

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: «Підвищення енергонезалежності адміністративної будівлі СТОВ
«Агрокомбінат «Тепличний»» з впровадженням альтернативного
енергозабезпечення»

Здобувача групи ЕМ.м-32 Микитенко Володимира Геннадійовича
(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)

Володимир МИКИТЕНКО
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

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

(підпис)

Суми – 2024

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

здобувача _____

Микитенко Володимира Геннадійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Підвищення енергонезалежності адміністративної будівлі СТОВ «Агрокомбінат «Тепличний»» з впровадженням альтернативного енергозабезпечення»

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

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 08.12.2024 р.

1

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 66 сторінок, 12 рисунків, 17 таблиць, 2 додатки, 26 літературних джерел.

Метою роботи є розроблення заходів для підвищення рівня енергоефективності системи енергопостачання будівлі та розрахувати економічну доцільність їх запровадження.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- дослідження та аналіз фактичного стану будівлі з урахуванням її конструктивних особливостей;
- визначення основних напрямків, де можна модернізувати системи енергоспоживання.;
- виконати інженерно-економічні розрахунки, які необхідні для обраного напрямку модернізації.;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Предметом дослідження в роботі є системи енергозабезпечення та енергоспоживання адміністративної будівлі СТОВ «Агрокомбінат «Тепличний»».

Об'єкт дослідження: адміністративна будівля СТОВ «Агрокомбінат Тепличний» будівля та її системи енергозабезпечення.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ЛІЧИЛЬНИК, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОВЕ НАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ, ВОДЯНА СКВАЖЕНА, ВДОСКОНАЛЕННЯ, МІКРОКЛІМАТ.

Тема роботи – **«Підвищення енергонезалежності адміністративної будівлі СТОВ «Агрокомбінат «Тепличний»» з впровадженням 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	11
1.3.1 Система теплопостачання	11
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання.....	12
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 вимірювання.....	15
1.5 Аналіз результатів вимірювання.....	16
1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води	16
1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	17
1.6.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	18
1.6.3 Аналіз обсягів споживання води	20
1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	21
1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії.....	21
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.....	36
2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	37
2.1 Опис можливих енергозбережних заходів.....	37
2.1.1 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі.....	37
2.1.2 Встановлення сонячних панелей на даху будівлі.....	39
2.1.3 Буріння свердловини для забезпечення будівлі холодною водою.....	42
2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	44
2.2.1 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі.....	44
2.2.2 Встановлення сонячних панелей на даху будівлі.....	52
2.2.3 Буріння свердловини для забезпечення будівлі холодною водою.....	54
2.2.4 Встановлення генератора для системи електропостачання.....	54
2.3 Висновки за розділом.....	58
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	59
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	59
3.2 Основні заходи для зниження ризиків для працівників в досліджуваній будівлі.....	59

3.3 Розрахунок аварійного освітлення.....	59
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТОК А	65
ДОДАТОК Б	66

ВСТУП

В умовах військового стану питання енергоефективності набуває особливої ваги [1].

Військові конфлікти, крім безпосередніх руйнувань, створюють додаткові виклики для енергетичної системи, економіки та інфраструктури країни. Забезпечення стабільного постачання енергії стає критичним як для військових потреб, так і для підтримки життєдіяльності цивільного населення та збереження економічної стабільності [1]. Відтак, впровадження заходів з енергоефективності, що дозволяють більш раціональне використання енергетичних ресурсів, є не лише економічно доцільним, але й стратегічно важливим [1]. Енергоефективність має комплексні позитивні наслідки від сприяння конкурентоздатності економіки до підвищення стійкості енергосистеми, що є особливо важливим у кризових умовах воєнного стану [1]. У цьому контексті розвиток енергоефективності стає одним з ключових напрямків державної політики, вимагаючи комплексного підходу та активної участі всіх: держави, бізнесу та суспільства [1].

Система Енергоменеджменту – це перший обов’язковий крок для розумного управління енергоспоживанням [1]. Саме з впровадження Системи Енергоменеджменту (СЕНМ) мають розпочинати розгляд та втілення заходів з енергоефективності органи державної влади, громади та підприємства, які прагнуть бути готовими до будь-яких енергетичних викликів.

В Україні впровадження СЕНМ на підприємствах набуває особливого значення у зв’язку з масованими руйнуваннями електростанцій, високими цінами на енергоносії та необхідністю зменшення енергоспоживання [1].

Система Енергоменеджменту дозволяє розглянути різноманітні заходи з підвищення енергоефективності та обрати ті, які будуть найбільш доцільними та принесуть найбільший ефект відповідно умов конкретних виробничих або обслуговуючих процесів. Крім економічних переваг, тільки впровадження Системи Енергоменеджменту (відповідно до стандарту ISO 50001), призводить до заощаджень коштів та ресурсів без значних капіталовкладень на 5-15%, а

ефективність подальших капіталовкладень в заходи енергоефективності збільшується на 25-30% [1]. Завдяки енергоменеджменту та заходам з енергоефективності підприємства можуть не лише оптимізувати свої витрати та використання енергоресурсів, але й зробити вагомий внесок у сталий економічний розвиток країни, збереження довкілля, та, що є особливо актуальним, у підвищення енергетичної безпеки держави [1].

Україні є лише одна можливість стати політично незалежною –перерубати «гордіїв вузол» енергетичної залежності, вирішити питання радикально [2].

Потенціал відновлюваної енергетики в Україні дуже високий. За рахунок використання потенціалу вітрової та сонячної енергії можливо забезпечити до 17-23%, біоенергетики – 10%, малих гідроелектростанцій – 2-3% загального виробництва електричної енергії в Україні, тобто в сумі – до 30-35% [2].

Передумовою має бути чітка та узгоджена державна політика: стабільне правове поле, сприятливий інвестиційний клімат, зрозумілі правила гри для представників приватного бізнесу [2]. Зі стратегічної точки зору розвиток сектору ВДЕ для України – надзвичайно вигідний [2]. У поєднанні з диверсифікацією поставок енергоресурсів, заходами з енергоефективності та енергозбереження розвиток виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії дозволить Україні позбутися енергетичної залежності, підвищити ефективність функціонування вітчизняної енергосистеми [2].

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є адміністративна будівля СТОВ Агрокомбінат «Тепличний».

Адреса будівлі: м. Суми, вул. Білопільський шлях, 33.

Дана будівля має 2 поверхи.

Рік побудови - 1985 році.

Головний фасад будівлі зорієнтований на північ.

Зовнішній вигляд фасаду будівлі зображений на рисунку 1.1.

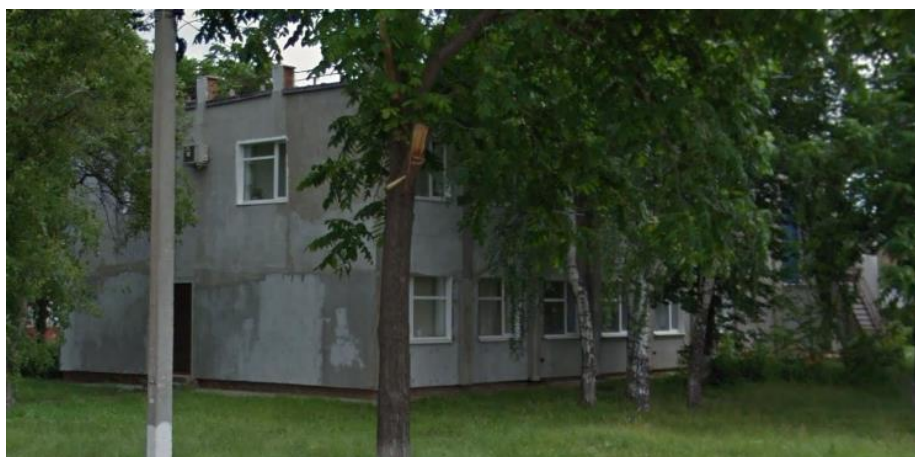


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд будівлі

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації на об'єкті під час обстеження:

- площа забудови будівлі 1120 м².
- опалювальна площа будівлі 1061,9 м²;
- опалювальний об'єм будівлі 3716,7 м³;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами 4245,2 м³.

Кількість працівників, які знаходяться в будівлі на момент обстеження– 25 чоловік.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Конструктивні елементи огорожувальних конструкцій адмінбудівлі наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Конструктивні елементи огорожувальних будівлі

Найменування конструкції	Матеріал шару
Стіни	Кладка з цегли на цементно-піщаному розчині
	Цементно-піщана штукатурка
Дах	Залізобетонна плита
	Шар керамзиту
	Руберойд
Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом
Двері	Металопластикові
Підлога	Залізобетонна плита
	Розчин цементно-піщаний
	Лінолеум

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

Дана будівля має централізовані системи теплозабезпечення, електропостачання, водопостачання та водовідведення.

Гаряче водопостачання в будівлі відбувається від електричних водонагрівачів, які встановлені в санвузлах. Кількість водонагрівачів – 2 шт.

1.3.1 Система теплопостачання

Будівля має централізовану систему теплопостачання. Договір на поставку теплової енергії укладений з ТОВ «Сумитеплоенерго». Номер договору – 521-Т. Теплоносій подається від котельні, яка знаходиться за адресою вул. Білопільський шлях, 25

Акт меж розподілу за стан та обслуговування теплових мереж наведено в Додатку А.

Теплоносій – технічно підготовлена вода. Система опалення – однотрубна, вертикальна з верхнім розливом теплоносія.

Опалювальні прилади, які встановлені в будівлі це чавунні радіатори типу МС 140.

На подаючому та зворотньому трубопроводах системи опалення встановлені повірені манометри та термометри (додаток Б). Теплова ізоляція в наявності.

Регулювання подачі теплоносія в внутрішню систему опалення відбувається в «ручному» режимі, шляхом відкривання/закривання ввідної запірної арматури. Це призводить до нерівномірного розподілу теплоносія по стоякам та опалювальним приладам. І як наслідок відбувається зниження температури повітря в деяких кабінетах.

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» на підставі Договору про постачання електричної енергії № 4578. Електрична енергія надходить від трансформаторної підстанції ТП-160, що знаходиться неподалік від адміністративної будівлі. Живлення будівлі здійснюється по кабельній лінії 3×120 мм з напругою 220 В. Недоліків в системі електропостачання виявлено не було.

1.3.3 Система водопостачання

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано КП «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 632.

Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 50 мм зі сторони вул. Кленова. На момент обстеження тиск води на вході в будівлю складав $P_{XB}=0,2$ МПа. Водовідведення в будівлі– централізоване.

Трубопроводи холодної води по будівлі виконані з металопластику Ø 30 мм. В санвузлах встановлені сучасні змішувачі та змивні бачки. Витікань води не виявлено.

Основними споживачами води є працівники та відвідувачі будівлі. Недоліків в системі водопостачання виявлено не було.

1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування

Система вентиляція в будівлі – природня. В деяких кабінетах встановлені побутові кондиціонери.

1.3.5 Система обліку споживання енергетичних носіїв

Під час обстеження теплового пункту будівлі було встановлено, що на подаючому трубопроводі встановлений тепловий лічильник типу SENSUS «PolluTherm – EX», (рис 1.2), термін повірки якого 18 липня 2023 р.



Рисунок 1.2 – Лічильник теплової енергії [3]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики лічильника теплової енергії [4]

Назва параметру	Значення параметру
Клас точності приладу	1,5
Живлення приладу	батарея
Довжина кабеля	4 м
Тип встановлення	Горизонтальний
Міжповірочний інтервал	4 роки

Під час обстеження системи електропостачання будівлі було встановлено, що облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу НІК (рис. 1.3), термін повірки якого 24 травня 2022 р.



Рисунок 1.3 – Лічильник електричної енергії [4]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики лічильника «НІК» [4]

Назва параметру	Значення параметру
Номінальна напруга	220 В

Продовження таблиці 1.3

Номінальний та максимальний струм	5(50) А
Кількість фаз	1
Клас точності	1
Міжповірочний інтервал	4 роки
Номінальна частота	50 Гц

Холодна вода обліковується лічильником типу «Грос» DN 25 (рис. 1.5), термін повірки – 18 вересня 2022 р. Встановлений в підвальному приміщенні на вводі до будівлі.



Рисунок 1.4 – Лічильник холодної води [6]

Технічні характеристики даного типу лічильника представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Технічні характеристики лічильника GROSS MNK-UA DN 25 [6]

Назва параметру	Значення параметру
Номінальний тиск	1,6 МПа
Максимальна витрата	9 м ³ /год
Номінальна витрата	5 м ³ /год
Мінімальна витрата	0,3 м ³ /год
Тип встановлення	Горизонтальний

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 02.10.2024 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають (з ПДВ):

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

Вимірювання мікрокліматичних параметрів є важливою частиною процесу управління будівлею для забезпечення оптимального комфорту та енергоефективності.

Температуру повітря в кімнатах було виміряно за допомогою кімнатного термометра. Діапазон вимірювання температур: -30 +50 °С. Розмір термометра: 160x20 мм. Вага -100 г.

Для визначення вологості в приміщеннях використовували вимірювач Testo 605-H1 .

Для вимірювання геометричних розмірів будівлі використовувався лазерний далекомір типу «BOSH» (рис 1.5).



Рисунок 1.5 – Далекомір типу «BOSH» [7]

1.5 Аналіз результатів вимірювання

Вимірювання проводилось 12.11.2024 р. Система опалення була включена. Температура зовнішнього повітря становила: 1⁰С.

Вимірювані параметри склали:

- 1) середня температура повітря по кімнатах будівлі склала $T_{в} = 20^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам [7].
- 2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 61^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 44^{\circ}\text{C}$ (згідно показань лічильника теплової енергії).
- 3) відносна вологість повітря – 54%, що відповідає вимогам норм і правил [7].

1.6 Аналіз споживання енергоносіїв та води

На об'єкті ведеться щомісячний облік споживання теплової енергії, електричної енергії та холодної води. Дані записуються в спеціальний журнал обліку енергоресурсів. Покази передаються до енергопостачальних підприємств.

1.6.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Помісячне споживання теплової енергії за 2021-2024 роки наведено в таблиці 1.5 та на рисунку 1.6 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку теплової енергії об'єкта.

Таблиця 1.5 – Величина споживання теплової енергії за 2021 – 2024 роки, Гкал

Місяці	2021 рік, Гкал	2022 рік, Гкал	2023 рік, Гкал	2024 рік, Гкал
Січень	19,7	16,6	17,3	17,1
Лютий	15,2	14,1	14,4	15,7
Березень	12,4	8,2	11,4	12,2

Продовження таблиці 1.5

Квітень	5,4	0	0	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	14,2	12,3	12,4	0
Листопад	15,6	13,3	14,3	-
Грудень	17,5	15,4	15,3	-
Всього	100	79,9	85,1	-

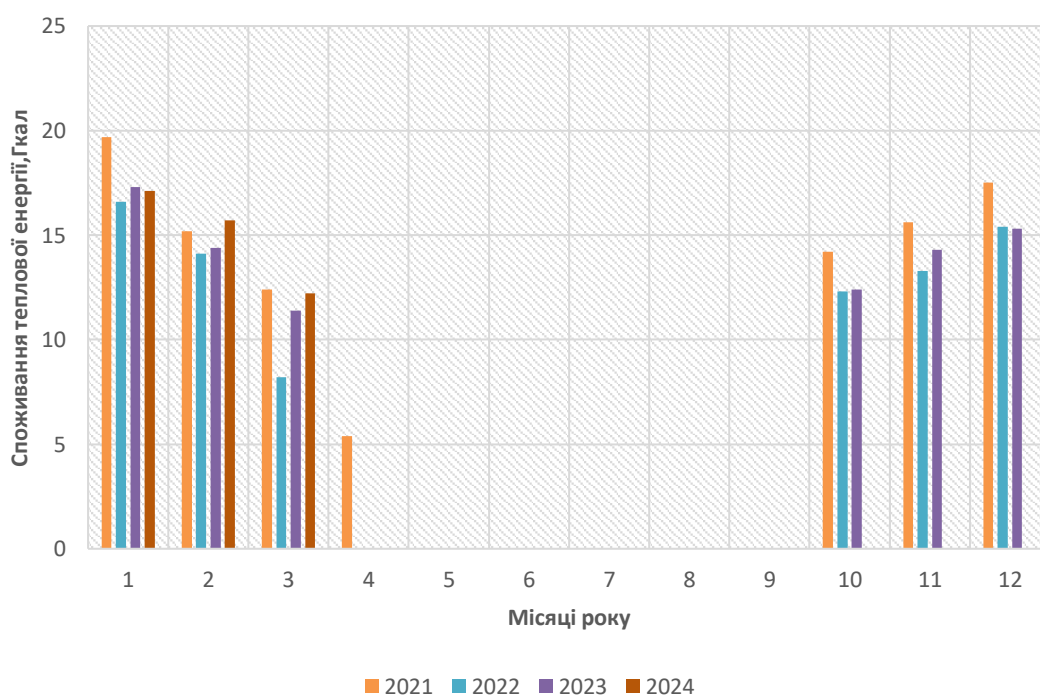


Рисунок 1.6 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2024 роки

З діаграми споживання теплової енергії видно, що її споживання відбувається тільки в опалювальний період. Споживання по місяцям більш-менш рівномірне. Це пояснюється контролем за споживанням з боку обслуговуючого персоналу та відповідальної особи за теплове господарство.

Найменше теплової енергії споживалось в лютому та березні місяці 2022 року. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням росії на територію України. Адміністративна будівля не працювала.

1.6.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Помісячне споживання електричної енергії у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.6 та на рисунку 1.7 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку електроенергії об'єкта.

Таблиця 1.6 – Величина споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки

Місяці	2021 рік, кВт·год	2022 рік, кВт·год	2023 рік, кВт·год
Січень	3450	3250	3140
Лютий	3120	2560	2980
Березень	2950	150	1960
Квітень	2750	250	2150
Травень	1560	365	1440
Червень	1130	860	1250
Липень	950	950	1110
Серпень	980	960	850
Вересень	1640	1250	1360
Жовтень	2690	2440	2030
Листопад	3780	3150	3450
Грудень	4260	3980	3890
Всього	29260	20165	25610

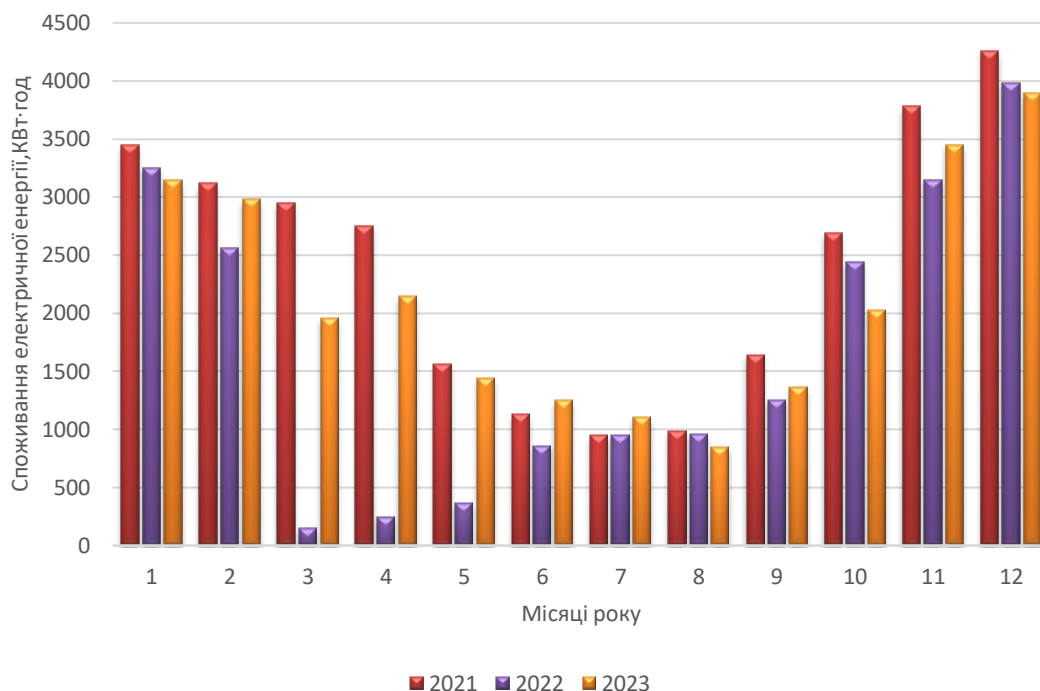


Рисунок 1.7 – Діаграма споживання електричної енергії за 2021-2023 роки

З діаграми споживання електроенергії бачимо, що зростання рівня споживання електричної енергії відбувається в зимовий час. Це пояснюється більшим використанням освітлення та використанням додаткових обігрівачів для опалення кабінетів. Найменше електричної енергії споживалося в 2022 році. Це пояснюється повномасштабним вторгненням росії в Україну. В цей час будівля була зачинена.

1.6.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.7 та на рисунку 1.8 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку води об'єктів.

Таблиця 1.7 – Споживання холодної води за 2021-2023 роки

Місяці	2021 рік, м ³	2022 рік, м ³	2023 рік, м ³
Січень	25	22	24

Продовження таблиці 1.7

Лютий	21	20	23
Березень	19	2	18
Квітень	18	2	19
Травень	19	3	20
Червень	17	16	16
Липень	15	16	18
Серпень	17	19	15
Вересень	20	18	16
Жовтень	29	15	19
Листопад	29	18	26
Грудень	34	17	32
Всього	263	168	246

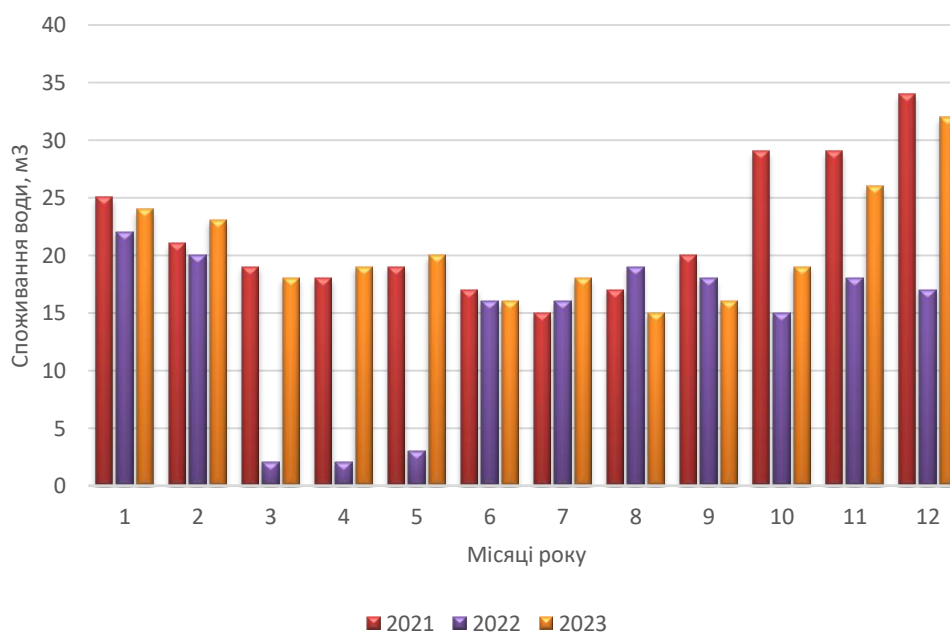


Рисунок 1.8 - Діаграма споживання води за 2021-2023 роки

Споживання протягом року майже не змінюється. Тенденції до незначного зменшення споживання води зменшуються в літні місяці. В цей період в будівлі найменше людей, так як деякі працівники йдуть у відпустку. Найменше

електричної енергії споживалося в 2022 році. Це пояснюється повномасштабним вторгненням росії в Україну. В цей час будівля була зачинена.

1.7 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

1.7.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами.

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 [8]:

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

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

A_f – опалювальна площа будівлі, м².

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [8]:

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

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/м² [8].

Нормативна питома енергопотреба для громадських будівель згідно [8]:

$$EP_p = [30] \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення будівлі за опалювальний рік становлять:

- за 2021-2022 рік – $Q_{\text{оп}} = 100$ Гкал;
- за 2022-2023 рік – $Q_{\text{оп}} = 79,9$ Гкал;
- за 2023-2024 рік – $Q_{\text{оп}} = 85,1$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2020-2021 рік – $EP = 0,027$ Гкал/м²;
- за 2021-2022 рік – $EP = 0,022$ Гкал/м²;
- за 2022-2023 рік – $EP = 0,024$ Гкал/м².

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,01$ Гкал/м³.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою [8]:

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

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{0,024 - 0,026}{0,026} \right) \cdot 100\% = -8\%$$

Згідно з [8] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «С».

За результатами порівняння фактичних і нормованих показників із споживання теплової енергії можна зробити наступний висновок, що стан усіх технологічних і конструктивних елементів, що визначають енергетичну ефективність процесу створення і підтримки теплового балансу в будівлі, необхідно вважати такими, що задовольняють сучасним вимогам з енергоефективності.

Але регулювання подачі теплового носія відбувається в ручному режимі, шляхом прикривання ввідної запірної арматури. Це призводить до нерівномірного надходження теплового носія до стояків та опалювальних приладів. В деяких кабінетах відбувається «недогрів» а в деяких навпаки «перегрів». Система опалення розбалансована. Відбувається додаткове використання джерел тепла у вигляді обігрівачів. Такий стан теплозабезпечення будівлі можна вважати незадовільним.

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 [9] норма споживання електричної енергії для приміщень адміністративно-управлінських установ складає 115 кВт·год/м² корисної площі. Для обстежуваної адміністративної будівлі фактичне споживання електричної енергії складає:

Для будівлі фактичне споживання електричної енергії складає:

$$\text{- 2021 рік: } \frac{29260 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{1061,9} = 27,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{20165 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{1061,9} = 18,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2023 рік: } \frac{25610 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{1061,9} = 24,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

Як видно з розрахунків фактичне значення не перевищує нормоване, що є задовільним показником.

1.7.3 Техніко-економічний аналіз споживання води

За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості мешканців у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [10]. Норма витрат води для адміністративної будівлі на одного працівника становить – 12 л/добу на 1 працівника.

$$\text{- 2021 рік } \left(\frac{263000}{25} \right) / 365 = 28,8 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2022 рік } \left(\frac{168000}{25} \right) / 365 = 18,5 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2023 рік } \left(\frac{246000}{25} \right) / 365 = 26,9 \text{ л/добу}.$$

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення перевищують нормовані. Це пояснюється тим, що в будівлі є душові кабінки, в яких працівники приймають душ.

1.8 Аналіз енергетичного балансу будівлі

Розрахунки системи енергопостачання будівлі виконано згідно методики [11].

1.8.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Розрахунок термічного опору зовнішніх огороджувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі дійсних огороджувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ повинний бути не менше за нормативних значень $R_{q \text{ min}}$, які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [11].

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

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

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

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

Мінімально допустиме значення, $R_{q \text{ min}}$, опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних 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 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, $R_{\Sigma \text{ пр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (2.2) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (1.3)$$

де α_6 , α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (1.2), $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

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 [11]

$$\sum Q_{\text{втр}} = \sum Q_0 + \sum Q_d + \sum Q_{\text{інф}} + \sum Q_в, \text{ Вт} \quad (1.4)$$

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;

$\sum Q_{\text{інф}}$ – 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)

$$Q_0 = \frac{F_{\text{озр}}}{R_{\Sigma\text{пр}}} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1.5)$$

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 [11];

$t_в, t_{з,p}$ – 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

$$\sum Q_0 = \sum Q_{ст} + \sum Q_{стл} + \sum Q_{вкн} + \sum Q_{з.д} + \sum Q_{ндл}, \text{ Вт} \quad (1.6)$$

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

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

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

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

$\sum Q_{ндл}$ – 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

$$\sum Q_{ор}^d = \sum Q_{ст} \cdot \beta_{ор}, \text{ Вт} \quad (1.7)$$

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

$\beta_{ор}$ – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу [14].

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

$$\sum Q_{ндл}^d = 0,13 \cdot Q_{ндл}, \text{ Вт} \quad (1.8)$$

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

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції

$$\sum Q_o = \sum Q_{op}^o + \sum Q_s^o + \sum Q_{ndл}^o, \text{ Вт} \quad (1.9)$$

де: $\sum Q_{op}^o$ – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

$\sum Q_s^o$ – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\sum Q_{ndл}^o$ – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря [11]

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{inf} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_g - t_{з.р}) \cdot n_g, \text{ Вт} \quad (1.10)$$

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

t_g , $t_{з.р}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, кг/(м²·год);

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м².

n_g – кількість одностипних 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]:

$$G_{ep} = B \cdot H \cdot [0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta\rho / \rho_c) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v] \cdot \rho_c, \text{ кг/с} \quad (1.11)$$

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

k_q – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8) [11];

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с² [11];

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – 2 м/с; II-а кліматична зона – 2,1 м/с) [11];

$\Delta\rho$ – різниця густин повітряних мас ($\Delta\rho = \rho - \rho_c$), кг/м³;

ρ_c – середня густина повітряних мас, кг/м³ (при нормальних умовах $\rho = 1,3$ кг/м³):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_g + t_{cp.on})]} \quad (1.12)$$

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:

$$Q_{ep}^{inf} = G_{ep} \cdot c \cdot (t_g - t_{z.p}) \cdot k_g, \text{ кВт} \quad (1.13)$$

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

c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С [11];

t_g і $t_{z.p}$ – температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

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

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей

$$Q_{3,d}^{inf} = 0,28 \cdot G_{3,d} \cdot c \cdot (t_6 - t_3), \quad (1.14)$$

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

$t_в$, $t_{3,p}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$G_{3,d}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год:

$$G_{3,d} = b_{н.д} \cdot L_{н.д} \cdot v_{ср.н.д} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (1.15)$$

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

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

$v_{ср.н.д}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається $0,8$ м/с), м/с [11];

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

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{inf} = Q_{екн}^{inf} + Q_{сп}^{inf} + Q_{3,d}^{inf}, \text{ Вт} \quad (1.16)$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію

У випадку природної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності

$$Q_6 = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_6 - t_{3,p}) \cdot n_k \cdot k_V, \text{ Вт} \quad (1.17)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1,005$ кДж/кг·°С [11];

t_6 і $t_{3,p}$ – температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

V_{II} – внутрішній об'єм приміщення, м³;

ρ – густина повітря, яке видаляється з приміщення, $\rho=1,3$ кг/м³ [11];
 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 $k_V=0,85$) [11].

1.8.2 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (1.18)$$

де q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (1.19)$$

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

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_3, \text{ Вт} \quad (1.20)$$

де N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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

k_3 – коефіцієнт завантаження освітлення;

n_l – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{o.п}, \text{ Вт} \quad (1.21)$$

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

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2 ;

$k_{o.п}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу ($k_{o.п}=0,6$) [11].

Сумарні теплонадходження

$$Q_{тн} = Q_l + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (1.22)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ Вт} \quad (1.23)$$

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

$\Sigma Q_{тн}$ - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, яка обстежується представлені у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma \text{пр}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \text{min}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Цегла звичайна та цементно-піщаний розчин	0,50	0,81	0,92	4,0
		Декоративна штукатурка	0,07	0,81		
2	Дах	Залізобетонна плита	0,22	2,04	1,67	7,0
		Керамзит	0,2	0,12		
		Рубероїд	0,005	0,17		
3	Вікна	Металопластикові з двокамерним склопакетом	–	–	0,75	0,9
4	Двері	Металеві	-	-	0,6	0,7
5	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,46	5,0
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Керамічна плитка	0,007	1,1		

Отримані результати ($R_{\Sigma \text{пр}} \ll R_{q \text{min}}$) свідчать про невідповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [8].

Розрахунок теплової потужності будівлі виконаємо за допомогою програми Microsoft Excel [12].

Вихідні дані та результати розрахунку наведено в таблиці 1.10 та 1.11.

Таблиця 1.10 – Вихідні дані

Вихідні дані для розрахунку	Значення параметру
Температура у середині приміщення, $^{\circ}\text{C}$	20
Температура в підвальному приміщенні, $^{\circ}\text{C}$	10

Продовження таблиці 1.10

Температура зовнішнього повітря, °С	-25
Загальна площа зовнішніх стін, м ²	1058,5
Загальна площа поверхні даху, м ²	1120
Загальна площа вікон металопластикових, м ²	60
Загальна площа дверей, м ²	8
Загальна площа перекриття над підвалом, м ²	520
Допоміжний коефіцієнт	0,28
Кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, м ³	8
Коефіцієнт теплоємності повітря, , кДж/(кг · К)	1,005
Внутрішній об'єм приміщення, м ³	3716,7
Густина повітря, яке видаляється з приміщення, кг/м ³	1,3
Коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання	0,85
Кратність повітрообміну приміщення, год ⁻¹	0,8
Кількість людей в приміщенні	25
Явні теплонадходження від людей, Вт	103
Номінальна потужність електроустаткування, Вт	10000
Коефіцієнт завантаження	0,85
ККД електроустаткування	0,9
Коефіцієнт переходу тепла в приміщення	0,9
Коефіцієнт попиту на електроенергію	0,3
Потужність одного джерела освітлення, Вт	60
Коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову	0,4
Коефіцієнт завантаження освітлення	0,6
Кількість однотипних джерел освітлення	45
Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління освітленого сонцем, Вт	250
Тепловий потік, що надходить через 1 м ² скління перебуваючого в тіні, Вт	100
Площа заповнення світлових прорізів, м ²	130
Площа заповнення світлових прорізів (в тіні), м ²	130
Коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу	0,6

Таблиця 1.11 – Результати розрахунку

Розрахункові дані	Значення параметру
Приведений опір теплопередачі для зовнішніх стін, (м ² ·К)/Вт	0,92
Приведений опір теплопередачі для стелі, (м ² ·К)/Вт	1,67

Продовження таблиці 1.11

Приведений опір теплопередачі для дверей, (м ² ·К)/Вт	0,6
Приведений опір теплопередачі для вікон (металоплас.), (м ² ·К)/Вт	0,75
Приведений опір теплопередачі для підлоги, (м ² ·К)/Вт	0,46
Втрати теплоти через стіни,Вт	51774,46
Втрати теплоти через стелю,Вт	27485,03
Втрати теплоти через двері,Вт	784
Втрати теплоти через вікна (металопластикові),Вт	3600
Втрати теплоти через підлогу, Вт	11304,35
Тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи,Вт	6078,24
Тепловтрати на витяжну вентиляцію,Вт	41605,08
Сумарні тепловтрати, Вт	142631,2
Теплонадходження від людей, Вт	25750
Теплонадходження від електроустаткування, Вт	2770,5
Теплонадходження від джерел освітлення, Вт	324
Теплонадходження від сонячної радіації, Вт	6300
Сумарні теплонадходження, Вт	35144,5
Теплова потужність будівлі, Вт	107486,7
Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ, кВт	229408,14

1.9 Висновки до розділу

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

2) Система теплопостачання в будівлі - централізована. Джерелом теплопостачання є котельня по вул. Білопільський шлях. Система керування теплопостачанням відсутня. Регулювання відбувається в ручному режимі.

3) Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано. Дефектів виявлено не було.

4) В будівлі встановлені лічильники обліку теплової енергії, електричної енергії та холодної води. Лічильники повірені. Зняття показань відбувається кожного місяця.

5) Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та їх порівняння з нормативними показниками. Встановлено, що фактичні показники не перевищують нормовані.

6) За допомогою далекоміра та термометра було виміряно температуру всередині приміщень будівлі та геометричні розміри будівлі.

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

8) Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала 107486,7 Вт (0,092 Гкал/год).

9) Для підвищення енергезалежності будівлі пропонується запровадити енергозберіжні заходи а також впровадження альтернативного енергозабезпечення.

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

2.1.1 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі

Теплові насоси - це енергоефективне обладнання, яке цілий рік підтримує комфортну температуру в приміщенні, опалюючи його взимку та охолоджуючи влітку. Разом із цим, теплові насоси забезпечують нагрів води для потреб системи гарячого водопостачання [13].

Існує кілька видів теплових насосів, які відрізняються принципом роботи системи, джерелом тепла. Також кожен тип обладнання має особливі вимоги для встановлення, свої переваги та недоліки [13].

Розрізняють такі види теплових насосів [13]:

1. Тепловий насос «повітря-повітря».
2. Тепловий насос «повітря-вода».
3. Геотермальний тепловий насос.

Основною характеристикою ефективності по відношенню до тепла є COP (Coefficient of Performance - коефіцієнт продуктивності тепла), який залежить від температури повітря [13]. Що ближча температура повітря до 0°C, то більший COP. Що стосується охолодження будинку, то характеристикою є EER (Energy Efficiency Ratio) [13].

Тепловий насос для опалення складається з двох блоків: внутрішнього, яким є конденсатор, а також зовнішнього, який являє собою випарник. Для повноцінної роботи, внутрішній і зовнішній блоки зв'язуються фреоновою магістраллю, по якій рухається холодоагент [13].

Додатковим обладнанням для швидкої генерації холоду або тепла для теплового насоса «повітря-вода» є фанкойли, радіатори, внутрішньопідлогові конвектори. Підбір радіаторів має здійснюватися не вище +45°C.

При придбанні теплового насоса з його реалізацією за допомогою теплої підлоги, радіаторів і внутрішньопідлогових конвекторів, Ви не зможете здійснювати функцію охолодження будинку на літній період часу. Для ефективної роботи обладнання, необхідно використовувати тепловий насос, враховуючи всі його функції: опалення/охолодження, нагрів води для гарячого водопостачання. Виходячи з цього, для продуктивної експлуатації теплового насоса, необхідно замінити радіатори на фанкойли підлогового типу, які зможуть працювати як на обігрів, так і на охолодження приміщення.

Тепловий насос для опалення є низькотемпературним обладнанням, яке працює при спільній роботі з теплою підлогою. Таким чином, що нижча температура подачі, то ефективніший сам тепловий насос.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд теплового насосу [14]

Тепловий насос для опалення має низку переваг [13]:

- висока енергоефективність, яка передбачає мінімальні витрати на щомісячне утримання будинку. Річ у тім, що під час купівлі 1 кВт електроенергії, завдяки високому коефіцієнту перетворення тепла, система дає змогу отримати 3 кВт теплової енергії;

- пристрій не залежить від наявності газу в будинку, оскільки підведення газу на ділянку є дорогим рішенням, тому Ви заощадите за допомогою цього обладнання;

- пристрій не залежить від наявності газу в будинку, оскільки підведення газу на ділянку є дорогим рішенням, тому Ви заощадите за допомогою цього обладнання;

- опалення тепловим насосом економічно вигідне в експлуатації, що супроводжує мінімальні витрати на утримання холоду, тепла і ГВП. Опалення тепловим насосом набагато дешевше, порівняно з використанням газового або електричного котла.

Для споживачів електроенергії було встановлено нові тарифи, які робили використання теплового насоса ще більш вигідним [13]:

- якщо на ділянці відсутня проводка газу в будинок, держава могла надати 3000 кВт годин з 50% знижкою - що вважалось дуже вигідною пропозицією [13];

- у нічний період часу мешканці могли використовувати електроенергію, ціна якої була знижена ще на 50%. Сьогодні використовується тільки нічний тариф, в якому існує знижка -50% від початкової ціни [13];

- режим, що налаштовується. Автоматика теплового насоса дасть можливість підтримувати комфортну температуру в приміщенні, незалежно від пори року [13];

- екологічний. Відсутні шкідливі викиди в навколишнє середовище, які вважаються небезпечними як для природи, так і для людей [13],

2.1.2 Встановлення сонячних панелей на даху будинку

В умовах постійних відключень електроенергії через війну з росією сучасний напрямок впровадження сонячних електростанцій є чудовим рішенням [15]. Переваги та фактори, які роблять фотоелектричні електростанції привабливими для децентралізованого виробництва енергії, перераховані нижче.

Незалежність від централізованого постачання електричної енергії. Фотоелектричні електростанції можуть виробляти електроенергію в точці споживання, таким чином усуваючи потребу в електропостачанні від централізованих електростанцій. [15].

Стійкість до відключень. Сонце є найдешевшим джерелом енергії, сонячні панелі можуть виробляти електроенергію навіть тоді, коли доступ до інших джерел енергії обмежений..

Енергетична незалежність: Встановлення сонячних електростанцій дозволить людям стати енергонезалежними та самодостатніми в електроенергії в умовах конфлікту.

Екологічність. Сонячні батареї працюють на відновлюваних джерелах енергії, а тому є екологічно чистими та сприяють зменшенню викидів парникових газів.

Простота в монтажу. Невеликі сонячні батареї можуть бути легко встановлені на дахах, гаражах та інших доступних місцях, що робить їх цілком доступними і легкодоступними.

Економічна вигода: Відсутність витрат на паливо та інші ресурси для виробництва електроенергії знижує експлуатаційні витрати і робить сонячні електростанції економічно вигідними в довгостроковій перспективі.

В умовах надзвичайної ситуації або війни з Росією використання сонячних електростанцій забезпечує безпеку енергопостачання та полегшує життя людей.

Сонячні батареї, встановлені на даху або стінах будівлі, можуть бути підключені до розподільчого щита і забезпечувати електроенергією лише побутові потреби (вуличне або аварійне освітлення) [15].



Рисунок 2.2 – Принцип встановлення сонячних панелей на даху будівлі [15]

Ключові фактори при встановленні сонячних панелей [15]:

1. Місцевість

Місце повинне бути без затінь, навколо щонайменше дерев, високих будівель, парканів, тощо. Необхідно максимально передбачити появу будь-яких об'єктів, що можуть перешкодити потраплянню променів на вашу майбутню СЕС.

2. Рівень інсоляції в регіоні

Це показник кількості сонячної радіації. Чим він вищий, тим більше може генерувати станція. У різних областях потрібна інша кількість панелей для отримання такого ж результату.

3. Орієнтація на сонячну сторону

Ідеальний варіант - станція обличчям на південь. Такий варіант не завжди можливий, наприклад, у випадку з двоскатним дахом на захід-схід. Але слід вибрати найбільш оптимальне розташування.

Якщо розглядати наземну конструкцію, то з орієнтацією тут все просто. Досвідчені монтажники з легкістю розрахують правильний напрямок. Питання полягає вже в іншому: чи є необхідна вільна площа.

2.1.3 Буріння свердловини для забезпечення будинку холодною водою

Вода – дуже важливий елемент в організмі. Для нормальної життєдіяльності слід стежити за її якістю та використовувати лише чисту рідину для внутрішнього застосування. У ній не повинно бути підвищеної кількості хімічних речовин або концентрації інших елементів, не корисних для здоров'я [16].

Виведення відходів каналізації у поверхневі водні джерела значно погіршує якість води. Найкращим рішенням у такому випадку стає проєктування альтернативного водопостачання за допомогою артезіанської свердловини. Завдяки їй у вашому розпорядженні буде лише якісна вода. Поліпшується якість волосся, шкіри, здоров'я та всього організму [16]. Завдяки свердловині ви отримуєте незалежність від централізованого водопостачання [16].

Але перш ніж починати буріння та монтажу водозабірної конструкції, необхідно зробити проєктування будівництва свердловини, що враховує гідрогеологічні, геологічні, санітарні умови району [16].

Конструкція свердловини та її проєктування залежать від переслідуваних завдань, геологічних особливостей ділянки, глибини, техніки бурових робіт та інших факторів.

Проєктування для буріння майбутньої водозабірної свердловини включає розрахунок та закладку технічних характеристик системи водопостачання, що дає визначення її терміну експлуатації, безпеки, функціональних можливостей.

Після проведення дослідження та огляду ділянки, із замовником затверджуються такі пункти:

- місце встановлення;
- габарити;
- тип артезіанської свердловини.

Розробка проєкту може поширюватися як на одиночний водозабірний вузол для приватного будинку, так і комплекс з кількох колодязів для обслуговування котеджного містечка або виробництва.

Буріння артезіанських свердловин - дуже складний процес, що вимагає спеціальних навичок, знань, обладнання, технологій, досвіду і проектування. Тільки фахівці в цій галузі можуть виконати такий проект якісно і швидко [16].

Підготовка робочого проекту на буріння свердловини складається з точно таких же етапів, які визначають доцільність монтажу на кожній ділянці, подальше обслуговування конструкції і безпеку проведення робіт.

Проектування таких установок вимагає великої роботи і важливих розрахунків. Щоб почати користуватися штучною свердловиною, необхідно виконати етапи підготовки, буріння і розміщення водозабірної системи.

Існує кілька видів буріння, в тому числі шнекове, роторне, ударно-канатне і ручне..

Наступним етапом у створенні такої установки є очищення та прокачування всієї свердловини до тих пір, поки вода в свердловині не стане прозорою. Потім встановлюється насос і свердловина підключається до будівлі [16].

Для того, щоб скласти проект, необхідно [16]:

- оцінити запаси та стан підземних водних джерел;
- отримати дозвіл на будівельні заходи;
- розробити, перевірити, погодити проект артезіанської свердловини на воду.

Після проведення даних етапів та заповнення документів, для правильної роботи необхідно певне обладнання, таке як: насоси, фільтри тощо.

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

2.2.1 Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі

Тепловий насос, який забезпечує необхідну роботу системи опалення, повинен мати достатній робочий діапазон і потужність, щоб система споживала як мінімальну, так і максимальну теплову енергію.

Метою проекту є відмова від використання централізованої системи опалення для потреб опалення будівлі шляхом встановлення геотермального теплового насосу.

Методику розрахунку теплового насоса наведено в [17].

Розрахунок теплового насоса для системи опалення будівлі виконаємо за допомогою програми Microsoft Excel [12].

Опалювальна площа будівлі : $F_{оп} = 1061,9 \text{ м}^2$.

1) Знаходимо потужність насоса, що необхідна для потреб опалення, з урахуванням годин його роботи [17]:

$$P_{ми} = \frac{Q \cdot 24}{(20 + 2)}, \text{Вт.} \quad (2.1)$$

2) Необхідний об'єм бака-акумулятора:

$$V_{бак} = \frac{P_{ТН} \cdot 3600}{\rho \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)}, \text{л.} \quad (2.2)$$

3) Розрахунок необхідної довжини труб для вертикального теплового насоса знайдемо за формулою [17]:

$$L_c = \frac{10^3 \cdot P_{ТН}}{q_c} \left(\frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) \text{ м} \quad (2.3)$$

Де $P_{ТН}$ – потужність насоса.

q_c – питомих тепловий потік. Приймаємо 50 Вт/м (середнє значення для вертикальних колекторів) [17].

φ - коефіцієнт перетворення ТН [17].

4) Місце для розміщення – територія біля будівлі.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування параметра	Одиниця розмірності	Значення
Теплова потужність системи опалення	Вт	107486,7
Опалювальна площа будівлі	м ²	1061,9
Час роботи теплового насоса	год	24
Температура повітря	С	20
Температура ґрунта	С	-6
Густина води	кг/м ³	998
Питома теплоємність води	кг/К	4200
Початкова температура теплоносія на вході в бак	С	35
Кінцева температура теплоносія на виході з бака	С	0
Питомий тепловий потік	Вт/м	50
Коефіцієнт перетворення теплового насосу		5,01
Вартість теплового насосу, включаючи транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій	Євро	40000
Курс євро на момент розрахунку		45,4
Кількість споживання теплової енергії будівлею за опалювальний період	Гкал	100
Ціна за 1 Гкал	грн	4101,43

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку

Найменування параметра	Одиниця розмірності	Розрахункове значення
Потужність насоса	Вт	99218,5
Об'єм бака-акумулятора	л	2434,7
Необхідна довжина труб	м	1588,288041
Вартість теплового насосу, включаючи транспортування, пусконаладжувальні роботи, обслуговування, консультування при виникненні позаштатних ситуацій	грн	1362000

Продовження таблиці 2.2

Монтаж теплового насосу	грн	408600
Загальна вартість теплового насосу	грн	1770600
Споживання теплової енергії за опалувальний період в грошову еквіваленті	грн	410143
Простий термін окупності	рік	4,3

Після проведення розрахунків був вибраний тепловий насос типу NIBE (рис.2.3) [18] .



Рисунок 2.3 – Тепловий насос NIBE [18]

NIBE 1345 – це найпотужніший тепловий насос ґрунт-вода або вода-вода з лінійки двохкомпресорних з одним фреоновим контуром [18]. Принципова схема розміщення теплового насоса зображена на рисунку 2.3 [19]. Для забезпечення тепловою енергією будівлі необхідно встановити два насоси.



Рисунок 2.4 – Принципова схема розміщення теплового насосу [19]

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [20].

Цей проект спрямований на альтернативне теплозабезпечення будівлі шляхом встановлення теплового насосу.

На основі проведених розрахунків робимо фінансовий аналіз встановлення теплового насосу.

Капітальні витрати на впровадження заходу будуть складати $K = 1770600$ грн.

Після встановлення теплового насосу економія у грошовому еквіваленті становитиме 263000 грн/рік.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергоощадного заходу дисконтним методом [20].

Чистий дисконтований дохід NPV розраховуємо відповідно до формули:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (2.4)$$

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

I_0 – одномоментні інвестиційні витрати на реалізацію інвестиційного проекту;

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

t_n – момент отримання першого доходу;

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

Для подальшого аналізу складемо таблицю 2.3. Ставку дисконту візьмемо на рівні 10 % (0,1).

Таблиця 2.3 - Оцінка NPV

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	-1770600	-1770600		1		
1	0	410143	-1360457	0,909	372857	-1397743
2	0	410143	-950314	0,826	338961	-1058782
3	0	410143	-540171	0,751	308147	-750635
4	0	410143	-130028	0,683	280133	-470502
5	0	410143	280115	0,621	254667	-215835
6	0	410143	690258	0,564	231515	15680
7	0	410143	1100401	0,513	210468	226148
8	0	410143	1510544	0,467	191335	417483
9	0	410143	1920687	0,424	173941	591423
10	0	410143	2330830	0,386	158128	749551
11	0	410143	2740973	0,350	143753	893304
12	0	410143	3151116	0,319	130684	1023988
13	0	410143	3561259	0,290	118804	1142792
14	0	410143	3971402	0,263	108003	1250795
15	0	410143	4381545	0,239	98185	1348980
16	0	410143	4791688	0,218	89259	1438239
17	0	410143	5201831	0,198	81145	1519384
18	0	410143	5611974	0,180	73768	1593152
19	0	410143	6022117	0,164	67062	1660213
20	0	410143	6432260	0,149	60965	1721179

Продовження таблиці 2.3

21	0	410143	6842403	0,135	55423	1776601
22	0	410143	7252546	0,123	50384	1826986
23	0	410143	7662689	0,112	45804	1872790
24	0	410143	8072832	0,102	41640	1914430
25	0	410143	8482975	0,092	37855	1952284
	IRR	23%			3722884	

$$NPV = 3722884 - 1770600 = 1952284 \text{ грн}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту. У даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проект може бути реалізовано. Також із таблиці 2.3 бачимо, що в абсолютних величинах проект окупається за 4 років, а з урахуванням дисконтної ставки – за 5 років. Чистий дохід проекту становить 3722884 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 1952284 грн.

Індекс дохідності PI розраховуємо :

$$PI = \frac{3722884}{1952284} = 1,9$$

Оскільки $PI > 1$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим). Із великою вірогідністю проект може бути реалізовано.

Розрахунок IRR у програмі Microsoft Excel проводиться у такій послідовності (табл. 2.4) [20].

1. У клітинку A1 заносимо величину інвестицій.
2. У клітинки A2 – A425 заносимо розмір чистого грошового потоку у кожному році за весь життєвий цикл проекту.
3. У клітинку A25 заносимо формулу = $IRR(Q8 : Q48)$.
4. Отримуємо результат – 23 %.

Таблиця 2.4 – Оцінка *IRR* (фрагмент таблиці Microsoft Excel)

	Q
1	2
2	- 1770600
3	410143
4	410143
...	...
24	410143
25	410143
Формула	= IRR(Q8 : Q25)
Результат	23 %

$IRR > r$, тобто *IRR* перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проекту.

Проект можна прийняти до впровадження.

Дисконтований термін окупності розраховуємо:

$$PP = 5 + \frac{1770600 - 1554765}{231515} = 5,9 \text{ року}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	1770600
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–

Продовження таблиці 2.5

3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	410143
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	1952284
3.3	Індекс дохідності	1,9
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	23
3.5	Дисконтований термін окупності, років	5,9

Цей енергоощадний захід є ефективним, оскільки $NPV > 0$. Отже, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним (прибутковим).

2.2.2 Встановлення сонячних панелей на даху будинку для підігріву холодної води на кухні

Методика розрахунку наведена в [21]

Сонячні колектори використовують сонячну енергію для нагріву теплоносія чи води. Основна ідея полягає в тому, щоб поглибити сонячне випромінювання та конвертувати його в теплову енергію.

Така сонячна система може значно зменшити залежність від традиційних джерел енергії та допомагає зменшити викиди парникових газів.

Пропонується встановити сонячний комплект «SANLARIX», який буде використовуватись для нагрівання холодної води для миття рук та інших побутових потреб та відмовитись від використання електричних водонагрівачів.[22].

Середнє споживання гарячої води для побутових потреб складає в середньому $0,5 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Температура вихідної води для нагрівання – $+10^{\circ}\text{C}$.

Температура гарячої води – 50°C .

Для нагрівання 1 л води необхідно затратити 4,19 кДж.

Визначимо кількість енергії для забезпечення побутових потреб у гарячій воді для будівлі:

$$Q = 500 \cdot (50 - 10) \cdot 4,19 = 83800 \text{кДж} = 22,6 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{добу} = 8258,5 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік.},$$

Річна економія складе:

$$\Delta E = 8258,5 \cdot 6,2 = 51202,6 \text{грн} / \text{рік}$$

Витрати на встановлення сонячного колектора складають близько $K = 145000$ грн [22].

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{145000}{51202,6} = 2,8 \text{роки.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу за методикою [20].

Розрахунки проведемо згідно формул пункту 2.2.1. Результати занесемо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Очікувані економічні показники від реалізації енергоощадного заходу

№ пор.	Перелік показників	Значення
1	2	3
1	Капітальні вкладення, грн	145000
2	Річні експлуатаційні витрати, грн	–

Продовження таблиці 2.6

3. Техніко-економічні показники		
3.1	Загальна вартість продукції, що виробляється (річна економія), грн	51202,6
3.2	Чистий дисконтований дохід, грн	319768
3.3	Індекс дохідності	2,6
3.4	Внутрішня норма дохідності, %	35
3.5	Дисконтований термін окупності, років	3,9

2.2.3 Розрахунок буріння свердловини для холодної води

З метою підвищення енергонезалежності адміністративної будівлі СТОВ Агрокомбінат «Тепличний» та забезпечення власною холодною водою пропонується виконати буріння свердловини. Даний захід дозволить забезпечити будівлю якісним водопостачанням та відмовитись від послуг централізованого водопостачання.

Капітальні витрати наведені в таблиці 2.7 згідно [23].

Таблиця 2.7 – Капітальні витрати на впровадження даного заходу [23]

ПОСЛУГА	ТЕРМІН	ЦІНА
Розробка проекту артезіанської свердловини	25 днів	10000 грн
Розробка проекту тампонажу артезіанської свердловини	25 днів	7000 грн
Розробка проекту	30 днів	4000 грн
Розробка паспорта на свердловину	10 днів	2000 грн

Продовження таблиці 2.7

Отримання дозволу на спеціальне водокористування	80 днів	3000 грн
Основні та допоміжні матеріали: 1) глибинний насос; 2) гідроаккумулятор " 3) термомуфта; 4) антивібраційний шланг; 5) манометр; 6) реле тиску; 7) муфта; 8) цемент; 9) канат нержавіючий; 10) затискачі до тросу; 11) зворотній клапан 12) люк садовий; 13) кульковий кран; 14) стрічка пакувальна; 15) трубопроводи для подачі холодної води по будівлі.	7 днів	50000 грн
Загальні витрати		76000 грн

Річна економія коштів при відмові від централізованого холодного водопостачання (водовідведення залишається):

$$\Delta E = 263 \cdot 15,98 = 4202,7 \text{ грн / рік}$$

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{76000}{4202,7} = 18,1 \text{ року.}$$

Термін окупності даного енергозберігаючого заходу великий. Але враховуючи ситуацію яка пов'язана постійними обстрілами критичної інфраструктури, постійними відключеннями електроенергії та води, впровадження даного енергозберігаючого заходу дозволить підвищити енергонезалежність будівлі і тим самим забезпечить стабільним водопостачанням.

2.2.4 Встановлення генератора для системи електропостачання

В умовах відключень світла для безперерйного постачання електричної енергії в будівлю пропоную додатково встановити генератор.

Генератор потрібно розмістити на відкритому повітрі або у спеціально обладнаному приміщенні, що добре вентилується. Необхідно забезпечити безпечну відстань від будівель (зазвичай мінімум 1-1,5 метра), щоб уникнути накопичення вихлопних газів.

Генератори можуть створювати шум, тому варто обрати місце для встановлення, де шум не заважатиме працівникам або використовувати шумозахисні кожухи.

Для даної адміністративної будівлі пропоную встановити дизельний генератор потужністю 3 кВт.



Рисунок 2.5 – Електричний генератор [24]

Технічні характеристики даного генератора [24]

- потужність – 3 кВт;
- напруга – 230 В;
- частота – 50 Гц;
- вид запуску – електростарт;
- маса – 60 кг;

- вид палива – дизель.

Переваги даного типу генератора наступні:

- економічність;
- ефективніші в експлуатації.

Недоліки:

- більша вартість в порівнянні з бензиновими;
- складніше обслуговування.

Капітальні витрати пов'язані з доставкою та встановленням даного генератора складуть близько 15000 грн.

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 забезпечити будівлю альтернативними видами енергії.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Небезпечні та шкідливі фактори в адміністративній будівлі можуть бути пов'язані з різними аспектами її функціонування, як технічними, так і організаційними. Ось основні з них:

Основні фізичні фактори включають в себе [25]:

1) Погане освітлення. При недостатньому або неправильному освітленні в працівників може вбути втома очей, головний біль.

2) Невідповідна температура. Занадто низька або висока температура в приміщенні може негативно вплинути на здоров'я працівників (застида, перегрів, зниження концентрації).

3) Шум. Перевищення допустимого рівня шуму (наприклад, від кондиціонерів, технічних приладів) може викликати стрес, втому, зниження продуктивності.

4) Вібрації. Наявність вібрацій від техніки або інженерних систем може призвести до погіршення самопочуття і навіть травм при довготривалому впливі.

5) Погана вентиляція. Недостатній повітрообмін призводить до накопичення вуглекислого газу, що викликає втому, головний біль та зниження продуктивності.

6) Слизькі або нерівні підлоги можуть спричинити падіння та травми працівників.

7) Пожежна безпека. Відсутність пожежної сигналізації, несправні електромережі або електроприлади, накопичення горючих матеріалів.

Основні хімічні фактори включають в себе:

1) Хімічні засоби для прибирання. Багато миючих та дезінфікуючих засобів містять токсичні хімікати, які можуть викликати подразнення шкіри, очей, дихальних шляхів або алергічні реакції.

2) Шкідливі викиди від копіювальної техніки: принтери, сканери та копіювальні апарати можуть виділяти озон та інші шкідливі речовини, особливо під час інтенсивної роботи.

Основні електричні фактори [25]:

1) Несправність електропроводки: ризик короткого замикання та пожежі.

2) Небезпека ураження електричним струмом: можливі аварійні ситуації при експлуатації несправних електроприладів або відкритих електричних дротів.

3) Електромагнітне випромінювання: офісна техніка (комп'ютери, телефони, маршрутизатори) може бути джерелом електромагнітного випромінювання, що негативно впливає на здоров'я при тривалому впливі.

Психофізіологічні фактори включають в себе [25]:

1) Стрес: велике навантаження, тиск з боку керівництва або терміни виконання завдань можуть викликати стрес та емоційне вигорання.

2) Монотонність роботи: повторювані завдання або відсутність змін можуть спричинити психічну втому і зниження мотивації.

3) Неправильна організація робочого місця: незручні меблі, неправильна поза під час роботи за комп'ютером можуть спричинити захворювання опорно-рухової системи.

Біологічні фактори [25]:

1) Пліснява і грибки: у разі недостатньої вентиляції та підвищеної вологості на стінах або в системі кондиціонування може утворюватися пліснява, яка викликає алергії, респіраторні захворювання.

Механічні фактори:

1) Неправильне розташування меблів або техніки: це може створювати ризики для травм через неправильну організацію робочого простору.

2) Небезпечні кути, виступи або сходи: без належних засобів безпеки (бар'єрів, позначок) це може призвести до травм.

3.2 Основні заходи для зниження ризиків для працівників в досліджуваній будівлі

Основні заходи включають в себе [25]:

- Забезпечення достатньої вентиляції та освітлення.
- Регулярна перевірка та обслуговування електропроводки та техніки.
- Використання екологічно безпечних засобів для прибирання.
- Організація робочих місць відповідно до правил ергономіки.
- Навчання працівників з питань охорони праці та пожежної безпеки.
- Регулярний моніторинг стану здоров'я працівників.

Ці фактори можуть вплинути на безпеку та здоров'я працівників, тому важливо впроваджувати профілактичні заходи для їх зменшення.

3.3 Розрахунок аварійного освітлення

Потрібно розрахувати кількість світильників аварійного освітлення для коридору площею 1000 м² з необхідним рівнем освітленості 1 люкс [26]. 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

Об'єктом енергетичного обстеження була адміністративна будівля СТОВ Агрокомбінат «Тепличний».

Адреса будівлі: м. Суми, вул. Білопільський шлях, 33..

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» було наведено інформацію про технічний стан будівлі та її основні характеристики. Виконано опис технічного стану основних огорожуючих конструкцій будівлі, систем енергопостачання та холодної води.

Виконано виміри геометричних розмірів будівлі за допомогою далекоміра.

Виконано заміри температури повітря в робочих кабінетах за допомогою термометра.

Зібрано та виконано аналіз щодо рівня споживання теплової енергії, електричної енергії та холодної води.

Виконано опис вузлів обліку енергетичних ресурсів.

Наведено положення методики розрахункового аналізу системи енергопостачання та представлення результатів розрахунку основних видів тепловтрат та теплонадходжень.

Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала 107486,7 Вт.

У розділі «РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано фінансовий аналіз запропонованих енергозбережних заходів:

1) Встановлення теплового насосу для системи опалення будівлі (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 1770600 грн; економія в грошовому еквіваленті – 410143 грн; термін окупності заходу – 4,9 років, дисконтований термін окупності – 5,9 роки).

2) Встановлення сонячних панелей на даху будинку для підігріву холодної води для кухні (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 145000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 51202,6 грн; термін окупності заходу – 2,8 років, дисконтований термін окупності – 3,9 роки).

3) Буріння свердловини на воду (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 76000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 4202,7 грн; термін окупності заходу – 18,1 року).

4) Встановлення генератора для системи електропостачання (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 15000 грн).

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергоефективність в умовах військового стану: життєва необхідність та стратегія розвитку [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ukraine-oss.com/energoefektyvnist-v-umovah-vijskovogo-stanu-zhyttyeva-neobhidnist-ta-strategiya-rozvytku/>

2. Енергетичний фактор війни України з Росією [електронний ресурс] Режим посилання: <https://uare.com.ua/novyny/7-zaholovok-tsikavoi-novyny-pro-podii-v-sferi-vidnovliuvanoi-enerhetyky.html>

3. Лічильник теплової енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://gazovod.com.ua/ua/teplopostachannya/pollutherm-2-x-wpd-fs-50-15>

4. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://001.com.ua/uk/lichylnyk-elektroenergiyi-nik-2102-01-e2tr1-odnofaznyy-5-60-a-220-v-bagatotaryfnyy-nik>

5. 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>

6. Далекомір [електронний ресурс] Режим посилання: https://tehnoshok.com.ua/lazernyi-dalekomir-bosch-glm-40-0601072900/?gclid=CjwKCAjw2K6lBhBXEiwA5RjtCbCZej5qVVBuT7L-7dnLATRGilxL-mhNS41hE1tWpXGuXKNyTAf3IBoC5dcQAvD_BwE

7. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.

8. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство розвитку громад, 2022. – 23 с.

9. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <https://vodokanal.sumy.ua/poslугy-taryfy/vodopostachannya-ta-vodovidvedennya/>

10. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>

11. 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

12. Текстовий редактор «Ексель» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.office.com/launch/Excel?ui=ru-RU&rs=RU&auth=1>

13. Теплові насоси [електронний ресурс] Режим посилання: <https://shop.alterair.ua/otoplenie/teplovye-nasosy/>

14. Тепловий насос [електронний ресурс] Режим посилання: <https://termos.ua/uk/geotermalni-teplovi-nasosi/>

15. Сонячні панелі [електронний ресурс] Режим посилання: <https://soncedim.com.ua/blog/vstanovlennya-sonyachnyh-batarej>

16. Буріння свердловини для води [електронний ресурс] Режим посилання:

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

18. Теплові насоси типу «Найб» [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ekonomteplo.com.ua/teplovi-nasosy/nibe/>

19. Принципова схема встановлення теплового насосу [електронний ресурс] Режим посилання: https://aqua-rmnt.com/otoplenie/alt_otoplenie/teplovoj-nasos-voda-voda.html

20. . Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с.

21. Розрахунок сонячних колекторів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/62fdf11e-d7f5-45bc-ba3c-3e3b13614883/content>

22. Мережева сонячна електростанція [електронний ресурс] Режим посилання: <https://sanlarix.com.ua/merezheva-soniachna-elektrostantsiia-30->

[kvt/?gclid=Cj0KCQiAjMKqBhCgARIsAPDgWlye2YG-4hM0fRQ9DjUB4qOBmJmhzFkzQksq7XgDiN7whhxiTbdk02caAj1yEALw_wcB](https://www.burenie-ug.com.ua/uk/proektuvannya-sverdlovin/)

23. Буріння скважини [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://www.burenie-ug.com.ua/uk/proektuvannya-sverdlovin/>

24. Генератор [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://epicentrk.ua/shop/henerator-dyzelnyi-compass-3gf-me.html>

25. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://ratio.ua/osnovni-vimogi-do-ohoroni-praci-v-ofisi/>

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

ДОДАТОК А

Акт меж розподілу за стан та обслуговування теплових мереж

"Затверджую" Керівник Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю "Агрокомбінат - Тепличний" "_____"/2024р.	"Затверджую" Заступник директора з теплових мереж та котельні ТОВ "Сумитеплоенерго" "_____"/2024р. Радько В.В.
АКТ меж розподілу відповідальності за стан та обслуговування теплових мереж між: ТОВ "Сумитеплоенерго" та Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю "Агрокомбінат - Тепличний", вул. Б. Шлях, 33 м. Суми	
Межею розподілу теплових мереж являються теплові мережі, вказані на схемі (згідно балансової належності)	
<p>Адмінбудівля вул. Б. Шлях, 33</p> <p>ТК-6</p> <p>2057 L=88,0м</p> <p>2057 L=3,3м</p> <p>Вузол обліку теплової енергії</p>	
<u>Червоним кольором</u> позначені тепломережі: ТОВ "Сумитеплоенерго"	
<u>Синім кольором</u> позначені тепломережі: Сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю "Агрокомбінат - Тепличний"	
Головний інженер ЦТМіК ТОВ "Сумитеплоенерго"	Дорощенко В.В.
Заступник директора департаменту "Енергозбут"	Денисов Д.О.
Відповідальний за теплозабезпечення Сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю "Агрокомбінат - Тепличний"	

ДОДАТОК Б

Схема теплового пункта

