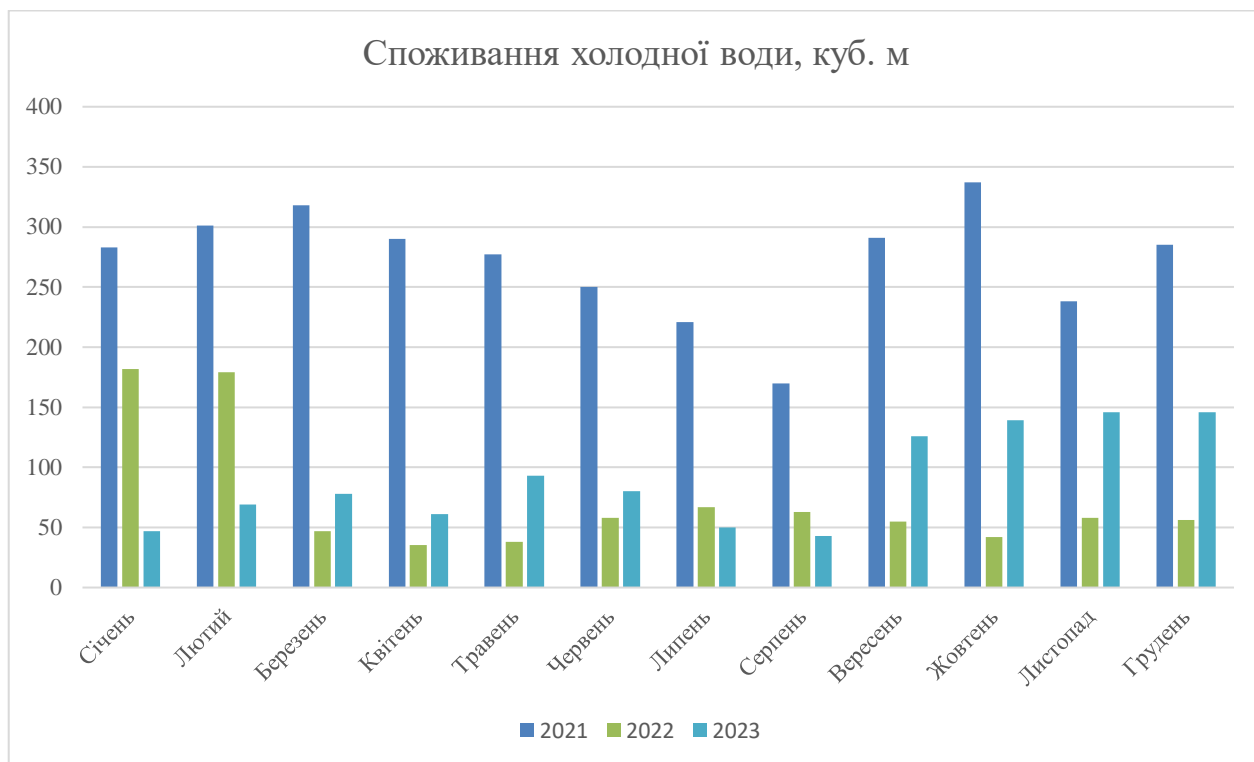


Рисунок 1.10 – Діаграма споживання холодної води за 2021-2023 роки

Відповідно до діаграми споживання холодної води за 2021-2023 роки можна зробити наступні висновки:

- у 2021 році рівень споживання більш-менш стабільний. У липні та серпні спостерігається зменшення через зменшення кількості дітей у навчальному закладі;
- у 2022 році спостерігається мінімальне споживання, у зв'язку з повномасштабним вторгненням, через що заклад припинив функціонування. Підвальне приміщення використовувалося як укриття. У вересні заклад розпочав свою роботу у неповному обсязі (робочий день – 4 години);
- на початку 2023 року спостерігається невелике споживання холодної води у зв'язку з обмеженим функціонуванням закладу (робочий день – 4 години). З вересня спостерігається збільшення у зв'язку з відновленням роботи закладу у повному обсязі та роботи харчового блоку.

## 1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

### 1.7.1 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 [11] норма споживання електричної енергії для бюджетних установ з електрифікованими харчоблоками на дитину складає 380 кВт·год/дитину.

У закладі фактичне споживання електричної енергії на одну дитину складає:

$$\text{- 2021 рік } \frac{50225 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{339 \text{ дітей}} = 148,2 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{дитину}};$$

$$\text{- 2022 рік } \frac{16846 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{339 \text{ дітей}} = 49,7 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{дитину}};$$

$$\text{- 2023 рік } \frac{23388 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{339 \text{ дітей}} = 68,9 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{дитину}};$$

Для будівлі фактичне споживання не перевищує нормоване, однак воно є недостатнім.

### 1.7.2 Техніко-економічний аналіз споживання води

За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості дітей у будівлі можна визначити питомі показники витрат холодної на одну особу за добу та порівняти їх з нормативними величинами [12]. Норма витрат води для будівлі на одну людину становить – 20 л/добу.

У закладі фактичне споживання холодної на одну дитину складає:

$$\text{- 2021 рік } \frac{3261 \text{ м}^3}{339 \text{ дітей}} = 9,6 \frac{\text{м}^3}{\text{дитину}};$$

$$\text{- 2022 рік } \frac{870,5 \text{ м}^3}{339 \text{ дітей}} = 2,6 \frac{\text{м}^3}{\text{дитину}};$$

$$\text{- 2023 рік } \frac{1078 \text{ м}^3}{339 \text{ дітей}} = 3,2 \frac{\text{м}^3}{\text{дитину}};$$

Для будівлі фактичне споживання не перевищує нормоване, однак воно є

недостатнім.

## 1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі

Розрахунки системи енергопостачання будівлі виконано відповідно до методики [13].

### 1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій  $R_{\Sigma пр}$ ,  $m^2 \cdot K/Вт$ , має бути не меншим від  $R_{q \min}$ , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних і комфортних умов та умов енергозбереження [13]. Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}, \quad (1.1)$$

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

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

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:

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



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

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К) [13, додаток Б, табл. 15].

Дійсний опір теплопередачі,  $R_{\Sigma пр}$ , м<sup>2</sup> · К/Вт, для огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (1.3) розраховують за формулою [13]:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (1.3)$$

де  $\alpha_в$ ,  $\alpha_з$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К) [13, додаток Б, табл. 9];

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

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К) [13, додаток Б, табл. 15];

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

$R_i$  – термічний опір  $i$ -го шару конструкції, згідно з формулою (1.2), м<sup>2</sup> 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 [13]:

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_o + \sum Q_d + \sum Q_{инф} + \sum Q_в, \quad (1.4)$$

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

$\sum Q_d$  – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні

конструкції, Вт;

$\Sigma Q_{\text{інф}}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\Sigma Q_{\text{в}}$  – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати крізь стіни, світлові та дверні прорізи, стелю, дахові перекриття, неутеплену підлогу, Вт, визначаються за загальною формулою [13]:

$$Q = \frac{F_{\text{орг}}}{R_0} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{зп}}) \cdot n, \quad (1.5)$$

де  $F_{\text{орг}}$  – розрахункова площа поверхні огороджувальної конструкції по внутрішніх її межах, м<sup>2</sup>;

$R_0$  – опір теплопередачі огороджувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт, для визначення тепловтрат при дійсному стані будівлі у формулу підставляється лише величина  $R_{\Sigma\text{пр}}$ ;

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{зп}}$  – відповідно температури всередині приміщення і розрахункової зовнішнього повітря [13, додаток Б, табл. 8], °С:

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції відносно зовнішнього повітря [13, додаток Б, табл. 12].

Додаткові тепловтрати крізь зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [13, пункт 2.2].

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \quad (1.6)$$

де  $Q_{\text{ст}}$  – тепловтрати крізь кожну зовнішню стіну приміщень, Вт;

$\beta_{\text{ор}}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни щодо сторін світу.

При практичних розрахунках допускається для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації, брати  $\beta_{\text{ор}} = 0,13$  – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги, розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [13, пункт 2.2]:

$$Q_{\text{пдл}}^{\text{д}} = 0,05 \cdot Q_{\text{пдл}}, \quad (1.7)$$

де  $Q_{\text{пдл}}$  – втрати теплоти через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря крізь світлові та дверні прорізи, Вт, визначаються за такою формулою [13, пункт 2.3]:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{зр}}), \quad (1.8)$$

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

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{зр}}$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря [13, додаток Б, табл. 8],  $^{\circ}\text{С}$ ;

$G_{\text{н}}$  – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь нещільність віконного огороження, для розрахунків беруть нормативну повітропроникність віконних прорізів,  $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$  [13, додаток Б, табл. 13]; для зовнішніх дверей  $G_{\text{н}} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ ;

$F_{\text{вкн}}$  – площа віконного або утепленого дверного прорізу,  $\text{м}^2$ .

Додаткові тепловтрати на витяжну (природну) вентиляцію з припливом зовнішнього повітря крізь спеціальні вентиляційні отвори розрахунок втрат теплоти на вентиляцію  $Q_{\text{в}}$ , Вт, виконується за такою залежністю [13, пункт 2.3]:

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot V_{\text{п}} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{зр}}) \cdot n_{\text{к}} \cdot k_{\text{в}}, \quad (1.9)$$

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

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{зр}}$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря [13, додаток Б, табл. 8],  $^{\circ}\text{С}$ ;

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

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

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

$k_V$  – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення внаслідок розташування в ньому різного обладнання, приймаємо  $k_V = 0,85$ .

Середня кратність повітрообміну громадського будинку  $n_k$ ,  $\text{год}^{-1}$ , визначається за сумарним повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою [13, пункт 2.3]:

$$n_k = \frac{\left[ \frac{L_V \cdot n_V}{24} + \left( \frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho_c} \right) \right]}{v_V \cdot V_{\text{П}}}, \quad (1.10)$$

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

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

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

$n_V$  – кількість годин роботи природної вентиляції протягом однієї доби,  $\text{год}$ ;

$n_{\text{інф}}$  – кількість годин інфільтрації повітря всередині будинку зі збалансованою припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 24  $\text{год}$ ;

$G_{\text{інф}}$  – кількість повітря, що інфільтрується крізь огорожувальні конструкції в неробочий час,  $\text{кг/год}$ , беруть  $G_{\text{інф}} = 0,5 \cdot v_V \cdot V_{\text{П}}$ ;

$\rho_c$  – середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції (1.11),  $\text{кг/м}^3$ ;

$\eta$  – коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, приймаємо 0,8;

Середня густина повітряних мас знаходиться за формулою [13, пункт 2.3]:

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5(t_B + t_{\text{ср.оп}})]}, \quad (1.11)$$

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

### 1.8.2 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей [13, пункт 3.1]:

$$Q_{л} = q_{л} \cdot n_{л}, \quad (1.12)$$

де  $q_{л}$  – явні теплонадходження від людей, Вт [13, додаток Б, табл. 11];

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

Теплонадходження від джерел освітлення [13, пункт 3.1]:

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{св} \cdot k_{з}, \quad (1.13)$$

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

$k_{осв}$  – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення –  $k_{осв} = 0,95$ ; люмінесцентні лампи –  $k_{осв} = 0,4$ );

$k_{з}$  – коефіцієнт завантаження освітлення (відношення періоду роботи світильника у хвилинах до кількості хвилин за годину);

$n_{св}$  – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації [13, пункт 3.1]:

$$Q_{рад} = q_{с} \cdot F_{с} \cdot k_{в.п.} + q_{т} \cdot F_{т} \cdot k_{в.п.}, \quad (1.14)$$

де  $q_{с}$ ,  $q_{т}$  – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м<sup>2</sup> скла, освітленого сонцем і в тіні, Вт/м<sup>2</sup> ( $q_{с} = 250$  Вт/м<sup>2</sup>;  $q_{т} = 100$  Вт/м<sup>2</sup>);

$F_{с}$ ,  $F_{т}$  – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м<sup>2</sup>;

$k_{B,П}$  – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу: при наполовину затіненому вікні  $k_{O,П} = 0,5$ .

Теплонадходження від працюючого електроустаткування [13, пункт 3.1]:

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{П} \cdot \eta + k_{Т} \cdot k_{П} \cdot \eta) \cdot k_{с}, \quad (1.15)$$

де  $N_{ел}$  – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

$k_{П}$  – коефіцієнт завантаження;

$\eta$  – ККД електроустаткування;

$k_{Т}$  – коефіцієнт переходу тепла в приміщення;

$k_{с}$  – коефіцієнт попиту на електроенергію.

Сумарні теплонадходження [13]:

$$Q_{ТН} = Q_{л} + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад} \quad (1.16)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі [13]:

$$\Delta Q = \sum Q_{втр} - \sum Q_{ТН}, \text{ Вт} \quad (1.17)$$

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

$\sum Q_{ТН}$  - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

Вихідні дані та результати розрахунків наведено в таблицях 1.8, 1.9, 1.10.

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

Таблиця 1.8 – Вихідні дані та результати розрахунків опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій на новій будівлі

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma \text{пр}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{\Sigma \text{пр}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Зовнішні стіни	Кладка з цегли силікатної на цементно-піщаному розчині	0,51	0,7	0,91	4,0
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,29	7,0
		Цементно-піщана стяжка	0,03	0,81		
		Гравійна засипка	0,2	0,22		
		Пароізоляція	0,001	0,3		
		Руберойд	0,01	0,17		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	-	-	0,7	0,9
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,58	5,0
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Сосна та ялина уздовж волокон	0,04	0,81		

Таблиця 1.9 – Вихідні дані та результати розрахунків опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій на старій будівлі

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma \text{пр}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{\Sigma \text{пр}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Зовнішні стіни	Кладка з червоної цегли на цементно-піщаному розчині	0,51	0,81	0,83	4,0
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,22	1,92	5,77	7,0
		Цементно-піщана стяжка	0,02	0,81		
		Мінеральна плита	0,2	0,037		
		Пароізоляція	0,0005	0,22		
		Гідроізоляція	0,005	0,22		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	-	-	0,6	0,9
		Дерев'яні	-	-		
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,58	5,0
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Сосна та ялина уздовж волокон	0,04	0,81		



Таблиця 1.10 – Результати розрахунку

<b>Результати розрахунку теплової потужності будівлі</b>			
Назва приміщення	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{\text{втр}}$ , Вт	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{\text{тн}}$ , Вт	Величина теплової потужності $\Delta Q$ , Вт
Навчальний заклад	495628,226	268285,466	227342,76

### 1.9 Висновки за розділом

1. Зібрано інформацію про технічний стан будівлі та її основні характеристики.

2. Проведено огляд основних огороджувачих конструкцій будівлі, систем енерго-, тепло- та водопостачання. Будівля має задовільний стан.

3. Система водопостачання та водовідведення, тепlopостачання – централізована.

4. У будівлі встановлені лічильники обліку енергетичних ресурсів. Лічильники повірені.

5. Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та води за період 2021-2023 років.

6. За допомогою приладів було виміряно температуру предметів в середині приміщень та геометричні розміри будівлі.

7. Виконано розрахунок опорів теплопередачі зовнішніх огороджувачих конструкцій, основних видів тепловтрат та теплонадходжень.

8. Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала 227342,76 Вт.

## 2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

### 2.1 Характеристика можливих енергозбережних заходів

Відновлювані джерела енергії (далі – ВДЕ) стали одним із ключових факторів переходу до більш екологічно чистого та стійкого майбутнього. Їх використання сприяє зменшенню викидів парникових газів, які є основною причиною глобального потепління, а також допомагає знижувати залежність від викопних джерел енергії [14].

Основними видами ВДЕ є:

- *Вітрова енергія.*

Використовується для виробництва енергії за допомогою вітряних турбін, які перетворюють кінетичну енергію вітру на електричну енергію. Вітрові турбіни не виробляють шкідливих викидів, зменшуючи вуглецевий слід порівняно з викопним паливом [15].

- *Сонячна енергія.*

Вона виробляється за допомогою сонячних панелей, які перетворюють енергію Сонця на електричну енергію. Сонячні системи не створюють шкідливих викидів під час роботи, що сприяє чистішому повітрю [15].

- *Гідроенергія.*

Вона виходить з енергії потоків води або гідроелектростанцій. Це енергія, зосереджена в потоках водних мас у річищних водотоках та приливних рухах. Гідроелектростанції забезпечують стабільне енергопостачання [15].

- *Біомаса.*

Вона є використанням органічних матеріалів, таких як деревина, сільськогосподарські відходи, для виробництва енергії. Може використовуватись як для виробництва тепла, так і електроенергії, забезпечуючи різні потреби [15].

- *Геотермальна енергія.*

Вона виходить із тепла, що походить із глибин Землі. Геотермальні установки можуть працювати незалежно від погодних умов і часу доби та не потребують спалювання палива, а отже, не створюють викидів шкідливих газів [15].

Ці джерела енергії є невичерпними та більш безпечними для здоров'я людей, а їхній розвиток сприяє створенню нових робочих місць і стимулює економічне зростання на локальному і глобальному рівнях [14].

У 2023 році частка ВДЕ у виробництві електрики в Україні, включаючи великі гідроелектростанції, склала 22%. Для порівняння, у Європі цей показник сягнув 42%. До початку повномасштабного вторгнення загальна потужність усіх українських ВДЕ становила 9,9 ГВт. Це включало 2 ГВт вітрових електростанцій, 6 ГВт сонячних і 0,2 ГВт станцій, які працюють на біомасі. Проте на початок 2024 року через вплив війни потужність ВДЕ зменшилася до 8,7 ГВт. Попри складнощі, у 2023 році енергетична компанія ДТЕК Мережі під'єднала до мережі понад 1400 нових об'єктів ВДЕ [16].

Для стабільного функціонування дошкільного навчального закладу запропоновано такі заходи з альтернативної енергетики:

- улаштування сонячної електростанції;
- встановлення теплового насоса для системи опалення будівлі.

## 2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів

### 2.2.1 Улаштування сонячної електростанції

Пропонуємо встановити сонячну електростанцію (далі – СЕС) для забезпечення потреб дитячого закладу в електроенергії.

Сонячна енергія має кілька важливих переваг:

*Екологічність і безпека:* СЕС працюють без шкідливих викидів і не створюють забруднення навколишнього середовища [17].

*Довговічність і низькі вимоги до обслуговування:* після встановлення сонячні панелі працюють близько 25 років і вимагають мінімального обслуговування, що робить їх простими та зручними в експлуатації [17].

*Зниження витрат на електроенергію:* СЕС допоможе суттєво скоротити витрати на електроенергію. В умовах зростання цін на електрику це дозволить садочку стабільно економити на щомісячних рахунках [17].

*Швидка окупність:* за рахунок зекономлених коштів на електроенергії, СЕС окупиться протягом кількох років. Ці кошти можна направити на розвиток закладу [17].

Принципова схема встановлення сонячної електростанції наведена на рисунку 2.1.

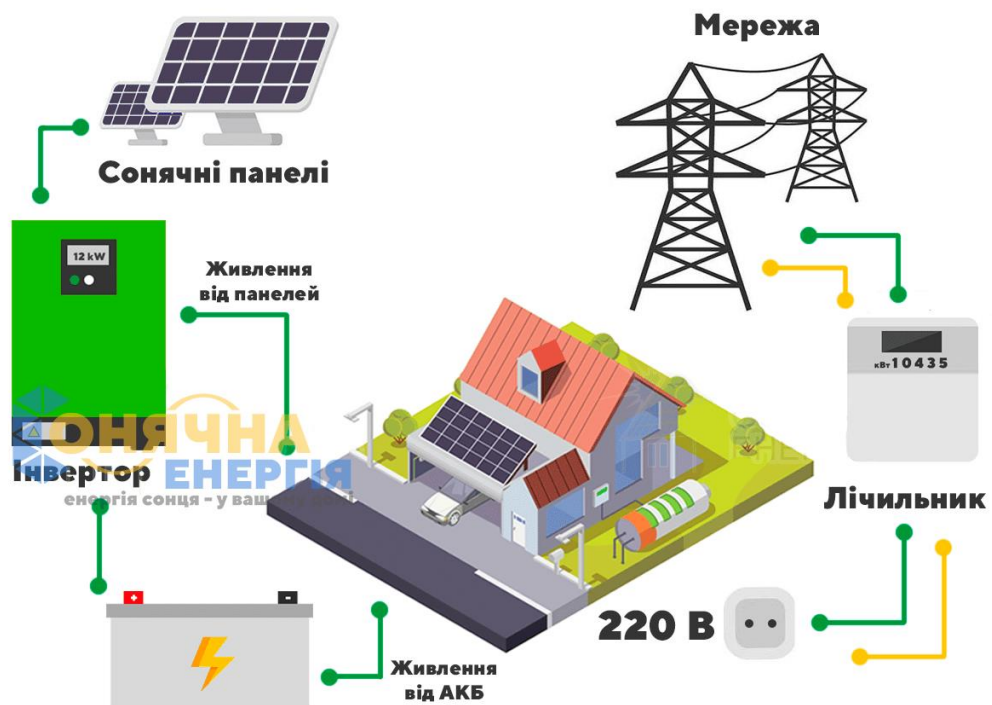


Рисунок 2.1 – Схема станції [18]

До складу СЕС входять: сонячні панелі; гібридний інвертор; контролер акумулятора; акумуляторна батарея; система кріплень; електрофурнітура.

Обираємо сонячну панель Longi Solar LR5-72НТН-585М (585 Вт, монокристал, ККД 22.6%) (рис. 2.2) [19].

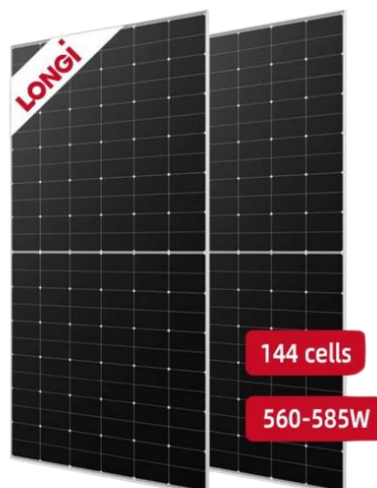


Рисунок 2.2 – Сонячна панель Longi Solar [19]

Для закладу рекомендується встановити гібридну СЕС потужністю 30 кВт, вартість придбання комплекту наведено в таблиці 2.1 [20].

Витрати на монтаж та пусконаладжувальні роботи згідно з [20] складають 103782 грн.

Таблиця 2.1 – Комплектація системи [20]

Обладнання	Кількість, шт.	Ціна за 1 шт., грн	Сума, грн
Сонячна панель Longi Solar LR5-72НТН-585М	52	5812	302224
Гібридний інвертор Deye SUN-30K-SG01HP3-EU-VM3, 30кВт	1	224168	224168
BMS Контролер Deye Bos-G 120-750Vdc	1	39437	39437
Акумуляторний модуль високовольтний LiFePo4 Deye Bos- G5 потужністю 5.12кВт·год	10	62269	622690
Система кріплень алюмінієвого профілю (Алюмінієва рейка, з'єднувач, шпилька, болт Т-подібний із гайкою, прижими)	52	1204	62608

Продовження таблиці 2.1

Обладнання	Кількість, шт.	Ціна за 1 шт., грн	Сума, грн
Електрофурнітура (набір конекторів, кабель соларний, щитова 24 позиційна, автомат 50А, перемички, стяжки, гофри, наконечники, ОПН)	1 упаковка	45664	45664
<b>Всього</b>		<b>1296791 грн</b>	

Загальні капіталовкладення становлять:

$$K_{\text{заг}} = 1296791 + 103782 = 1400573 \text{ грн}$$

Розрахуємо очікувану економію від даного енергозберігаючого заходу.

Приблизна генерація СЕС становитиме 35760 кВт·год/рік [21].

У грошовому вигляді дана економія складатиме:

$$E = 10,44 \cdot 35760 = 37334,4 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T = \frac{1400573}{373334,4} = 3,8 \text{ року}$$

Знайдемо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу згідно методики [22].

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Капітальні витрати, тис. грн	Грошовий потік, тис. грн	Чистий дохід, тис. грн.	Дисконтний множник	Приведена дисконтова на вартість, тис. грн	NPV, тис. грн
0	1400,573	-1400,573	- 1400,573	1,000	-1400,573	-1400,573
1		373,334	-1027,24	0,885	330,384	-1070,189
2		373,334	-653,91	0,783	292,372	-777,816
3		373,334	-280,58	0,693	258,736	-519,080
4		373,334	92,75	0,613	228,970	-290,110
5		373,334	466,08	0,543	202,629	-87,481
6		373,334	839,41	0,480	179,317	91,836
7		373,334	1212,74	0,425	158,688	250,524
8		373,334	1586,07	0,376	140,432	390,956
9		373,334	1959,40	0,333	124,276	515,232
10		373,334	2332,73	0,295	109,979	625,210

Дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу складе  $PP = 5,5$  року.

### 2.2.2 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі

Тепловий насос сьогодні є однією з найбільш ефективних і економічних систем, що використовуються для опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування повітря. Його переваги давно доведені, і європейський досвід активно підтверджує їх ефективність. На відміну від традиційних систем опалення, таких як твердопаливні, газові або електричні котли, тепловий насос є більш технологічно розвиненим та екологічно чистим рішенням. Він працює, перетворюючи енергію навколишнього повітря в теплову енергію для опалення

приміщень. З огляду на постійне зростання цін на енергоресурси, впровадження та монтаж теплових насосів стає особливо актуальним і економічно вигідним [23].

Основними перевагами теплових насосів є:

*Повна автоматизація.* Вони не потребують палива, окрім підключення до електричної мережі [23].

*Мінімальні вимоги до обслуговування.* Вони працюють ефективно без регулярного чищення чи оглядів, на відміну від котлів [23].

*Низька пожежонебезпека.* Працюють без полум'я, виключаючи ризик вибуху або загоряння, пов'язаний з використанням газу [23].

*Економічність.* Споживають менше електроенергії (для передачі 1 кВт/год тепла потрібно лише 0,2-0,35 кВт/год електрики), що знижує витрати на опалення [23].

*Екологічність.* Не виділяє шкідливих викидів в атмосферу та використовує поновлювані ресурси [23].

*Довговічність.* Термін служби до 20-25 років завдяки роботі в режимі мінімального навантаження [23].

*Безпека.* Мінімізує ризик впливу на людину за умови правильного монтажу та підбору компонентів [23].

*Багатофункціональність і комфорт.* Теплові насоси здатні не лише обігрівати приміщення взимку, але й охолоджувати влітку, працюючи як кондиціонер [23].

Пропоную встановити тепловий насос для потреб системи опалення.

Методику розрахунку наведено в [24].

Знаходимо потужність насоса, що необхідна для потреб опалення, з урахуванням годин його роботи [24].

$$P_{\text{тн}} = \frac{227342,76 \cdot 24}{20 + 1} = 260163 \text{ Вт}$$

Необхідний об'єм бака акумулятора [24]:



$$V_{\text{бак}} = \frac{P_{\text{ТН}} \cdot 3600}{\rho \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{260163 \cdot 3600}{1000 \cdot 4200 \cdot (35 - 0)} = 6,4 \text{ м}^3$$

Розрахунок необхідної довжини труб для вертикального теплового насоса знайдемо за формулою [24]:

$$L_c = \frac{10^3 \cdot P_{\text{ТН}} \cdot (\varphi - 1)}{q_c \cdot \varphi} = \frac{260163 \cdot (5,01 - 1)}{50 \cdot 5,01} = 4100 \text{ м}$$

Кількість зондів вибрано  $n=100$ . Отже довжина одного зонду  $L=41$  м. Місце для розміщення – територія навколо навчального закладу.

Після проведення розрахунків був вибраний тепловий насос типу Romstal Vision (рис. 2.3) [25].



Рисунок 2.3 – Тепловий насос Romstal Vision [25]

Загальні капіталовкладення приблизно становитимуть  $K = 1142857$  грн [26], включаючи вартість теплового насоса, транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування тощо.

Монтаж теплового насоса складає 35 % від його вартості.

Загальні капіталовкладення становлять:

$$K_{\text{зар}} = 1142857 \cdot 1,35 = 1542856 \text{ грн}$$

В середньому заклад за рік споживає 310 Гкал теплової енергії, тоді економія в грошовому еквіваленті становить:

$$E = 310 \cdot 2955,85 = 916313,5 \text{ грн}$$

Термін окупності становить:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1542859}{916313,5} = 1,7 \text{ років}$$

Знайдемо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу згідно методики [22].

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Капітальні витрати, тис. грн	Грошовий потік, тис. грн	Чистий дохід, тис. грн.	Дисконтний множник	Приведена дисконтована на вартість, тис. грн	NPV, тис. грн
0	1542,859	-1542,859	-1542,859	1,000	-1542,859	-1542,859
1		916,3135	-626,55	0,885	810,897	-731,962
2		916,3135	289,76	0,783	717,605	-14,357
3		916,3135	1206,07	0,693	635,049	620,692
4		916,3135	2122,38	0,613	561,990	1182,682
5		916,3135	3038,69	0,543	497,336	1680,018
6		916,3135	3955,00	0,480	440,121	2120,139
7		916,3135	4871,31	0,425	389,487	2509,626
8		916,3135	5787,62	0,376	344,679	2854,305
9		916,3135	6703,93	0,333	305,026	3159,331
10		916,3135	7620,24	0,295	269,934	3429,265

Дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу складе  $PP = 2,02$  року.

### 2.3 Висновки за розділом

В даному розділі запропоновано перспективні та актуальні енергозберігаючі заходи. Здійснено відповідні розрахунки загальних капіталовкладень та доцільність впровадження заходів. Пораховано простий та дисконтований термін окупності встановлення СЕС та теплового насосу для дошкільного навчального закладу. Крім того, розраховано економію коштів від впроваджених заходів, котрі можна витратити на розвиток закладу.

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

У дитячому садку є різноманітні фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні фактори, які можуть впливати на здоров'я дітей та працівників.

##### *Фізичні фактори.*

– постійний рівень шуму від ігор, дитячих розмов або роботи обладнання може спричинити стрес та втому у дітей і вихователів;

– перегрів або недостатнє опалення може призвести до переохолодження або перегріву, що особливо небезпечно для дітей;

– недостатнє або надмірне освітлення може негативно впливати на зір дітей, спричиняти головний біль або втому.

##### *Хімічні фактори.*

– використання агресивних хімічних засобів для прибирання може викликати алергічні реакції або отруєння через їх пари;

– наявність токсичних речовин у покриттях для підлоги, фарбах або меблях може призвести до отруєння або проблем із диханням.

##### *Біологічні фактори.*

– висока ймовірність передачі вірусів та бактерій серед дітей, які перебувають у замкнутому просторі, може спричинити епідемії грипу, простудних захворювань, вірусних інфекцій;

– пил з іграшок, меблів або текстилю може спричиняти алергічні реакції, особливо у дітей з чутливою імунною системою.

##### *Психофізіологічні фактори:*

– надмірна фізична активність або занадто інтенсивне навантаження можуть призвести до втоми, стресу, порушення сну або емоційної нестабільності;

– негативна атмосфера може впливати на емоційний стан дітей, спричиняти тривожність, депресію або проблеми з соціалізацією.

Усі ці фактори потребують уваги та належного контролю для забезпечення безпеки та комфорту дітей і працівників дитячого садка.

Крім того, важливо схарактеризувати та порівняти з нормованими показниками небезпечні фактори.

#### Електрична безпека

Згідно з «Правилами улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», більшість приміщень відносяться до категорії 2 «приміщення підвищеної небезпеки», оскільки вони оснащені комп'ютерами та електричними плитами. Єдиним ризиком ураження електричним струмом є можливі несправності в обладнанні або пошкодження кабелів живлення. Всі електричні мережі прокладені в зонах, недоступних для персоналу/вихованців, що мінімізує ризик ураження [27].

#### Пожежна безпека

Пожежа несе такі небезпеки: відкрите полум'я та іскри, гаряче повітря, предмети, обладнання, токсичні продукти горіння, дим, знижена концентрація кисню, обвалення, пошкодження будівель та споруд, вибухи.

Будівля обладнана необхідними засобами пожежогасіння. Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [28] будівля за ступенем пожежної безпеки приміщень відноситься до категорії Д.

#### Мікроклімат

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» дошкільний навчальний заклад відноситься до категорії легкої роботи (Ia) [29].

Основними показниками мікроклімату є:

– *Температура повітря.* Для виконання робіт легкої категорії важливо аби температура повітря підтримувалася на рівні, який забезпечує комфорт і не призводить до перегріву або охолодження працівників, вихованців. Оптимальною температурою у групових осередках дошкільних навчальних закладів є +19-23°C, у приміщеннях басейну +29-30°C, у залах для занять музикою та фізичною

культурою +18-19 С, у теплих переходах - не менше +15°С [30].

– *Відносна вологість повітря.* Вона має бути на рівні, яке не буде викликати дискомфорту в працюючих. Рекомендованими межами відносної вологості є 40-60 % [30].

– *Швидкість руху повітря.* Для забезпечення комфортних умов важливо підтримувати оптимальну швидкість руху повітря, що сприяє ефективній вентиляції та зменшує відчуття дискомфорту від високої температури чи вологості. Рекомендується, щоб швидкість повітря в приміщеннях для робіт легкої категорії знаходилася в межах 0,1–0,2 м/с [29].

### Шум

Для створення комфортного середовища в дитячих садках необхідно контролювати рівень шуму в приміщеннях, де перебувають діти. Це включає не лише обмеження шуму від зовнішніх джерел (наприклад, від транспорту чи будівельних робіт), а й зниження шуму всередині закладу, що виникає через активність дітей, використання побутових приладів, меблів та інших елементів.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» встановлено такі норми для рівня шуму в приміщеннях дитячих садків [31]:

- у групових приміщеннях для відпочинку та навчання рівень шуму не повинен перевищувати 45 дБ;
- у коридорах, ігрових кімнатах та кухнях рівень шуму не повинен перевищувати 55 дБ.

### Освітленість

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення, однак не виключене штучне освітлення.

Основні приміщення дошкільних навчальних закладів групові осередки, медичні кабінети, приймально-карантинні відділення, зали для музичних та фізкультурних занять, кабінети для роботи з комп'ютерами та технічними засобами навчання тощо) повинні мати природне освітлення. Доцільна тривалість інсоляції зазначених приміщень - не менше 3 годин на день. Мінімальний

коефіцієнт природної освітленості приміщень має становити не менше 1,5 % [30].

Без природного освітлення можуть функціонувати буфетні, роздягальні, комори, включаючи комори для чистої білизни, душові при ізоляторі та басейні, туалети та інші технічні приміщення [30].

Під час проведення занять в умовах недостатності природного освітлення необхідно використовувати джерела штучного освітлення. Як джерела освітлення використовуються лампи типу ЛБ (білого кольору), ТБС (тепло-білого світла) [30].

### 3.2 Розрахунок показників факторів небезпеки

Проведемо розрахунок кратності повітрообміну у приміщенні спальні дитячого садочку для впевненості забезпечення оптимальних умов перебування дітей [32]:

$$L = V_{\text{пр}} \cdot K_p,$$

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

$K_p$  – мінімальна кратність повітрообміну (для спальні навчального закладу  $K_p = 1,5 \text{ м}^3/\text{год}$  [33]):

Таким чином отримуємо:

$$L = 153,7 \cdot 1,5 = 230,58 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже, 1,5 обміну на годину є достатнім, але для кращих умов здоров'я та комфорту дітей варто розглянути можливість збільшення витрати повітря, наприклад, до 2 обмінів на годину.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістр був проведений аналіз ефективності енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) № 26 «Ласкавушка» Сумської міської ради за адресою: провулок лікаря Івана Дерев'янка, 3.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» було здійснено частковий енергоаудит будівлі, вивчено проектну документацію та здійснено аналіз використання енергоносіїв. Виконано опис вузлів обліку енергетичних ресурсів, приладів для проведення вимірювань та результати інструментального обстеження. Наведено положення методики розрахункового аналізу системи енергопостачання та представлення результатів розрахунку основних видів тепловтрат та теплонадходжень. Була розрахована теплова потужність будівлі, яка склала 227342,76 Вт.

У розділі «РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис енергозбережних заходів та здійснено їхній фінансовий аналіз. Для підвищення енергонезалежності будівлі пропонується встановити тепловий насос для системи опалення будівлі та встановлення сонячної електростанції. Капітальні витрати на впровадження даних заходів значні, проте терміни окупності невеликі.

У розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглянуто детально небезпечні та шкідливі фактори, які можуть виникати на об'єкті дослідження. Крім того, здійснено розрахунок кратності повітрообміну у приміщення закладу.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергоефективність [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://saee.gov.ua/uk/content/energy-efficiency>.
2. Закон України "Про енергетичну ефективність\" [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#top>.
3. Ультразвуковий лічильник теплоенергії QALCOSONIC E3 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://investpremex.net.ua/prylady-obliku-tepla-axioma-metering/ultrazvukovyj-lichylnyk-teploenergiyi-qalcosonic-e3/>.
4. УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ЛІЧИЛЬНИК ТЕПЛА QALCOSONIC E3. ТЕХНІЧНИЙ ОПИС, ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/rjfogv>.
5. Счетчик воды Sensus MN [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://lichilnik.com.ua/schetchiki-vody/sensus-voda/mn>.
6. ПАСПОРТ СЧЕТЧИК ХОЛОДНОЙ ВОДЫ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/bojojz>.
7. Лічильник НІК 2303 L АРПЗ 1000 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://amperia.com.ua/ua/p527322653-schetchik-nik-2303.html>.
8. Пірометр (безконтактний термометр) BENETECH GM320 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://epicentrk.ua/ua/shop/piometr-benetech-gm320.html#main>.
9. Лазерний далекомір Noyafa NF-271-70 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/noyafa-nf-271-70/p415406811/>.
10. Термометр з гігрометром НТС-2 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/tjybte>.
11. Міжгалузеві норми споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://ips.ligazakon.net/document/view/reg4396?an=7998&ed=1999\\_10\\_25](https://ips.ligazakon.net/document/view/reg4396?an=7998&ed=1999_10_25).
12. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І.

Проектування. Частина II. Будівництво. Розробники: Ж. Бовкун, М. Кашликов. – Київ. Мінрегіон України, 2013 р. –122с.

13. 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» / укладачі: С.С. Антоненко, Е.В. Колісніченко. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 84 с.

14. Відновлювана енергетика: переваги для всіх [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: <https://ua.boell.org/uk/2016/09/29/vidnovlyuvana-energetika-perevagi-dlya-vsih>.

15. Які переваги та недоліки використання альтернативної енергетики: шляхи розвитку та використання [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <http://surl.li/xywhwz>.

16. Альтернативна енергетика [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ukraineinvest.gov.ua/industries/energy/alternative-energy/>.

17. Сонячні станції на землі, переваги та недоліки [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу: <https://moesonce.com/sonyachna/sonyachnistancii-na-zemli-perevagi-ta-nedoliki.html>.

18. Принципова схема встановлення сонячної електростанції [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://sun-energy.com.ua/image/catalog/komplekti/hybrid\\_novi/5.5kvtzakb5.8/opis.png](https://sun-energy.com.ua/image/catalog/komplekti/hybrid_novi/5.5kvtzakb5.8/opis.png).

19. Сонячна панель Longi Solar LR5-72НТН-585М [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/ezsixr>.

20. Гібридна сонячна електростанція «під ключ» PREMIUM на 30 кВт [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-power-plants/solar\\_plant\\_gibrid\\_premym\\_30](https://sun-energy.com.ua/solar-power/solar-power-plants/solar_plant_gibrid_premym_30).

21. Калькулятор сонячної електростанції [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/wdasrp>.

22. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми :

Сумський державний університет, 2013. – 48 с.

23. Переваги та недоліки теплових насосів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/wdkjou>.

24. Курсова робота з дисципліни «Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії на тему «Проект енергоефективного будинку та систем його енергозабезпечення, розташованого в Сумській області».

25. Тепловий насос типу Romstal Vision [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/clrxty>.

26. Монтаж теплових насосів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ekonomteplo.com.ua/montazh-teplovyyh-nasosiv>.

27. Про затвердження Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ДНАОП 0.00-1.32-01) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

28. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759).

29. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.

30. Про затвердження Санітарного регламенту для дошкільних навчальних закладів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0563-16#Text>.

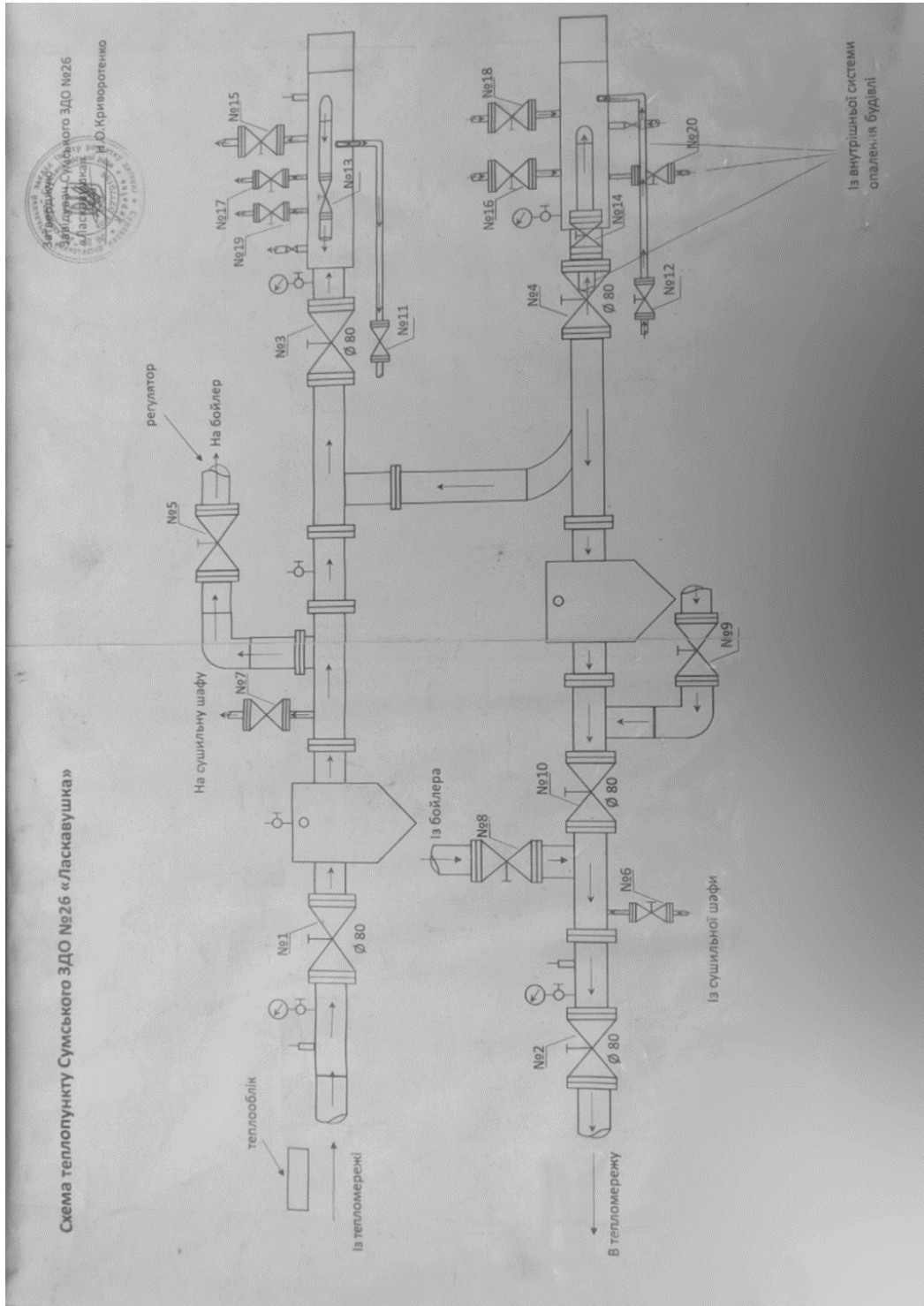
31. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>.

32. Визначення необхідного повітрообміну приміщень. Рекомендації до проектування [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vents.ua/opredelenie-neobhodimosti-vozduhoobmena/>.

33. ДБН В.2.2-4:2018 Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/bphdnh>.

# ДОДАТОК А

## Схема теплового пункту Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) № 26 «Ласкавушка» СМР



## ДОДАТОК Б

	A	B	C	D	E
1	<b>Вихідні дані для розрахунку</b>			<b>Розрахункові дані</b>	
2	Температура в середині приміщення	18		Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін	0,87
3	Температура в підвальному приміщенні	8		Приведений опір теплопередачі для стелі	3,53
4	Температура зовнішнього повітря	-25		Приведений опір теплопередачі для підлоги	0,58
5	Загальна площа зовнішніх стін	3153,4		Приведений опір теплопередачі для вікон	0,7
6	Загальна площа перекриття даху	1784		Втрати теплоти через стіни, Вт	39416,21
7	Загальна площа вікон	436,81		Втрати теплоти через стелю, Вт	10865,7
8	Загальна площа дверей	20,8		Втрати теплоти через двері, Вт	3946,28
9	Загальна площа перекриття над тех. підпіллям	1784		Втрати теплоти через підлогу, Вт	138875,17
10	Допоміжний коефіцієнт	0,28		Втрати теплоти через вікна, Вт	30774,65
11	Кількість інфільтрованого холодного повітря	8		Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи, Вт	31712,93
12	Коефіцієнт теплоємності повітря	1,005		Тепловтрати на вентиляцію, Вт	240037,36
13	Внутрішній об'єм приміщення	9440,3		<i>Сумарні тепловтрати, Вт</i>	<i>495628,23</i>
14	Густина повітря, яке видаляється з приміщення	1,3		Теплонадходження від людей, Вт	32442,8
15	Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього потоку	0,85		Теплонадходження від електроустаткування, Вт	110534,73
16	Кратність повітрообміну приміщення	0,8		Теплонадходження від джерел освітлення, Вт	73982,76
17	Кількість людей в приміщенні	406		Теплонадходження від сонячної радіації, Вт	51325,18
18	Явні теплонадходження від людей	103		<i>Сумарні теплонадходження, Вт</i>	<i>268285,5</i>
19	Номинальна потужність електроустаткування	16000		<b>Теплова потужність будівлі, Вт</b>	<b>227342,76</b>
20	Коефіцієнт завантаження	0,85			
21	ККД електроустаткування	0,9			
22	Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9			
23	Коефіцієнт попиту на електроенергію	0,3			
24	Потужність одного джерела освітлення	100			
25	Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4			
26	Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6			
27	Кількість однотипних джерел освітлення	940			
28	Тепловий потік, що надходить через 1 кв. м скління	250			