

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра теплотехніки та енергозбереження

«На правах рукопису»
УДК 621.548

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ В.І.Дешко
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»

на тему: «Підвищення рівня енергоефективності ДНЗ «Ягідка» м.Баштанка з
використанням теплових насосів»

Виконав: студент VI курсу, групи ОТ – 81мп
(шифр групи)

Музичук Орест Борисович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник старший викладач, к.т.н. Оборонов Т.Ю.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

Електротехнічна частина к.т.н., доцент Замулко А.І. _____

Стартап-проект к.т.н., доцент Шевчук Н.А. _____

Моделювання енергетичних процесів і систем к.т.н., доцент Суходуб І.О. _____

Нормоконтроль к.т.н., доцент Шкляр В.І. _____

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент (-ка) _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра Теплотехніки та енергозбереження
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(код і назва)

**Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг
теплоенергетичних систем»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.І. Дешко
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ___ » _____ **2019 р.**

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Музичуку Оресту Борисовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема дисертації «Підвищення рівня енергоефективності ДНЗ «Ягідка» м.
Баштанка з використанням теплових насосів»**

_____ ,
науковий керівник дисертації Оборонов Тарас Юрійович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від «04» 11 2019 р. № 3814-с

2. Термін подання студентом дисертації 9 грудня 2019 р.

**3. Об'єкт дослідження Дитячий навчальний заклад «Ягідка» м.Баштанка,
Миколаївської області**

**4. Вихідні дані до магістерської дисертації Рік побудови – 1987р.,
опалювальна площа – 1440 м², опалювальний об'єм – 4534,1 м³, зовнішні стіни
виконані з силікатної цегли, споживання природного газу – 27328 м³,
споживання електричної енергії – 44075 кВт·год**

**5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) провести огляд будівлі
2) розрахувати енергопотребу будівлі 3) розрахувати енергоспоживання будівлі
4) розрахувати використання НДЕ**

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу Креслення: 1(Опис будівлі), 2(Теплова схема), 3(Електрична схема), 4(Опис спецпитання), презентація

7. Орієнтовний перелік публікацій II науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ, публікація статті в журналі The scientific heritage №40-1.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електротехнічна частина	доцент Замулко А.І.		
Стартап-проект	доцент Шевчук Н.А.		
Моделювання енергетичних процесів і систем	доцент Суходуб І.О.		
Нормоконтроль	доцент Шкляр В.І.		

9. Дата видачі завдання 02.09. 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	<i>Загальні відомості про об'єкт дослідження</i>	28.10.2019 - 11.11.2019	
2	<i>Інжиніринг енергетичних систем</i>	28.10.2019 - 07.12.2019	
3	<i>Спецпитання</i>	28.10.2019 - 07.12.2019	
4	<i>Енергоменеджмент та моніторинг</i>	28.10.2019 - 11.11.2019	
5	<i>Стартап-проект</i>	11.11.2019 - 07.12.2019	
6	<i>Нормативне оформлення магістерської дисертації</i>	11.11.2019-07.12.2019	
7	<i>Попередній захист</i>	09.12.2019-13.12.2019	

Студент

_____ (підпис)

О.Б.Музичук
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

Т.Ю.Оборонов
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація «Підвищення рівня енергоефективності ДНЗ «Ягідка» м. Баштанка з використанням теплових насосів» складається з 141 сторінки, 45 рисунків, 78 таблиць, а також містить 18 джерел в переліку посилань.

Актуальність теми полягає в вивченні проблем енергозбереження та енергоефективності, неефективного використання енергоресурсів та актуальності вирішення проблем енергозбереження в Україні на прикладі дитячого навчального закладу.

Метою роботи є визначення доцільності використання теплових насосів в дитячому навчальному закладі Миколаївської області.

Завдання дослідження – провести огляд будівлі, розрахувати енергопотребу будівлі, розрахувати енергоспоживання будівлі, розрахувати використання НДЕ

Об'єкт дослідження – ДНЗ «Ягідка»

Предмет дослідження – дослідження використання теплових насосів за допомогою програмного середовища GeoTsol.

Наукова новизна магістерської дисертації полягає у дослідженні доцільності використання теплових насосів в ДНЗ.

Отримані результати, запропоновані методики та підходи можуть використовуватись для аналізу ефективності теплових насосів.

Публікації.

Виступ на II науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ 2019 рік, публікація статті в журналі The scientific heritage №40-1.

Ключові слова та словосполучення: Енергозбереження, енергоефективність, паливно-енергетичні ресурси, енергозберігаючі заходи, тепловтрати, енергоресурси.

ABSTRACT

Master's Thesis "Improving the Energy Efficiency of the Jagodka NPP Bashtanka Using Heat Pumps" consists of 141 pages, 45 figures, 78 tables, and also contains 18 sources in the list of references.

The relevance of the topic is to study the problems of energy saving and energy efficiency, inefficient use of energy resources and the urgency of solving energy saving problems in Ukraine on the example of a children's educational institution.

The purpose of the work is to determine the feasibility of using heat pumps in a children's educational institution in Mykolaiv region.

The task of the study is to carry out a survey of the building, to calculate the energy consumption of the building, to calculate the energy consumption of the building, to calculate the use of RES

Object of research - NPC "Berry"

The subject of the study is the study of the use of heat pumps using the GeoTsol software environment.

The scientific novelty of a master's thesis is to investigate the feasibility of using heat pumps in DNS.

The results, proposed techniques and approaches can be used to analyze the efficiency of heat pumps.

Publications.

Speech at the IIE 2019 Scientific and Technical Conference of Undergraduate Students, publication of an article in The Scientific Heritage No. 40-1.

Keywords and phrases: Energy saving, energy efficiency, fuel and energy resources, energy saving measures, heat losses, energy resources.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	10
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ДНЗ «ЯГІДКА».....	18
2.1 ДОСЛІДЖЕННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ.....	18
2.1.1. Аналіз сучасного стану.....	18
2.1.2. Аналіз поточного технічного стану системи.....	24
2.1.3. Шляхи підвищення ефективності.....	54
2.1.4. Пропозиції щодо модернізації системи.....	62
2.2 ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДНЗ «ЯГІДКА».....	77
2.2.1 Характеристика системи тепlopостачання.....	77
2.2.2 Заміна наявного газового котла на конденсаційний.....	78
2.3 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	81
2.4 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	82
2.4.1 Характеристика системи вентиляції.....	82
2.4.2 Встановлення приточно-витяжної системи вентиляції	82
2.5 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	87
2.5.1. Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії.....	87
2.5.2. Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання.....	88
2.5.3.Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією.....	97
2.5.4. Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об’єкту для реалізації завдань магістерської дисертації.....	99
2.6 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ	104
Висновки до розділу.....	104
3 Встановлення та аналіз теплових насосів за допомогою програмного середовища GeoTsol.....	107
Висновки до розділу.....	119
4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ	120

Висновки до розділу.....	122
5 Розробка стартап проекту ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ В СХЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДНЗ «Ягідка».....	123
Висновки до розділу.....	137
ВИСНОВКИ.....	137
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	139

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ

IRR – внутрішня норма рентабельності;

NPV – чистий дисконтований дохід;

A – площа

a – числове значення коефіцієнта, що використовують

B – коефіцієнт корекції для некондиціонованого суміжного об'єму

C – ефективна теплоємність кондиціонованого об'єму

c – питома теплоємність

d – товщина шару

E – енергія

F – коефіцієнт

H – узагальнений коефіцієнт теплопередачі

h – коефіцієнт теплообміну

Isol – енергетична освітленість поверхні сонячною радіацією

L – довжина

N – номер

Q – кількість теплоти

q – густина теплового потоку

Qv – витрата повітря (об'ємна

R – тепловий опір м²

T – термодинамічна температура

t – час, період часу

U – коефіцієнт теплопередачі

V – об'єм повітря кондиціонованої зони

z – параметр теплопередачі сонячних стін

Φ – тепловий потік, тепла потужність

X – точковий коефіцієнт теплопередачі

СКОРОЧЕННЯ

- ГВП – гаряче водопостачання;
ДБН – Державні будівельні норми;
ДСТУ - Державна система стандартизації України;
ЕЕ – енергетична ефективність;
ЕіО – експлуатація і обслуговування;
ЗЕЗ – заходи з енергозбереження;
Зх – захід;
ІТП – індивідуальний тепловий пункт;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
МП – металопластик;
ОП – опалювальні прилади;
ОСВ – одиниця скорочення викидів;
П – пластик;
Пд – південь;
ПДВ - податок на додану вартість;
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;
Пн – північ;
Сх – схід;
ТЕ – теплова енергія;

ВСТУП

Однією з найбільш гострих проблем України на сучасному етапі її розвитку є проблема стабільного енергозабезпечення і ефективного використання енергоресурсів. Організація ведення господарства потребує раціонального енергоспоживання, яке мінімально негативно впливає на навколишнє середовище. Проблема високого рівня енергоспоживання та необхідність підвищення енергоефективності у бюджетній та комунальній сферах є актуальною для України. Питання енергоефективності з часом набуває все більшої актуальності, оскільки розглядається як одне із основних елементів загальної енергетичної політики держави.

Вирішення зазначених проблем вимагає структурно-технологічної перебудови економіки країни в цілому, її окремих галузей, підприємств та технологічних процесів. Структурно-технологічна перебудова передбачає виведення з роботи морально застарілого та фізично зношеного устаткування, впровадження новітніх технологій, обладнання тощо. Тому, проблема підвищення енергоефективності об'єктів бюджетної та комунальної сфери є досить актуальною і потребує досконалого дослідження.

У сфері енергоспоживання більшості об'єктів бюджетної та комунальної сфери на сьогоднішній день домінують великі енергозатратні технологічні підходи. Сучасні методи, зокрема, регулювання споживання енергії залежно від обсягів і видів виконуваних робіт, застосовуються мало. Роботи з оптимізації енерговитрат носять несистемний та спонтанний характер. Рівень обслуговування будівель, систем та обладнання залишається на низькому рівні.

Свідомість керівників установ, організацій та пересічних мешканців мало спрямована на зменшення споживання. Відсутня цілісна система моніторингу, аналізу та обґрунтування реальних обсягів споживання енергоресурсів установами та організаціями міста. Все це приводить не лише до необґрунтовано високого споживання, через застарілість будівель, систем та обладнання, а й до зниження якості надання енергетичних послуг при спробах адміністративно зменшити споживання.

Досягти бажаного результату із ефективного енерговикористання як в місті, так і в Україні можливо лише за умови, що буде створена відповідна ефективно діюча система енергетичного менеджменту на всіх рівнях управління і забезпечено умови її сприйняття громадськістю України. Саме ця система повинна стати в Україні ключовим інструментом у формуванні енергоефективної та екологічно безпечної моделі територіальної громади, зменшення викидів парникових газів, покращення рівня життя і стану довкілля завдяки підвищенню енергоефективності об'єктів муніципальної сфери. В правовому аспекті слід звернути увагу на ДПП – державно приватне партнерство – для модернізації інфраструктури. Здійснювати розробку відповідних стандартів якості комунальних послуг для забезпечування необхідних технічних можливостей щодо проведення оцінювання якості, тощо.

На даний час енергозберігаючі технології впроваджуються практично у всіх галузях економіки. Але, якщо для промислового виробництва реальним результатом енергозбереження стає зниження енергоємності продукції, то в бюджетній сфері стимулювати економію енергоресурсів значно складніше. В умовах постійного зростання цін на основні види енергоресурсів, особливої актуальності набувають питання енергозбереження та підвищення енергоефективності в закладах та установах, що фінансуються з міського бюджету.

Особливо гострою є проблема енергозбереження для бюджетних організацій. З одного боку, це обумовлено соціальним значенням цих об'єктів, з іншого боку, наявністю морально застарілого, низькоефективного котельного обладнання та відсутності реалізації енергозберігаючих заходів, що в свою чергу є одними з основних причин дефіциту коштів у бюджетах усіх рівнів.

Для визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) будівлі та розроблення рекомендацій щодо поліпшення рівня її енергоефективності проводиться енергетичний аудит.

Енергетичний аудит – це вид діяльності, спрямований на виявлення понаднормових витрат енергетичних ресурсів та надання обґрунтованих

рекомендацій щодо зменшення їх споживання суб'єктами господарювання за рахунок підвищення ефективності їх використання.

Енергетичний аудит призначений для вирішення таких головних завдань:

- обстеження стану використання енергетичних ресурсів;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження енергетичних витрат;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- економічне обґрунтування організаційно-технічних заходів.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

В таблиці 1.1 представлена загальна інформація про об'єкт енергоаудиту, на рисунку 1.1 зображений об'єкт енергетичного аудиту.

Таблиця 1.1 – Інформація про об'єкт енергоаудиту

Назва об'єкту	Баштанський заклад дошкільної освіти №6 "Ягідка"
Адреса	Миколаївська обл., м. Баштанка, вул. 1 Продольна, 6
Рік здачі в експлуатацію	1987



Рисунок 1.1 – Об'єкт енергетичного аудиту

Графік роботи в будівлі – 7:30 - 18:00.

Серед проведених модернізацій будівлі:

- часткова заміна дерев'яних вікон з однокамерним склопакетом на металопластикові з однокамерним склопакетом;
- часткова заміна вхідних дверей на більш теплоізолюючі;
- перехід на індивідуальне опалення у 2002 році;
- гідроочистка труб у 2018 році.

Інформація щодо розмірних характеристик будівлі наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розмірні характеристики будівлі

Площа забудови, м ²	852,8
Опалювальна площа, м ²	1440
Опалювальний об'єм, м ³	4534,1
Кількість поверхів	2
Середня висота поверху, м	3
Висота будівлі, м	8,2
загальна площа, м ²	1718,2
загальний об'єм, м ³	5090,6
кількість під'їздів або входів:	11

Кліматичні дані за нормативною документацією для даного регіону приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Кліматичні дані за нормативною документацією

Розрахункова внутрішня температура за опалювальний період	21	°C
Фактична середня внутрішня температура за опалювальний період	18	
Розрахункова температура зовнішнього повітря	-20	
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	1,1	
Тривалість опалювального періоду	161	доба
Переважаючий напрям вітру	Пн	-
Температура зона регіону	II	

Опис технічного стану огорожувальних конструкцій.

Зовнішні стіни: стіни будівлі виконано із силікатної цегли, товщиною 500 мм. Стіни без утеплення. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам 2,8 (м²·К)/Вт. Під час зовнішнього обстеження видимих пошкоджень фасаду не виявлено.

Віконні блоки: 70% світлопрозорих конструкцій будівлі металопластикові з однокамерним склопакетом, інші – дерев'яні з однокамерним склопакетом. Площа засклення складає 264,1 м². Коефіцієнт скління – 0,19. Приведений опір теплопередачі вікон відповідає нормативним значенням.

Зовнішні двері: вхідні двері будівлі металопластикові та металеві. Приведений опір теплопередачі більшості конструкцій вхідної групи не відповідає мінімальним вимогам.

Дах: дах будівлі з неопалювальним приміщенням горища, крівля похила, вкрита шифером. Горищне перекриття та дахове покриття не утеплені. Характеристика огорожувальних конструкцій не відповідає мінімальним вимогам.

Підвал: у будівлі присутній неопалювальний підвал, в якому розміщені розподільчі труби системи опалення, водопостачання та каналізації. Опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом не відповідає нормативним вимогам.

Тарифи на енергоресурси та фактичне енергоспоживання.

Дані по діючим тарифам та тарифам на енергоресурси за останні три роки приведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Тарифи на енергоресурси

	Природний газ, грн./м ³	Електрична енергія, грн./кВт·год
2016	8,04	2,041
2017	10,26	2,272
2018	11,992	2,5745
Діючий	10,589	2,8454

Інформація щодо приладів обліку споживання енергоносіїв приведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Прилади обліку енергоносіїв

Система постачання енергії	Вузол обліку енергії	Дата вводу в експлуатацію
Газопостачання	Лічильник №29054447 Модель лічильника: SAMGAS G4	2012
Електропостачання	Лічильник №0271817 Модель лічильника: СА4У – И672М	2009
Водопостачання	Лічильник № 2720937	2012

Дані по споживанню енергоресурсів за 2018 рік представлено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Річне фактичне споживання енергоресурсів за 2018 рік

Рік	Природний газ, м ³	Електрична енергія, кВт·год
2018	27328	44075

На рисунках 1.2 та 1.3 приведені помісячне споживання газу за 2018 рік та електричної енергії за 2016-2018 роки відповідно.

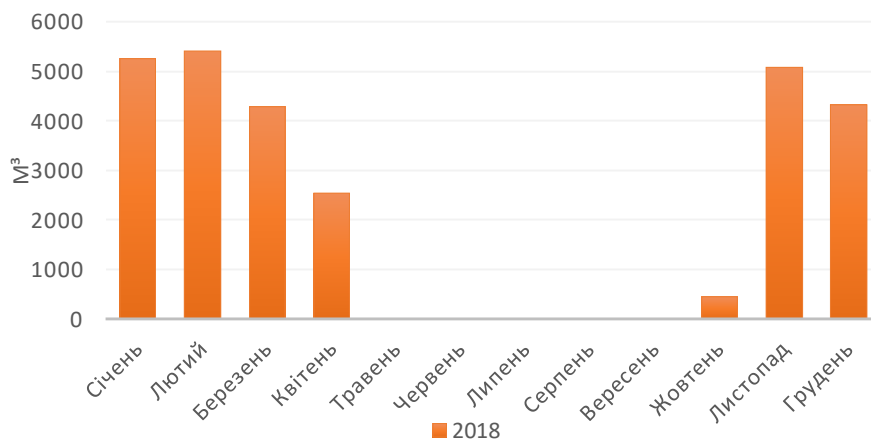


Рисунок 1.2 – Помісячне споживання природного газу за 2018 рік

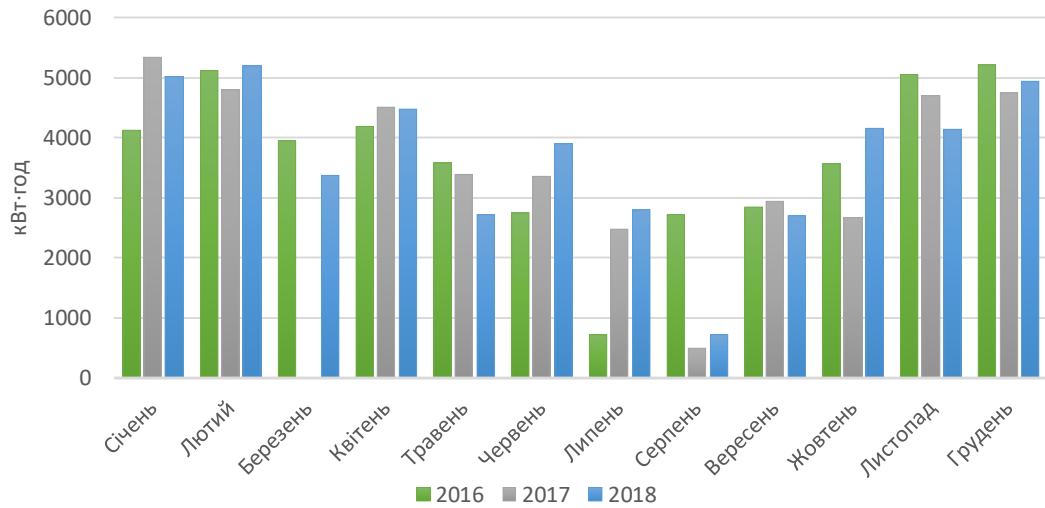


Рисунок 1.3 – Помісячне споживання електричної енергії за 2016-2018 роки

На рисунку 1.4 наведена структура розподілу грошових витрат на енергоресурси, спожиті будівлею за 2018 рік.

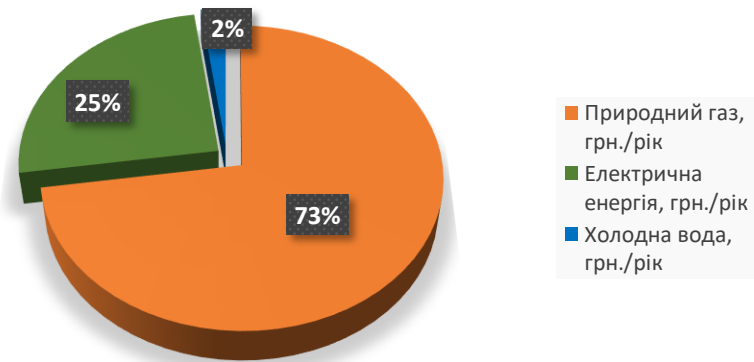


Рисунок 1.4 – Структура витрат на енергоресурси

2 ІНЖИНІРИНГ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ДИТЯЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ «ЯГІДКА»

2.1 Дослідження огорожувальних конструкцій будівлі

2.1.1. Аналіз сучасного стану

Загальна характеристика стін будівлі представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика непрозорих огорожувальних конструкцій будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний			
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій, м ²	1380,4			
Загальна площа непрозорих конструкцій (зовнішніх стін), м ²	1065,3			
Загальна площа фасадів, яка потребує утеплення, м ²	1065,3			
Конструкція зовнішньої стіни	- розчин цементно-піщаний 20 мм; - цегла силікатна на цементно-піщаному розчині 500 мм.			
Приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни*, (м ² ·К)/Вт	0,76			
Орієнтація зовнішніх стін за сторонами світу	Пн-Сх	Пд-Сх	Пд-Зх	Пн-Зх
Площа зовнішніх стін за орієнтацією, м ²	261,1	304,5	261,9	237,8

На рисунку 2.1. представлений зовнішній вигляд фрагментів фасаду будівлі. Видимих пошкоджень фасаду не виявлено.



Рисунок 2.1. – Зовнішній вигляд фрагментів фасаду будівлі

На рисунку 2.2 представлено термограму фрагменту фасаду будівлі.

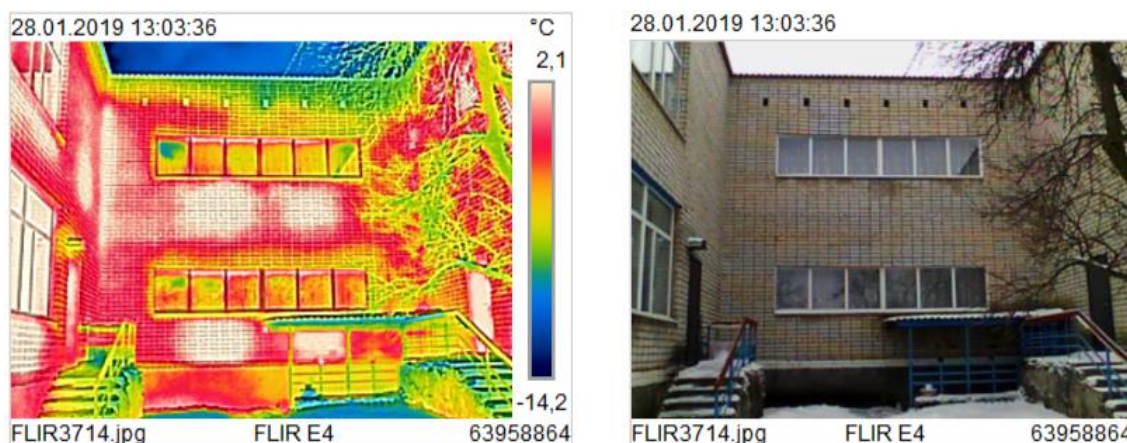


Рисунок 2.2 – Термограма фрагменту фасаду будівлі ззовні

Підвищені тепловтрати через стіну, особливо в місцях встановлення опалювальних приладів та в місцях міжстикових з'єднань свідчать про необхідність встановлення додаткового шару ізоляції оболонки будівлі. Характеристика віконних конструкцій.

Конструкція 70% віконних блоків складається з ПВХ профілю та однокамерного склопакету, 30% – з дерев'яного профілю та однокамерного склопакету. Загальна характеристика світлопрозорих конструкцій представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний			
Загальна площа світлопрозорих конструкцій, м ²	264			
Матеріал профілю	ПВХ / Дерево			
Тип рами	Спарене / роздільне плетіння			
Варіант скління	Однокамерний склопакет			
Приведений опір теплопередачі вікон, (м ² ·К)/Вт	0,36 / 0,32			
Наявність теплопровідних включень	Лінійні містки холоду навколо віконних блоків			
Орієнтація світлопрозорих конструкцій за сторонами світу	Пн-Сх	Пд-Сх	Пд-Зх	Пн-Зх
Площа світлопрозорих конструкцій за орієнтацією, м ²	53,66	38,8	59,44	112,16

На рисунках 2.3 та 2.4 приведено зовнішній вигляд одного з вікон та відповідно тепловізійну зйомка вікна зсередини.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд одного з вікон будівлі

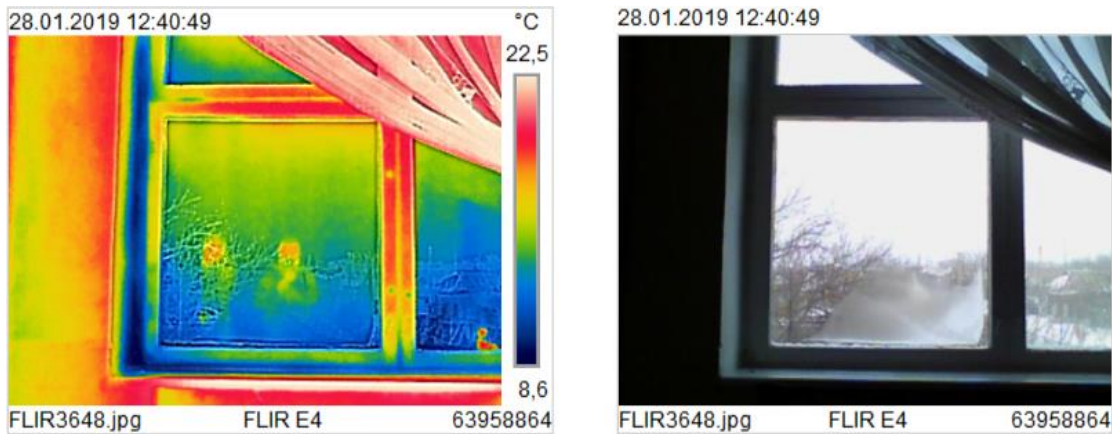


Рисунок 2.4 – Термограма одного з вікон зсередини

Відповідно до термограм значна інфільтрація повітря відбувається через стики віконних конструкцій з матеріалом зовнішньої стіни. Це свідчить про наявність містків холоду, які є лінійними теплопровідними включеннями. Тож всі однокамерні вікна пропонується замінити на двокамерні металопластикові для підвищення опору теплопередачі та щільності їх конструкцій.

Характеристика зовнішніх дверей будівлі.

Характеристика зовнішніх дверей будівлі представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика зовнішніх дверей будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний
Загальна кількість дверей будівлі	15
Загальна площа вхідних дверей, м ²	51
Тип матеріалу	ПВХ / Метал / Дерево
Приведений опір теплопередачі, (м ² ·К)/Вт	0,36 / 0,5
Наявність теплопровідних включень	Лінійні містки холоду навколо дверних блоків

Згідно [1] нормативне значення опору теплопередачі дверей для даного регіону складає – 0,5 (м²·К)/ Вт. Тож характеристика деяких огорожувальних конструкцій даного типу не відповідає вимогам ДБН. Такі двері необхідно замінити на більш теплоізолюючі.

На рисунках 2.5 та 2.6 представлено зовнішній вигляд вхідних дверей та відповідно тепловізійну зйомку дверей зсередини.



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд вхідних дверей будівлі

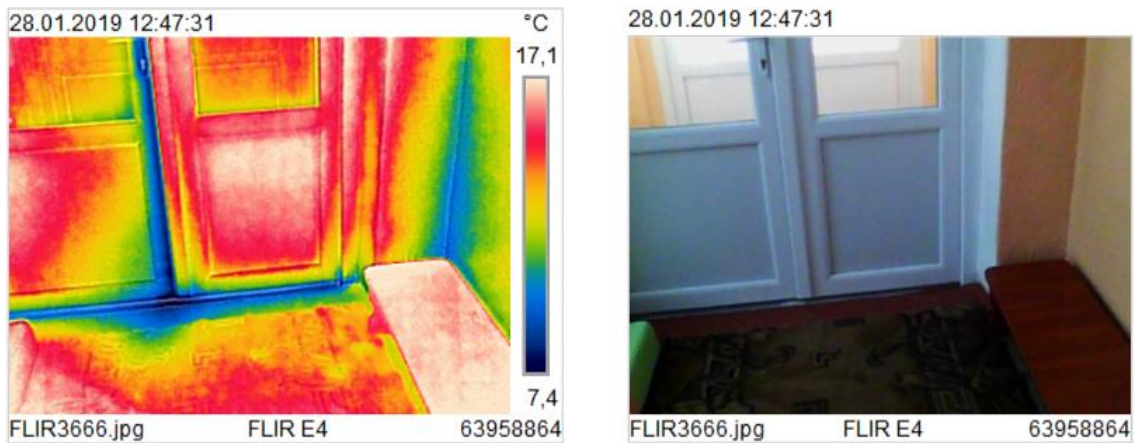


Рисунок 2.6 – Термограма вхідних дверей будівлі за тамбуром зсередини

Характеристика покрівлі (даху).

Дах будівлі з неопалювальним приміщенням горища, крівля похила, вкрита шифером. Загальна характеристика покрівлі будівлі представлена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика покрівлі будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний
Тип даху	Чотирихоскатний
Загальна площа горищного перекриття, м ²	726
Конструкція горищного перекриття	– цементно-піщана стяжка 10 мм; – залізобетон 400 мм; – гравій керамзитовий 50 мм;
Приведений опір теплопередачі горищного перекриття, (м ² ·К)/Вт	0,66
Система водовідводу	Зовнішня

Згідно [1] нормативне значення опору теплопередачі горищного перекриття для даного регіону складає 4,5 (м²·К)/Вт. Тож характеристика огорожувальної конструкції не відповідає вимогам ДБН. Тому пропонується провести реконструкцію даху з термомодернізацію, встановивши додатковий шар ізоляції покриття будівлі.

Характеристика підлоги.

У будівлі присутній неопалювальний підвал, в якому розміщені розподільчі труби системи опалення, водопостачання та каналізації. Загальна характеристика підлоги будівлі представлена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристика підлоги будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Незадовільний
Загальна площа основи під опалювальним об'ємом будівлі, м ²	713,9
Площа перекриття над підвалом, м ²	278,3
Конструкція перекриття над підвалом	покриття підлоги 10 мм; цементно-піщана стяжка 10 мм; залізобетон 400 мм.
Конструкція стін підвалу	Залізобетонні панелі
Середня висота підвалу, м	2
Приведений опір теплопередачі перекриття над підвалом, (м ² ·К)/Вт	0,5

Зважаючи на те, що [1] регламентує нормативне значення опору теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом для даного регіону на рівні $3,3 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$, характеристика огорожувальної конструкції не відповідає вимогам ДБН. Це свідчать про необхідність встановлення додаткового шару ізоляції перекриття над підвалом.

2.1.2 Аналіз поточного технічного стану системи

Розрахунок за методикою ДСТУ - Б А.2.2.-12:2015

Теплопередача трансмісією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, Вт/К, повинно бути розраховане за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A ,$$

де H_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К.

H_u – некондиціоновані об'єми, Вт/К, в нашому випадку розрахуємо $H_{u \text{ гор}}$, $H_{u \text{ підв.}}$

H_A – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К, $H_A=0$ так як суміжні будівлі відсутні.

Отже, в нашому випадку:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_{u \text{ гор}} + H_{u \text{ підв.}}$$

В загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g , H_U або H_A , складається з трьох доданків та розраховується за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \left[\sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \psi_k + \sum_j \chi_j \right],$$

де A_i – площа i -го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i – коефіцієнт теплопередачі i -го елемента оболонки будівлі, Вт/(м²·К), що становить $U_i = 1/R_{\Sigma i}$;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -го елемента оболонки будівлі, м²·К/Вт, що для непрозорих елементів визначають;

ψ_k – лінійний коефіцієнт теплопередачі k -го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

l_k – довжина k -го лінійного теплопровідного включення, м; χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

$b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, що становить.

Визначимо загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, розрахунки зведемо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією

Найменування огороження	A_i , м ²	R , м ² К /Вт	U , Вт/м ² К	$b_{tr,H}$	$H_{tr,H}$
Стіни	1065,33	0,76	1,31	1	1395,58
Вікна	264,06	0,34	2,94	1	752,6
Дах	726,03	0,86	1,16	1	1096,3
Двері	51,04	0,39	2,56	1	130,56

Розрахуємо коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту.

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту U , Вт/(м² К), визначають за формулами:

- якщо $dt < B'$ (неізольована або посередньо ізольована підлога);

$$U = \frac{2\lambda}{3,14 \cdot B' + d_t} \ln\left(\frac{3,14 \cdot B'}{d_t} + 1\right),$$

$$U = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 6,14 + 3,41} \ln\left(\frac{3,14 \cdot 6,14}{3,41} + 1\right) = 0,33 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

- якщо $d_t > B'$ (добре ізольована підлога):

$$U = \frac{2\lambda}{0,457 \cdot B' + d_t},$$

де B' – характерний розмір підлоги,

$$B' = \frac{435,68}{0,5 \cdot 141,91} = 6,14,$$

d_t – еквівалентна товщина підлоги,

$$d_t = 0,52 + 2 \cdot (0,17 + 1,23 + 0,043) = 3,41,$$

λ – теплопровідність ґрунту, Вт/м·К, $\lambda = 2$ Вт/(м·К).

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g,$$

$$H_g = 435,68 \cdot 0,33 + 141,91 \cdot 0,98 = 284,7 \text{ Вт} / \text{К}.$$

Поправочний коефіцієнт b_u розраховують для кожного місяця за формулою:

$$b_u = \frac{Q_i - Q_u}{Q_i - Q_e},$$

$$b_u = \frac{21 - (-8)}{21 - (-20)} = 0,71.$$

де Q_i - розрахункова температура кондиціонованого об'єму/зони, °С;

Q_u - розрахункова температура зовнішнього середовища, °С;

Q_e - температура некондиціонованого об'єму оранжерейного типу, °С.

Тоді,

$$H_{U_{гор}} = 0,71 \cdot 726,03 \cdot 1,16 = 598,19 \text{ Вт} / \text{К}$$

Розрахуємо H_U підв»,

$$b_u = \frac{21 - 14}{21 - (-20)} = 0,17,$$

$$H_{U_{підв}} = 0,17 \cdot 278,26 \cdot 2,2 = 105,02 \text{ Вт} / \text{К}.$$

Підставивши отримані значення у формулу отримуємо:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u \text{ гор} + H_u \text{ підв},$$

$$H_{tr,adj} = 2301 + 284,7 + 598,19 + 105,02 = 3288,95 \text{ Вт} / \text{К}.$$

Сумарну теплопередачу трансмісією Q_{tr} визначимо за формулою[2]:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (Q_{int,set,H} - Q_e) \cdot t.$$

де $Q_{int,set,H}$ – задана температура зони будівлі для опалення, $Q_{int,set,H} = 21$ °С;

$Q_{int,set,C}$ – задана температура зони будівлі для охолодження, $Q_{int,set,H} = 26$ °С;

Q_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

t – тривалість місяцю для якого проводяться розрахунки, год.

Розрахунки проводяться для всіх місяців опалювального періоду.

На прикладі представимо розрахунки для січня місяця. Всі інші місяці рахуємо аналогічно. Результати зведемо до таблиці 2.7 та 2.8.

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,setH} - \theta_e) \cdot t,$$

$$Q_{tr} = 3288,95 \cdot (21 - (-2,6)) \cdot 744 = 57748,65 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Таблиця 2.7 – Розрахунок трансмісійних тепловтрат на опалення

Міс.	t	θ_e	$H_{tr,adj}$	Q_{tr} , кВт·год
I	744	-2,6	3288,95	57748,65
II	672	-1,6		49949,90
III	744	2,8		44534,98
IV	120	10,2		4262,48
X	120	10,4		4183,54
XI	720	4,2		39783,10
XII	744	-0,4		52365,30
Σ	161x24			252827,94

Таблиця 2.8 – Розрахунок трансмісійних тепловтрат на охолодження

Міс.	t	θ_e	$H_{tr,adj}$	Q_{tr} , кВт·год
IV	600	10,2	970,88	9203,93
V	100	16,4		932,04
VI	372	20,3		2058,65
VII	403	22,7		1291,17
VIII	372	22		1444,67
IX	95	16,8		848,55
X	624	10,4		9450,92
Σ	2566			25229,93

Теплопередача вентиляцією.

Сумарну теплопередачу вентиляцією Q_{ve} , Вт·год, розрахуємо для кожного місяця та для кожної z -ої зони за формулою:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \cdot t,$$

де $H_{ve,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією Вт/К;

$\theta_{int,set,H}$ – задана температура зони будівлі для опалення, °С;

θ_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

t – тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією $H_{ve,adj}$, Вт/К, розраховуємо за формулою:

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left(\sum_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn} \right),$$

де $\rho_a \cdot c_a$ – теплоємність повітря одиниці об'єму, дорівнює 0,33 Вт·год/(м³·К);

$q_{ve,k,mn}$ – усереднена за часом витрата повітря від k -го елемента, м³/год, визначають згідно[2];

$b_{ve,k}$ – температурний поправочний коефіцієнт для k -го елемента повітряного потоку, зі значенням $b_{ve,k} \neq 1$, якщо температура припливного повітря $\theta_{sup,k}$ не дорівнює температурі зовнішнього середовища, як у випадку попереднього нагріву, попереднього охолодження чи утилізації теплоти;

k – представляє кожен із відповідних елементів повітряного потоку, таких як інфільтрація, природна вентиляція, механічна вентиляція тощо.

Усереднену за часом витрату повітря k -го елемента повітряного потоку $q_{ve,k,mn}$, м³/Год, розрахуємо за формулою:

$$q_{ve,inf,mn} = n_{inf,mn} \cdot V,$$

де $n_{inf,mn}$ – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, враховуючи вплив механічної вентиляції, год⁻¹;

V – кондиціонований об'єм зони/будівлі, м³;

Розрахунок для місяця січень, всі інші за аналогією. Результати зведемо в таблицю.

$$H_{ve,adj} = 0,33 \cdot 1 \cdot 6801,15 = 2244,38 \text{ Вт/К},$$

$$Q_{ve} = 2244,38 \cdot (21 - (-2,6)) \cdot 744 \cdot 10^{-3} = 39407,69 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Таблиця 2.9 – Теплопередача природною вентиляцією на опалення та охолодження

Опалення				
Міс.	t	θ_e	$H_{ve,adj}$	Q_{ve} , кВт·год
I	744	-2,6	2244,38	39407,69
II	672	-1,6		34085,82
III	744	2,8		30390,67
IV	120	10,2		2908,71
X	120	10,4		2854,85
XI	720	4,2		27148,00
XII	744	-0,4		35734,09
Σ	161x24			172529,83
Охолодження				
Міс.	t	θ_e	$H_{ve,adj}$	Q_{ve} , кВт·год
IV	600	10,2	2244,38	21276,70
V	100	16,4		2154,60
VI	372	20,3		4758,98
VII	403	22,7		2984,80
VIII	372	22		3339,63
IX	95	16,8		1961,59
X	624	10,4		21847,67
Σ	2566			58323,98

Загальні тепловтрати.

Загальні тепловтрати складаються з суми трансмісійних на вентиляційних витрат:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve},$$

$$Q_{ht} = 57748,65 + 39407,69 = 97156,34 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Таблиця 2.10 – Загальні тепловтрати при опаленні

Міс.	Q_{tr} , кВт·год	Q_{ve} , кВт·год	Q_{ht} , кВт·год
I	57748,65	39407,69	97156,34
II	49949,90	34085,82	84035,72
III	44534,98	30390,67	74925,65
IV	4262,48	2908,71	7171,19
X	4183,54	2854,85	7038,39
XI	39783,10	27148,00	66931,10
XII	52365,30	35734,09	88099,39
Σ	252827,94	172529,83	425357,77

Таблиця 2.11 – Загальні тепловтрати при охолодженні

Міс.	Q_{tr} , кВт·год	Q_{ve} , кВт·год	Q_{ht} , кВт·год
IV	9203,93	21276,70	30480,63
V	932,04	2154,60	3086,65
VI	2058,65	4758,98	6817,63
VII	1291,17	2984,80	4275,97
VIII	1444,67	3339,63	4784,30
IX	848,55	1961,59	2810,13
X	9450,92	21847,67	31298,59
Σ	25229,93	58323,98	83553,91

Розрахунок внутрішніх теплонадходжень.

Внутрішні теплонадходження – будь-яка теплота, що створюється в кондиціонованому об'ємі будівлі внутрішніми джерелами, крім тої, що використовується для опалення, охолодження або ГВП.

У нашому випадку, додаткові теплонадходження будуть складатись з:

- метаболічної теплоти від людей;
- розсіяної теплоти від побутової техніки та освітлюваних приладів.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається, Q_{int} , Вт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою:

$$Q_{\text{int}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{int,mn},k} \cdot A_f \right) \cdot t,$$

де $\Phi_{\text{int,mn},k}$ – усереднений за часом тепловий потік від k -го внутрішнього джерела, Вт/м²;

A_f – кондиціонована площа зони будівлі, м²;

t – тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

Розрахуємо усереднений за часом тепловий потік:

$$\Phi_{\text{int,mn},k} = \frac{50}{168} \cdot (7 + 3 + 3) = 5,06 \text{ Вт/м}^2,$$

$$Q_{\text{int}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{int,mn},k} \cdot A_f \right) \cdot t,$$

$$Q_{\text{int}} = (5,06 \cdot 1439,971) \cdot 744 = 5420,46 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Таблиця 2.12 – Внутрішні теплонадходження при опаленні

Міс.	t	θ_e	$\Phi_{int,mn,k}$	Q_{int} , кВт·год
I	744	-2,6	5,06	5420,46
II	672	-1,6		4895,90
III	744	2,8		5420,46
IV	120	10,2		874,27
X	120	10,4		874,27
XI	720	4,2		5245,61
XII	744	-0,4		5420,46
Σ	161x24			28151,43

Таблиця 2.13 – Внутрішні теплонадходження при охолодженні

Міс.	t	θ_e	$\Phi_{int,mn,k}$	Q_{int} , кВт·год
IV	600	10,2	5,06	4371,34
V	100	16,4		728,56
VI	372	20,3		2710,23
VII	403	22,7		2936,08
VIII	372	22		2710,23
IX	95	16,8		692,13
X	624	10,4		4546,19
Σ	2566			18694,77

Розрахунок сонячних теплонадходжень.

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та визначається орієнтацією сприймаючих поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймаючих поверхонь. Коефіцієнт, що включає характеристики та площу сприймаючих поверхонь (включно з впливом затінення), називається еквівалентною площею інсоляції [2].

Загальні сонячні теплонадходження.

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця Q_{sol} , Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) \cdot t,$$

де $\Phi_{sol,mn,k}$ – усереднений за часом тепловий потік від k -го джерела сонячного випромінювання, Вт;

t – тривалість місяця, що розглядається, виражена у годинах.

Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

Сонячні теплонадходження через k -ий елемент будівлі $\Phi_{sol,k}$, Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k},$$

де $F_{sh,ob,k}$ – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k -ої поверхні;

$A_{sol,k}$ – еквівалентна площа інсоляції k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м², визначена згідно [2].

$I_{sol,k}$ – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м²;

$F_{r,k}$ – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають: $F_r = 1$ – для незатіненого горизонтального даху, $F_r = 0,5$ – для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$ – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k -го елемента будівлі.

Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів

Еквівалентну площу інсоляції зашкленого елемента оболонки (наприклад, вікна) A_{sol} , м², розраховують за формулою:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p},$$

де $F_{sh,gl}$ – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів, у нашому випадку відсутності засобів рухомого затінення $F_{sh,gl} = 1$;

g_{gl} – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента, $g_{gl} = 0,67$ (значення для вікон із подвійним склінням та селективним низько-емісійним покриттям);

F_F – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції зашкленого елемента;

$A_{w,p}$ – загальна площа проекції зашкленого елемента (наприклад, площа вікна), м².

Обчислимо параметр g_{gl} формулою:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n,$$

$$g_{gl} = 0,9 \cdot 0,75 = 0,675$$

де F_w – поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають $F_w = 0,90$.

Розрахуємо еквіваленту площу інсоляції для південно-західної сторони, для інших сторін розрахунки зведемо до таблиці 2.14.

$$A_{sol} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p},$$

$$A_{sol}^{ПДЗ} = 1 \cdot 0,675 \cdot (1 - 0,2) \cdot 59,44 = 32,10 \text{ м}^2,$$

$$A_{sol}^{ПНС} = 1 \cdot 0,675 \cdot (1 - 0,2) \cdot 53,66 = 28,98 \text{ м}^2.$$

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі.

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі A_{sol} , м², розраховують за формулою:

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c,$$

де $\alpha_{s,c}$ – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною, за табличними даними $\alpha_{s,c} = 0,6$ (цегла силікатна);

R_{se} – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м²·К/Вт, приймають 0,043 м²·К/Вт;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м²·К);

A_c – площа проекції непрозорої частини, м².

Розрахунок еквівалентної площі інсоляції непрозорих елементів будівлі зведемо до таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів

	Вікна		Стіни		Дах	
	A_w , м ²	A_{sol} , м ²	A_c , м ²	A_{sol} , м ²	A_c , м ²	A_{sol} , м ²
Пн	0,00	0,00	0,00	0,00	726,04	22,06
ПнСх	53,66	28,98	261,13	8,99		
Сх	0,00	0,00	0,00	0,00		
ПдСх	38,80	20,95	304,51	10,48		
Пд	0,00	0,00	0,00	0,00		
ПдЗ	59,44	32,10	261,94	9,02		
З	0,00	0,00	0,00	0,00		
ПнЗ	112,16	60,57	237,76	8,18		

Теплове випромінювання в атмосферу.

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі Φ_r , Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er},$$

де R_{se} – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, приймають $0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$; A_c – площа проекції елемента, м^2 ;

h_r – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$\Delta\theta_{er}$ – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, $^\circ\text{C}$, для помірних широт приймають $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ К}$.

Коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні h_r , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, може бути наближено розрахований за формулою:

$$h_r = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (\theta_{ss} + 273)^3,$$

де ε – коефіцієнт поглинання теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження, приймають за довідковими даними залежно від її типу.

Значення коефіцієнта випромінювання для теплового випромінювання зовнішньої поверхні:

σ – стала Стефана-Больцмана: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$;

θ_{ss} – середньоарифметичне значення поверхневої температури та температури атмосфери, $^\circ\text{C}$.

При першому наближенні, h_r приймають рівним $5\varepsilon \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, що відповідає середній температурі $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Підставимо значення у формулу:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er},$$

$$\Phi_{r,ст} = 0,043 \cdot 1,31 \cdot 261,94 \cdot 5 \cdot 0,4 \cdot 11 = 330,61 \text{Вт},$$

$$\Phi_{r,вік} = 0,043 \cdot 3,12 \cdot 32,10 \cdot 5 \cdot 0,7 \cdot 11 = 167,90 \text{Вт},$$

$$\Phi_{r,дах} = 0,043 \cdot 1,16 \cdot 726,04 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 11 = 1820,12 \text{Вт}.$$

Сонячні теплонадходження через елементи будівлі.

Сонячні теплонадходження через k -ий елемент будівлі $\Phi_{sol,k}$, Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k},$$

де $F_{sh,ob,k}$ – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k -ої поверхні;

$A_{sol,k}$ – еквівалентна площа інсоляції k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м²;

$I_{sol,k}$ – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м²;

$F_{r,k}$ – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають: $F_r = 1$ – для незатіненого горизонтального даху, $F_r = 0,5$ – для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$ – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k -го елемента будівлі.

Таблиця 2.15 - Сонячна інсоляція при опаленні та охолодженні для Миколаївської області

Сонячна інсоляція при опаленні					
Міс.	t	ПнСх	ПдСх	ПдЗ	ПнЗ
I	744	13	41	44	14
II	672	24	59	62	24
III	744	38	78	80	38
IV	120	58	101	98	57
X	120	26	88	87	25
XI	720	13	39	41	13
XII	744	10	31	31	10
Сонячна інсоляція при охолодженні					
Міс.	t	ПнСх	ПдСх	ПдЗ	ПнЗ
IV	600	58	101	98	57
V	100	82	115	112	80
VI	372	96	116	116	90
VII	403	90	118	116	90
VIII	372	73	122	122	71
IX	95	47	113	113	47
X	624	26	88	87	25

Розрахуємо сонячні теплонадходження на елементи будівлі. Результати зведемо до таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 - Сонячні теплонадходження на вікна, стіни і дах

Опалення			
Міс.	$\Phi_{sol,вік}$, Вт	$\Phi_{sol,ст}$, Вт	$\Phi_{sol,дах}$
I	3123,00	385,61953	-981,75932
II	5002,30	917,32196	-341,96111
III	7231,74	1519,2109	606,7052
IV	10021,68	2257,884	1864,23962
X	6530,86	1472,8862	341,961113
XI	2924,24	329,42051	-915,5733
XII	2167,02	103,87578	-1180,3174
Охолодження			
Міс.	$\Phi_{sol,вік}$, Вт	$\Phi_{sol,ст}$, Вт	$\Phi_{sol,дах}$
IV	10021,68	2257,88	3684,3552
V	12852,84	2934,84	5030,1377
VI	14013,52	3189,08	5669,9359
VII	13881,56	3156,11	5493,4398
VIII	12514,59	2943,83	4787,4556
IX	9830,17	2338,20	3529,9212
X	6530,86	1472,89	2162,0767

Сумарні теплові надходження

Загальні теплонадходження складаються з суми додаткових та сонячних та розраховуються за формулою:

$$Q_{\Sigma} = Q_{int} + Q_{sol},$$

$$Q_{\Sigma} = 871,56 - 283,22 = 588,34 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Попередні розрахунки зведемо до таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 - Сумарні теплонадходження

Опалення			
Міс.	Q_{int} , кВт·год	Q_{sol} , кВт·год	Q_{gn} , кВт·год
I	5420,46	1879,98	7300,45
II	4895,90	3748,19	8644,09
III	5420,46	6962,10	12382,56
IV	874,27	1697,26	2571,53
X	874,27	1001,49	1875,75
XI	5245,61	1683,42	6929,03
XII	5420,46	811,39	6231,85
Σ	28151,43	17783,82	45935,25
Охолодження			
Міс.	Q_{int} , кВт·год	Q_{sol} , кВт·год	Q_{gn} , кВт·год
IV	4371,34	9578,35	13949,69
V	728,56	2081,78	2810,34
VI	2710,23	8508,58	11218,81
VII	2936,08	9080,04	12016,12
VIII	2710,23	7531,47	10241,70
IX	692,13	1491,34	2183,47
X	4546,19	6343,48	10889,67
Σ	18694,77	44615,04	63309,80

Визначення динамічних параметрів.

За допомогою динамічного методу промодельюємо теплові опори, теплоємності, теплонадходження від сонця та внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі.

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ – це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти, γ_H , та числового параметра a_H , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Безрозмірний коефіцієнт використання

якщо $\gamma_H > 0$ та $\gamma_H \neq 1$	$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H + 1}},$
якщо $\gamma_H = 1$	$\eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1},$
якщо : $\gamma_H < 0$ та $Q_{H,gn} > 0$	$\eta_{H,gn} = 1 / \gamma_H,$
якщо : $\gamma_H \leq 0$ та $Q_{H,gn} \leq 0$	$\eta_{H,gn} = 1$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{C,ls}$ – це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти, γ_C , та числового параметра a_C , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 – Безрозмірний коефіцієнт використання

якщо $\gamma_C > 0$, $\gamma_C \neq 1$ та $Q_{C,ht} > 0$:	$\eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C + 1)}},$
якщо $\gamma_C > 0$, $\gamma_C \neq 1$ та $Q_{C,ht} \leq 0$:	$\eta_{C,ls} = 1,$
якщо : $\gamma_C = 1$	$\eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1},$
якщо : $\gamma_C < 0$	$\eta_{C,ls} = 1$

Для визначення α_H розрахуємо часову константу будівлі за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}},$$

де C_m – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт·год /К;

$H_{tr,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;

$H_{ve,adj}$ – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К.

Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі, C_m , Вт·год/К, розраховуються за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f$$

$$C_m = 80 \cdot 1439,971 = 115197,68 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К},$$

де C – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт·год/(м²·К);

A_f – кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м².

Розрахуємо часову константу будівлі за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}},$$

$$\tau = \frac{115197,68}{3288,95 + 2244,38} = 20,82.$$

Підставляємо отримане значення у формулу:

$$\alpha_H = \alpha_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}},$$

$$\alpha_H = 1 + \frac{20,82}{15} = 2,39.$$

За отриманими даними розрахуємо коефіцієнт втрат для опалення та охолодження, результати зведемо до таблиці 2.20:

Таблиця 2.20 - Коефіцієнти використання надходжень

Опалення			Охолодження		
Міс.	η_n	Коеф. викор. надх. η_n	Міс.	η_c	Коеф. викор. втрат. η_c
I	0,08	0,998	IV	0,46	0,417
II	0,10	0,996	V	0,91	0,673
III	0,17	0,989	VI	1,65	0,855
IV	0,36	0,943	VII	2,81	0,945
X	0,27	0,968	VIII	2,14	0,908
XI	0,10	0,996	IX	0,78	0,613
XII	0,07	0,998	X	0,35	0,330

Визначення енергопотреби для опалення та охолодження.

Розрахунок енергопотерби для опалення проведемо за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nt} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn}.$$

Розрахунок енергопотерби для охолодження проведемо за формулою:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nt} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{C,ht}.$$

Результати розрахунку зведемо до таблиці 2.21:

Таблиця 2.21 - Енергопотреба на опалення та охолодження

Опалення		Охолодження	
Міс.	$Q_{H,nd}$, кВт·год	Міс.	$Q_{C,nd}$, кВт·год
I	89869,86	IV	
II	75425,60	V	734,06
III	62683,83	VI	5388,79
IV	4746,69	VII	7976,27
X	5221,81	VIII	5898,63
XI	60029,70	IX	460,06
XII	81877,91	X	
Σ , кВт·год	379855,41	Σ	20457,8
Σ , Гкал	326,600		

Енергопотреба на ЦПГВ(центральне гаряче водопостачання).

Питомі річні потреби на ЦПГВ розраховуємо згідно з таблицею [2], для ДНЗ 15 кВт·год/м².

Отже, загальна енергопотреба будівлі на гаряче водопостачання :

$$Q_{DHW,nd} = q_{DHW,need} \cdot A_f,$$

$$Q_{DHW,nd} = 15 \cdot 1439,97 = 21599,57 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Визначення класу енергетичної ефективності будівлі.

Знайдемо різницю у % розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби, від максимально допустимого значення. За табличними даними [1] $EP_{max} = 50$ кВт·год/м² для дитячих дошкільних закладів у другій температурній зоні.

Відтак знайдемо розрахункове значення EP за формулою:

$$EP = Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd},$$

$$EP = 83,778 + 4,512 + 6,911 = 95,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

Клас енергетичної ефективності будівлі розрахуємо за формулою:

$$\frac{EP - EP_{\max}}{EP_{\max}} \cdot 100\%$$

$$\frac{95,2 - 50}{50} \cdot 100\% = 90,4\%.$$

За класифікацією будинків за енергетичною ефективністю клас енергоефективності даного будинку F, так як співвідношення потрапляє в інтервал від 76 та більше.

Тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення.

Розрахунок загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконують помісячно використання ефективності за формулою:

$$Q_{H,em,is} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out},$$

$$Q_{H,em,is} = \left(\frac{1,07 \cdot 0,97 \cdot 1}{0,806} - 1 \right) \cdot 89144,6 = 25584,14 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

де $Q_{H,em,is}$ - загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт · год;

$Q_{H,em,out}$ - енергія виходу від підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт · год, є енергопотребою для опалення за конкретний місяць $Q_{H,nd}$;

f_{hydr} - коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

f_{im} - коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення $f_{im} = 1$ - для постійного теплового режиму; $f_{im} = 0,98$ - для періодичного теплового режиму з регулюванням без інтегрованого зворотного зв'язку; $f_{im} = 0,97$ - для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим пуском);

f_{rad} - коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення);

$f_{em} = 0,98$ - загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначають за формулою:

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]},$$

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (0,88 + 0,88 + 1)]} = 0,806.$$

Складову загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення розраховують, як середнє значення "температурного напору" та "питомих тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій" за формулою:

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2}) / 2,$$

$$\eta_{str} = \frac{0,93 + 0,83}{2} = 0,88.$$

Стандартні значення складових загального рівня ефективності приймають згідно з додатком[2].

Додаткова енергія підсистеми тепловіддачі/виділення.

Додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення - це, зазвичай, електрична енергія, яку використовують для вентиляторів, що сприяють тепловіддачі (фанкойли/конвектори), запірно-регулювальної арматури та управління тощо. В таблиці 2.22 наведемо енергоспоживання на опалення.

Таблиця 2.22 - Енергоспоживання на опалення з врахуванням регулярних тепловтрат в підсистемі тепловіддачі

Підсистема тепловіддачі					
Міс.	t_{op} , год	$Q_{H,em,is}$, кВт·год	$Q_{H,em,is.rvd}$, кВт·год	$Q_{H,em,is.nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,em,in} =$ $Q_{H,dis,out}$, кВт·год
I	744	25584,14	20418,53	5165,61	94310,21
II	672	21581,77	17193,39	4388,38	79587,22
III	744	18115,03	14340,24	3774,79	66894,23
IV	120	1416,52	1079,01	337,52	5273,21
X	120	1509,30	1171,05	338,25	5597,21
XI	720	17041,84	13566,65	3475,18	62855,23
XII	744	23248,23	18556,63	4691,60	85697,02
Σ , кВт·год					400214,34

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення Процедура розрахунку енергоспоживання підсистеми розподілення базується на спрощеному методі відповідно до[2], що включає розрахунок:

- тепловтрат системи (утилізаційні та утилізовані);
- додаткову енергію; - утилізовану додаткову енергію.

Тепловтрати систем розподілення (трубопроводів як опалення, так і гарячого водопостачання) або їх частин, розташованих в опалюваному приміщенні, можна утилізувати для опалення приміщення, а тому вони вважаються утилізаційними. У неопалюваному приміщенні тепловтрати трубопроводів не є утилізаційними.

Тепловтрати підсистеми розподілення.

Тепловтрати підсистем розподілення впродовж і-го місяця, розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \psi_{L,j} \cdot (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an,i},$$

$$Q_{H,dis,ls,i} = 0,3 \cdot (65 - 14) \cdot 55 \cdot 744 = 719,99 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Для розрахунку будь-яких тепловтрат підсистеми розподілення необхідно знати наступні параметри:

- довжину секцій трубопроводів;
- розміри трубопроводів;
- товщину теплоізоляції або лінійний коефіцієнт теплопередачі;
- кількість елементів запірно-регулювальної арматури (клапанів, включаючи фланці тощо);
- середню температуру теплоносія;
- середню температуру в неопалюваних і опалюваних об'ємах;
- тривалість опалювального періоду (часи роботи за місяць).

Довжина секцій трубопроводів, розміри трубопроводів та товщина теплоізоляції

Ці параметри необхідні для розрахунку тепловтрат на різних секціях трубопроводів та розрахунку загальних тепловтрат підсистеми розподілення. Параметри приймають за даними проекту або вимірюються безпосередньо на місці. Допускається визначати довжину трубопроводів згідно з [2].

Неутилізовані тепловтрати - це сума неутилізаційних тепловтрат системи розподілення в неопалюваних об'ємах та різниці між утилізаційними та утилізованими тепловтратами в опалюваних (кондиціонованих) об'ємах, що розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,ls,nrvd,i} = Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,rvd,i}),$$

$$Q_{H,dis,ls,nrvd,i} = 719,99 + (0 - 0) = 719,99 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Утилізаційні та утилізовані тепловтрати від додаткової енергії.

Загальні положення щодо розрахунку утилізаційних та утилізованих тепловтрат від додаткової енергії визначені згідно з [2]. Метод, визначений цим

стандартом для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами, не враховує утилізаційні та утилізовані тепловтрати від додаткової енергії для підсистеми розподілення.

Енергія входу в підсистему розподілення.

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, Вт · год, визначають за формулою:

$$Q_{H,dis,in} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrvd,i},$$

$$Q_{H,dis,in} = 94310,21 + 719,99 = 95030,20 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \cdot (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen},$$

$$Q_{H,gen,ls,i} = 95030,2 \cdot (1 - 0,7) / 0,7 = 40727,23 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

Споживання теплової енергії при опаленні

Споживання теплової енергії при опаленні приміщень визначають за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,ls,i},$$

$$Q_{H,use,i} = 95030,20 + 40727,23 = 135757,43 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

Отримані дані зведемо в таблицю 2.23.

Таблиця 2.23 - Споживання теплової енергії при опаленні

підсистема розподілення					підсистема виробництва	
$Q_{H,dis,ls,nrbl}$, кВт·год (не утил.)	$Q_{H,dis,ls,rbl}$, кВт·год (утил.)	$Q_{H,dis,ls,rvd}$, кВт·год (утилізовані тепловтрати)	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$, кВт·год (не утиліз.)	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
719,99	0,00	0,00	719,99	95030,20	40727,23	135757,43
650,31	0,00	0,00	650,31	80237,54	34387,52	114625,05
719,99	0,00	0,00	719,99	67614,22	28977,52	96591,74
116,13	0,00	0,00	116,13	5389,34	2309,72	7699,05
116,13	0,00	0,00	116,13	5713,34	2448,58	8161,92
696,76	0,00	0,00	696,76	63551,99	27236,57	90788,56
719,99	0,00	0,00	719,99	86417,01	37035,86	123452,87
				403953,63		577076,61
Σ, Гкал						496,17

Відобразимо фактичне і базове енергоспоживання на рисунку 2.7.

Гістограма енергоспоживання, Гкал	
Фактичне	Базове
2018 рік	
167,26	496,17

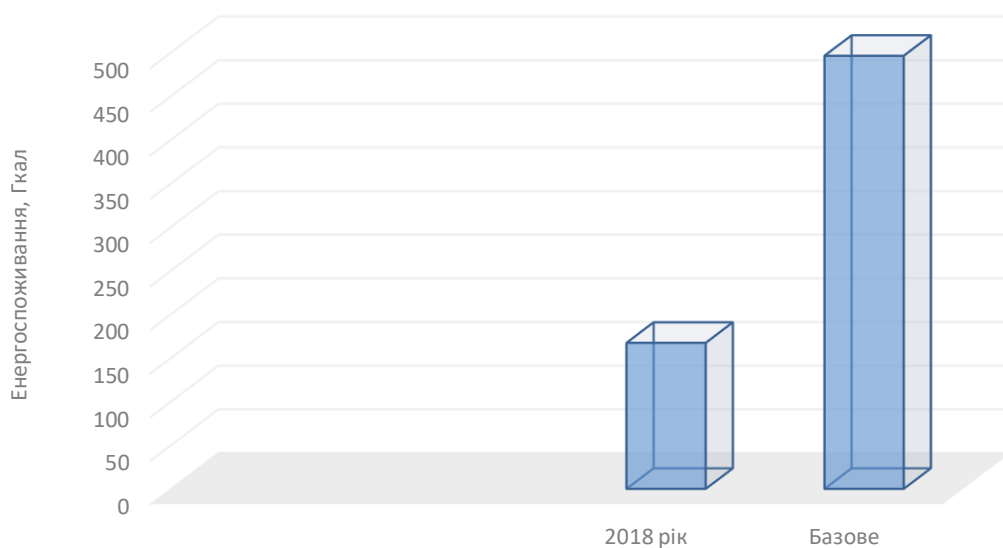


Рисунок 2.7 - Гістограма енергоспоживання

Загальне енергоспоживання при охолодженні.

Підсистеми тепловіддачі/виділення при охолодженні.

В якості підсистем тепловіддачі/виділення при охолодженні беруть до уваги обладнання, що використовується в залежності від навантаження охолодження (змійовики з вентиляторним обдувом, охолоджувальні стелі, спліт-системи охолодження тощо).

Тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення.

Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами, не враховує тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення при охолодженні. Для детальних розрахунків необхідно керуватися методикою [2].

Підсистеми розподілення при охолодженні.

Тепловтрати в підсистемах розподілення.

Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,ls} = Q_{C,nd} ((1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{C,d})),$$

$$Q_{C,dis,ls} = 459,83 \cdot ((1 - 0,9) + (1 - 1) + (1 - 0,93)) = 78,17 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Підсистеми розподілення систем охолодження зазвичай працюють із меншою температурною різницею між носієм та температурою зовнішнього охолоджуваного простору ніж системи опалення, відтак утилізаційні втрати холоду в системі розподілення, що знаходяться в системі розподілення, не беруть до уваги.

Енергія входу для підсистем розподілення.

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, кВт • год, визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,in} = \sum_i Q_{C,dis,out,i} / 1000 + Q_{C,dis,ls},$$

$$Q_{C,dis,in} = 459,83 + 78,17 = 538 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Підсистеми виробництва / генерування та акумулювання при охолодженні.

Енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

Загальну енергію виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac},$$

$$Q_{C,gen,out} = 538 / 0,93 = 578,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen}$$

$$Q_{C,gen,ls} = 578,5 \cdot (1 - 2,4) / 2,4 = -337,46$$

Енергоспоживання при охолодженні.

Енергоспоживання при охолодженні, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls},$$

$$Q_{C,use} = 578,5 + (-337,46) = 241,04 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Результати на річній основі представляють і підсумовують.

Таблиця 2.25 - Енергоспоживання на охолодження

Енергоспоживання на охолодження						
Міс.	t	$Q_{C,dis,ls}$ кВт·год	$Q_{C,dis,in}$ кВт·год	$Q_{C,gen,out}$ кВт·год	$Q_{C,gen,ls}$ кВт·год	$Q_{C,use}$ кВт·год
IV		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	100	78,17	538,00	578,50	-337,46	241,04
VI	372	621,01	4274,01	4595,71	-2680,83	1914,88
VII	403	998,63	6872,91	7390,23	-4310,97	3079,26
VIII	372	729,62	5021,54	5399,50	-3149,71	2249,79
IX	95	51,61	355,21	381,95	-222,80	159,15
X		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ, кВт·год				18345,88		7644,12

Аналіз результатів розрахунку фактичного опору теплопередачі елементів огорожувальних конструкцій будівлі та теплових втрат дозволяє зробити наступні висновки:

- фактичні значення опору теплопередачі елементів огорожувальних конструкцій будівель об'єкту менші за нормативні;
- теплозахисні властивості елементів огорожувальних конструкцій будівель об'єкту незадовільні та не відповідають вимогам нормативних документів;
- невідповідність фактичного опору теплопередачі нормативному призводить до зростання теплових втрат через огорожувальні конструкції.

Таке становище обумовлює необхідність впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення опору теплопередачі елементів огорожувальних конструкцій будівлі об'єкту та зменшення нераціональних теплових втрат.

2.1.3 Шляхи підвищення ефективності

В даному пункті будуть розглянуті найбільш енергоефективні та популярні заходи щодо зниження споживання теплової енергії на опалення будівлі. Які в свою чергу передбачають глибоку термомодернізацію будівлі, що

дозволить знизити споживання теплової енергії на опалення більш ніж вдвічі від базового рівня споживання та досягнути середньоєвропейських показників енергоефективності будівлі, при дотриманні комфортних умов. Більш детально розглянемо утеплення зовнішніх фасадів, утеплення горищного перекриття, заміна вікон з низьким опором теплопередачі, заміна вхідних дверей з низьким опором теплопередачі.

Утеплення зовнішніх фасадів.

В радянські роки не особливо замислювалися про вартість енергоресурсів - коштували вони копійки. І утепленням стін ніхто серйозно не займався. Зараз ситуація кардинально змінилася. На оплату неутепленого приміщення може піти значна частина бюджету. У зв'язку з чим, треба зазначити, що через зовнішні неутеплені стіни виходить до 50% тепла з приміщення.

Утеплюють стіни як із зовнішньої сторони, так і з внутрішньої. Однак зовнішня теплоізоляція є найбільш ефективною. Вона не зменшує корисну площу приміщення, не сприяє накопиченню вологи в кімнатах, отже, волога на стінах не проявиться.

Далі розглянемо, які матеріали для утеплення можна запропонувати, розглянемо їх плюси і мінуси, а також вартість цих матеріалів:

- Пінопласт.

Пінопласт, без сумнівів, можна назвати найпопулярнішим матеріалом для зовнішнього утеплення. В дечому схожий з екструдованим пінополістиролом, але багато в чому все ж відрізняється.

Це легкий та недорогий матеріал, простий в монтажі і головне – має відмінні теплоізоляційні якості. Однак, незважаючи на всі плюси, у пінопласту є кілька відносно невеликих мінусів – він крихкий, легко запалюється і токсичний при горінні. За твердженням деяких фахівців пінопласт з роками (15-20 років) починає втрачати свої утеплюючі властивості. Варто зазначити, що багато з вище зазначених недоліків нівелюються при правильному проведенні монтажу.

- Екструдований пінополістирол.

Пінополістирол (стіродур) це синтетичний матеріал для утеплення стін, схожий за своїм складом з пінопластом. Випускати його почали у другій половині 20 століття.

Екструдований пінополістирол водонепроникний, відрізняється низькою теплопровідністю, довговічністю, невеликою вагою і стійкістю до деформацій і агресивного середовища.

До мінусів матеріалу можна віднести, в першу чергу, високу вартість, низьку звукоізоляцію та горючість (при цьому він виділяє величезну кількість надзвичайно шкідливого диму). Ціна цього матеріалу вище ніж у пінопласта, але це виправдовується його безперечними перевагами.

- Пінополіуретан (ППУ).

Пінополіуретан, по суті – одна з різновидів пластмаси. Матеріал має пінисту структуру і наноситься спеціальним розпилювачем. Відмінний теплоізолятор, не пропускає зайвий шум, довговічний і, що дуже важливо, при утепленні покриває поверхню суцільним шаром, без стиків. Складнощі можуть виникнути лише з нанесенням матеріалу: процес досить специфічний і оренда обладнання коштує не дешево.

- Мінеральна вата.

Мінеральна вата – волокнистий термоізоляційний матеріал, вироблений з мінеральної сировини. Випускається у вигляді плит чи рулонів.

Утеплення стін мінватою зовні – вдале рішення, яке допоможе зберегти тепло у будівлі. У цього матеріалу багато плюсів:

1. надійно захищає будівлю від тепловтрат;
2. негорючий матеріал, відповідає всім стандартам протипожежної безпеки;
3. утеплювач відрізняється мікробіологічною стійкістю і нейтральністю з різними хімічними сполуками;
4. має високу паропроникність;

5. Утеплення стіни мінватою з подальшим заштукатурюванням повністю виключає проникнення холоду так званими «містками холоду».

- Ековата.

Екологічно чистий, безпечний матеріал, який має відмінні термоізоляційні властивості, служить прекрасним шумоізолятором. Однак, є і мінуси: це складність монтажу, а також усадка матеріалу (з часом позначається на утеплюючих властивостях).

- Тепла фасадна штукатурка.

«Тепла» штукатурка — це суміш на основі цементного розчину, але тільки звичайний пісок замінюють: перлітовим піском, керамзитовою крихтою, порошком пемзи, тирсою і навіть папером. Ефект збереження тепла досягається за рахунок теплоізоляційних якостей цього матеріалу.

Утеплення горищного перекриття.

Горищне перекриття є одним із елементів огорожувальних конструкцій будівлі, на якому заходи щодо теплоізоляції є дуже ефективними і часто легко здійсненними. Через верхнє перекриття (дах) втрачається близько 20% тепла.

Горищні перекриття розроблені по залізобетонному збірному або монолітній основі або дерев'яних балках. Укладання утеплювача по залізобетонній основі виконують між дерев'яними лагами каркасу.

В першу чергу, необхідно враховувати, що утеплювач для перекриття горища повинен знаходитись завжди в сухому стані. В іншому разі ефект від нього буде протилежним. Тому, одночасно з укладанням матеріалу необхідно прокласти ще і пароізоляцію.

Нагріте повітря, що виходить зсередини приміщення, містить кількість пара, достатню для того, щоб поступово зруйнувати навіть самий надійний теплоізоляційний шар.

Між утеплювачем і покрівельним покриттям, так само, необхідний шар гідроізоляції. Він обереже від попадання атмосферних опадів. Таким чином, теплоізолятор повинен бути включений в середину своєрідного пирога.

Далі розглянемо, які матеріали для утеплення можна запропонувати, розглянемо їх плюси і мінуси.

- Мінеральна вата.

Виробляється у вигляді матів, виготовлених їх спресованих волокон природного походження. Утеплення мінватою – досить нескладний процес, при якому матеріал вставляється між кроквами. Так як мати найчастіше виявляються товщі кроквяних балок, на останні кріплять нарощують накладки.

До того, як утеплити горищне перекриття, укладається шар гідроізоляції, а балки просочуються вологостійкої рідиною.

Мінеральна вата володіє рядом переваг:

1. екологічна;
2. вогнестійка;
3. не боїться впливу агресивних середовищ;
4. термостійка;
5. має дуже низький коефіцієнт теплопровідності.

Невисока ціна і зручність в транспортуванні створили їй додаткову популярність. Крім цих властивостей вона є ще й прекрасним звукоізолятором. Мати вставляють у решетування, потім закривається зсередини горища пароізоляційною плівкою. Якщо мінвата була придбана з фольгованим покриттям, обладнати пароізоляційний шар обов'язково.

- Пінопласт.

Легкий і зручний в транспортуванні та монтажі матеріал. Утеплювати пінопластом, як і аналогічними плитковими матеріалами, слід вставляти фрагменти у решетування, щільно підганяючи і не залишаючи щілин.

Невисока ціна, безпека з екологічної точки зору, функціональність і довговічність зробили пінопласт одним з найпопулярніших теплоізоляторів, який також широко використовується для утеплення балконів.

- Керамзит.

Утеплення керамзитом останнім часом застосовується все частіше. Оптимальним варіантом можна вважати його застосування у разі бетонних перекриттів. Матеріал насипають рівним шаром на рубероїдну підкладку.

При цьому утеплення плит проводиться шаром не менше 20/25 див. Потім все заливається зверху бетонною сумішшю, товщиною близько 50 мм. Таким чином, виходить утеплююча подушка, з хорошими звукоізоляційними властивостями, служить ще і підлогою на горищі.

- Пінополіуретан (ППУ).

Його основною відмінністю від перерахованих вище аналогів можна назвати метод нанесення. У випадку з ППУ технологія утеплення укладена в напиленні або заливці ізолятора. Матеріал складається з рідких газонаповнених пластмас, які заправляються в спеціальний апарат.

Поверхня для утеплення ППУ в цьому випадку може бути з будь-якого будматеріалу – металу, дерева, цегли, бетону. Зчеплення з основою буде міцним і монолітним.

Але своїми руками цей утеплювач можна нанести тільки, якщо є апарат. Або треба запросити робітників, які зроблять роботу за кілька годин. Даним матеріалом найчастіше роблять утеплення лоджії і стін в будинках і квартирах.

- Пінополістирол.

Його часто плутають зі звичайним пінопластом, однак, це зовсім не так. В основі того й іншого матеріалу – полістирол, хімічне з'єднання, на основі якого і створюються сучасні утеплюючі плити.

Пінополістирол, на відміну від пінопласту, більш щільний, стійкий до розривів і стиснень.

Розплавлені і спінені полімерні гранули, піддаються кілька етапів спеціальної термічної обробки. Завмерши, вони являють собою легкі, але щільні аркуші, готові до монтажу.

Схема утеплення горищного перекриття ними аналогічна теплоізоляції пінопластом – пласти вкладаються в задалегідь підготовлену обрешітку. Гранично малу вагу, доступність за ціною і легкість монтажу зробили цей

матеріал дуже популярним серед домовласників, особливо серед тих, хто утеплює пінопластом балкон або лоджію.

Заміна вікон з низьким опором теплопередачі.

Перші склопакети в Україні почали продавати у 1993 році. Приблизно до 2013 року основною продукцією були однокамерні і двокамерні склопакети товщиною 24 мм без енергоефективного шару («енергії»). Рідше застосовувалися однокамерні склопакети з однією енергією.

Жодні вікна з такими склопакетами не відповідають нормам для енергозберігаючої віконної конструкції як для більшої території України (перша кліматична зона, згідно з нормами, коефіцієнт опору теплопередачі вікна повинен бути $R=0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$), так і для південних регіонів (друга кліматична зона, $R=0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$).

Склопакет товщиною 24 мм навіть з енергозберігаючим склом без наповнення інертним газом у більшості випадків не дозволяє зробити вікно, що відповідає навіть мінімальним нормам ($R=0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$).

Далі розглянемо найбільш поширенні вікна, для заміни старих.

- Однокамерні склопакети серії tech.

В умовах економічної кризи проблема збереження тепла в приміщенні в зимовий період є стратегічним завданням не тільки в масштабах будівле бюджетної сфери, а й всієї держави в цілому. Тому вирішення проблеми зменшення втрат тепла через застосування є на сьогоднішній день як ніколи актуальним.

Використання енергозберігаючого покриття на склі дозволяє зберегти максимум тепла в зимовий період часу, а використання пластиково-алюмінієвої дистанційної рамки істотно підвищує коефіцієнт опору теплопередачі в, так званих, «крайових зонах» склопакета. Це підвищує енергозахист нижньої частини вікна, на яку, зазвичай випадає конденсат, сприяючи зниженню вірогідності його випадання.

- Двокамерні склопакети серії tech plus.

Економія на опаленні Аргон в склопакеті і енергоскло підвищують енергозберігаючі характеристики склопакета, що дозволяє заощадити на

опаленні та зберегти тепло в приміщенні. Енергоефективне скління дозволить досягти більш комфортного температурного режиму в приміщенні в холодну пору року.

- Двокамерні склопакети серії eigo.

Вікна зі склопакетом eigo відповідають навіть європейським нормам з енергозбереження. Коефіцієнт опору теплопередачі на рівні $1.37 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ істотно перевищує існуючий в Україні стандарт енергоефективності. Склопакет eigo дозволяє зберегти вчетверо більше енергії, у порівнянні із звичайним однокамерним склопакетом.

Заміна вхідних дверей з низьким опором теплопередачі.

На сьогоднішній день двері – це не тільки зовнішній вигляд будівлі, а і збереження тепла, комфорт і затишок в приміщенні. Від якості дверей в приміщенні залежить мікроклімат і витрати на енергоносії.

Якщо раптом двері перестали належним чином виконувати свої функції, в них немає великої необхідності. Вони не допоможуть в економії коштів, витрачених на обігрів або охолодження будівлі.

Далі розглянемо найбільш поширені двері, для заміни старих.

- Однокамерні склопакети серії tech.

В умовах економічної кризи проблема збереження тепла в приміщенні в зимовий період є стратегічним завданням не тільки в масштабах будівле бюджетної сфери, а й всієї держави в цілому. Тому вирішення проблеми зменшення втрат тепла через застосування є на сьогоднішній день як ніколи актуальним.

Використання енергозберігаючого покриття на склі дозволяє зберегти максимум тепла в зимовий період часу, а використання пластиково-алюмінієвої дистанційної рамки істотно підвищує коефіцієнт опору теплопередачі в, так званих, «крайових зонах» склопакета. Це підвищує енергозахист нижньої частини вікна, на яку, зазвичай випадає конденсат, сприяючи зниженню вірогідності його випадання.

- Двокамерні склопакети серії tech plus.

Економія на опаленні Аргон в склопакеті і енергоскло підвищують енергозберігаючі характеристики склопакета, що дозволяє заощадити на опаленні та зберегти тепло в приміщенні. Енергоефективне скління дозволить досягти більш комфортного температурного режиму в приміщенні в холодну пору року.

- Двокамерні склопакети серії euro.

Вікна зі склопакетом euro відповідають навіть європейським нормам з енергозбереження. Коефіцієнт опору теплопередачі на рівні $1.37 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ істотно перевищує існуючий в Україні стандарт енергоефективності. Склопакет euro дозволяє зберегти вчетверо більше енергії, у порівнянні із звичайним однокамерним склопакетом.

2.1.4. Пропозиції щодо модернізації системи

Утеплення фасадів.

Для дотримання нормативних значень опору теплопередачі пропонується провести утеплення фасаду мінеральною ватою, товщиною 100 мм.

В якості переваг при утепленні фасаду виступають наступні аспекти:

- економічний – зменшення енергозатрат на опалення приміщень приблизно на 30%;

- соціальний аспект – збільшення комфорту приміщень (відсутність плісняви, грибку, нормальний режим вологості у приміщенні, тощо).

Зовнішня теплоізоляція фасаду будівлі забезпечить:

- відповідність мікроклімату внутрішніх приміщень вимогам діючих на території України теплотехнічних параметрів;

- зменшення витрат енергії на створення потрібних параметрів мікроклімату внутрішніх приміщень;

- стабілізацію теплового режиму у внутрішніх приміщеннях протягом різних пір року;

- швидкий прогрів в період опалювального сезону та швидке охолодження в літній період року повітря внутрішніх приміщень;

- покращення зовнішнього вигляду фасаду будівлі, що раніше експлуатувалися протягом тривалого часу.

Для утеплення фасадів рекомендується використовувати мінеральну вату товщиною 100 мм та густиною 145 кг/м³.

Вартість проведення заходу з модернізації фасаду представлена у таблиці 2.26.

Таблиця 2.26 – Орієнтовна вартість проведення заходу з модернізації фасаду

Найменування статті витрат	Од. вим.	Кількість на 100 м ²	Вартість одиниці, грн.	Вартість на 1 м ² , грн.	Загальна вартість, грн.
СТ-17/10 л. Глибокопроникаюча ґрунтівка Ceresit	шт.	2	189	3,78	4027
Розпірний дюбель 10x180мм металевим стрижнем і ергоголівкою)	шт.	800	1	11,6	12358
Клей СТ 190/25 VWS для приклеювання плит вати	шт.	40	350	140	149146
Сітка армована Ceresit 160 г/м ² (55м ²)	шт.	2,2	1550	34,1	36328
Мінеральна вата (укуси)	м	15	21	3,15	3356
Мінеральна вата	м ²	110	460	506	539057
Фарба ґрунтуюча СТ-15/10(silicone)	шт.	3	800	24	25568
Перфорований кутник з сіткою ПВХ	м/п	50	6	2,83	3015
Штукатурка декоративна Ceresit СТ-174 силікон-силікатна «камінцева»	шт.	11	1850	203,5	216795
Різне (плівка, наждачний папір, малярська стрічка, піна)	шт.	10	200	2	2131
Транспортні витрати					17000
Монтажні роботи					426132
Робочий проект обличкування фасаду будівлі					80000
Разом					1514912

Розріз багатошарового огородження представлено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Розріз конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та облицюванням штукатуркою

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці 2.27.

Таблиця 2.27 – Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу

Економія енергії	Теплова енергія на опалення	77,85	кВт·год/м ² ·рік
		112099	кВт·год/рік
Інвестиції		1 514 912	грн.
Чиста економія		168 979	грн./рік
Простий термін окупності		8,97	років

Розподіл температури по товщині стіни до та після утеплення та механізм дії утеплення приведено на рисунках 2.9 та 2.10 відповідно.

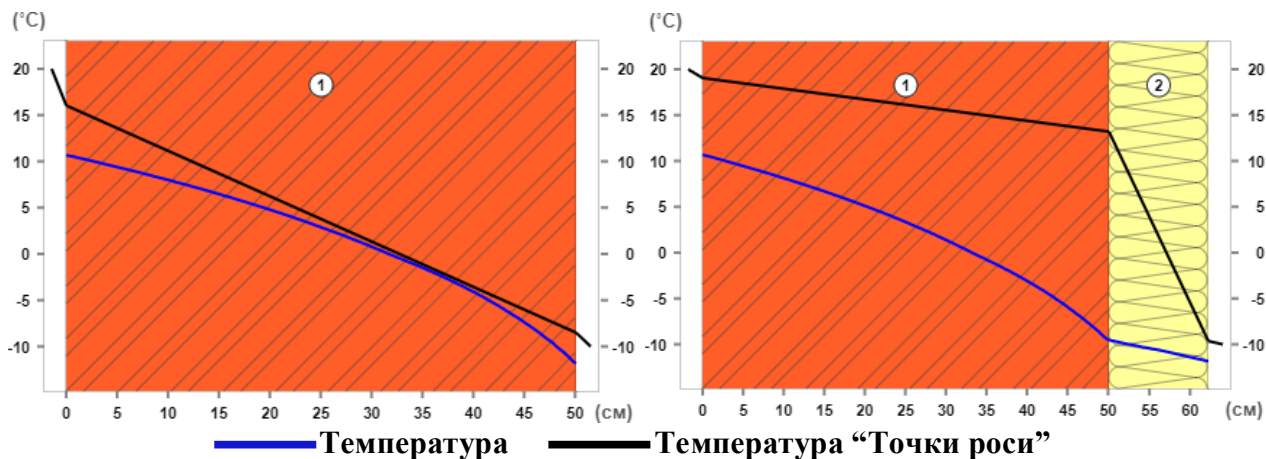


Рисунок 2.9 – Розподіл температури по товщині стіни до та після утеплення

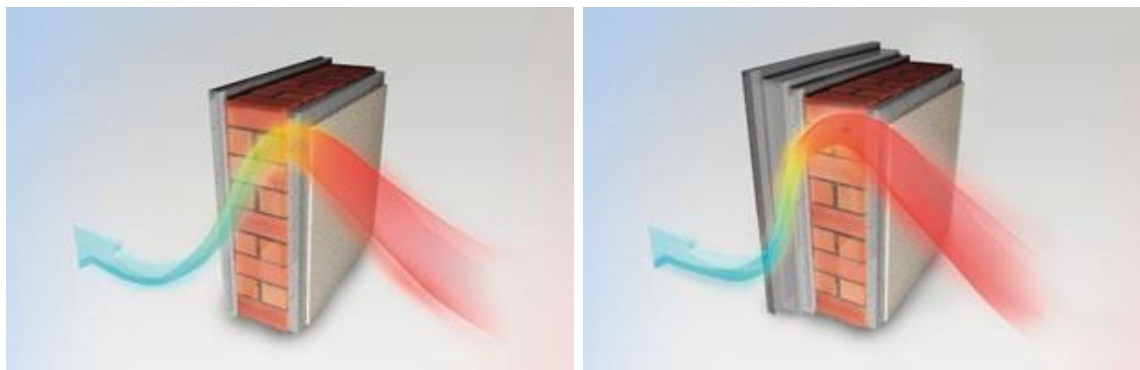


Рисунок 2.110 – Механізм дії утеплення

Швидкий відтік тепла через не утепленні стіни призводить до охолодження поверхні внутрішніх стін. Обмежений відтік тепла через стіни з теплоізоляцією призводить до підвищення температури внутрішніх стін.

В таблицях 2.28, 2.29 та на рисунку 2.11 приведені фінансові показники реалізації заходу.

Таблиця 2.28 – Фінансові показники заходу

Найменування	Од.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-1514,91	-1345,93	-1176,95	-1007,97	-838,99	-670,01	-501,04	-332,06	-163,08	5,90	174,88	343,86	512,84	681,82	850,80	1019,78
Дискontований грошовий потік	тис. грн.	-1514,91	143,20	121,36	102,85	87,16	73,86	62,60	53,05	44,95	38,10	32,29	27,36	23,19	19,65	16,65	14,11
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-1514,91	-1371,71	-1250,35	-1147,50	-1060,35	-986,48	-923,89	-870,84	-825,89	-787,79	-755,50	-728,14	-704,96	-685,31	-668,65	-654,54
Коефіцієнт дисконтування		1,000	0,847	0,718	0,609	0,516	0,437	0,370	0,314	0,266	0,225	0,191	0,162	0,137	0,116	0,099	0,084
Найменування	Од.	-	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-	1188,76	1357,74	1526,72	1695,70	1864,67	2033,65	2202,63	2371,61	2540,59	2709,57	2878,55	3047,53	3216,51	3385,49	3554,47
Дискontований грошовий потік	тис. грн.	-	11,96	10,14	8,59	7,28	6,17	5,23	4,43	3,75	3,18	2,70	2,29	1,94	1,64	1,39	1,18
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-	-642,58	-632,45	-623,86	-616,58	-610,41	-605,18	-600,75	-597,00	-593,81	-591,12	-588,83	-586,90	-585,25	-583,86	-582,69
Коефіцієнт дисконтування		-	0,071	0,060	0,051	0,043	0,037	0,031	0,026	0,022	0,019	0,016	0,014	0,011	0,010	0,008	0,007

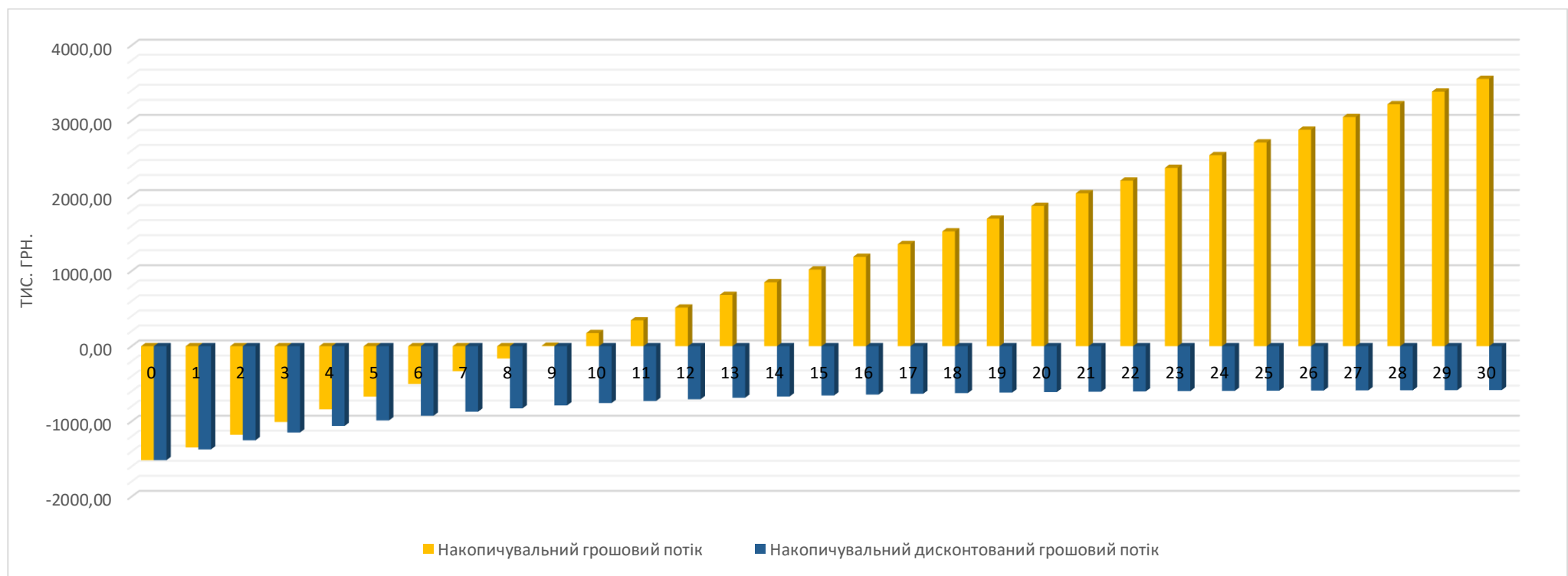


Рисунок 2.11 – Фінансові показники заходу

Таблиця 2.29 – Значення термінів окупності, NPV та IRR

<i>Фінансові показники заходу</i>		
<i>Період</i>	<i>IRR, %</i>	<i>NPV, тис. грн.</i>
<i>5 років</i>	-16,76%	-986,48
<i>10 років</i>	2,04%	-755,50
<i>15 років</i>	7,25%	-654,54
<i>20 років</i>	9,25%	-610,41
<i>25 років</i>	10,16%	-591,12
<i>30 років</i>	10,61%	-582,69
<i>Простий термін окупності</i>	років	8,97
<i>Дисконтований термін окупності</i>	років	-

Утеплення горищного перекриття.

Значна частина тепловтрат припадає на покрівлю будівлі. Тепле повітря завжди піднімається вгору, а з неефективною теплоізоляцією покрівлі, тепло виходить назовні. Також, через неефективну гідроізоляцію, всередину потрапляє волога, котра спричинює руйнування конструктивних елементів та порушення внутрішнього мікроклімату приміщень. Тож пропонується провести реконструкцію даху з заміною шиферного покриття на бітумні листи Ондулін та термомодернізацією, шляхом утеплення горищного перекриття, застосувавши теплоізоляційний шар з високим термічним опором. Внаслідок цього, значно знизяться тепловтрати та буде досягнена економія коштів.

Для утеплення перекриття рекомендується використовувати мінеральну вату товщиною 180 мм та густиною 140 кг/м³ зі структурою утеплення: паробар'єр, утеплювач.Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Настанова з виконання термомодернізації будинків.

Орієнтовна вартість утеплення горищного перекриття приведена в таблиці 2.30.

Таблиця 2.30 – Орієнтовна вартість утеплення горищного перекриття

Найменування статті витрат	Од. вим.	Кількість на 100 м ²	Вартість одиниці, грн.	Вартість на 1 м ² , грн.	Загальна вартість, грн.
Пароізоляція Ондутіс R70 (рул. 75 м ²)	шт.	1,6	706	11,3	8201
Мінеральна вата 180 мм	шт.	100	600	600	435622
Гідроізоляція Ондулайт D (рул. 70 м ²)	шт.	1,57	656	10,3	7478
Гідроізолююча Стрічка Ондубанд (1000x10 см)	шт.	10	315	31,5	21704
Дюбель 10x220мм (з металевим стрижнем і термоголівкою)	шт.	400	7	28	20329
Різне (бруски, малярська стрічка, тощо)	шт.	2	1000	20	14521
Транспортні витрати					18000
Монтажні роботи					181509
Робочий проект на утеплення перекриття					40000
Разом					747363

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31 – Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу

Економія енергії	Теплова енергія на опалення	49,82	кВт·год/м ² ·рік
		71734	кВт·год/рік
Інвестиції		747 363	грн.
Чиста економія		108 132	грн./рік
Простий термін окупності		6,91	років

В таблицях 2.32, 2.33 та на рисунку 2.12 приведені фінансові показники реалізації заходу.

Таблиця 2.32 – Фінансові показники заходу

Найменування	Од.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-747,36	-639,23	-531,10	-422,97	-314,83	-206,70	-98,57	9,56	117,69	225,83	333,96	442,09	550,22	658,35	766,49	874,62
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-747,36	91,64	77,66	65,81	55,77	47,27	40,06	33,95	28,77	24,38	20,66	17,51	14,84	12,57	10,66	9,03
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-747,36	-655,73	-578,07	-512,25	-456,48	-409,22	-369,16	-335,21	-306,45	-282,07	-261,41	-243,90	-229,06	-216,49	-205,83	-196,80
Коефіцієнт дисконтування		1,000	0,847	0,718	0,609	0,516	0,437	0,370	0,314	0,266	0,225	0,191	0,162	0,137	0,116	0,099	0,084
Найменування	Од.	-	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-	982,75	1090,88	1199,01	1307,15	1415,28	1523,41	1631,54	1739,67	1847,81	1955,94	2064,07	2172,20	2280,33	2388,47	2496,60
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-	7,65	6,49	5,50	4,66	3,95	3,35	2,83	2,40	2,04	1,73	1,46	1,24	1,05	0,89	0,75
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-	-189,15	-182,66	-177,16	-172,51	-168,56	-165,21	-162,38	-159,98	-157,94	-156,22	-154,75	-153,51	-152,46	-151,57	-150,82
Коефіцієнт дисконтування		-	0,071	0,060	0,051	0,043	0,037	0,031	0,026	0,022	0,019	0,016	0,014	0,011	0,010	0,008	0,007

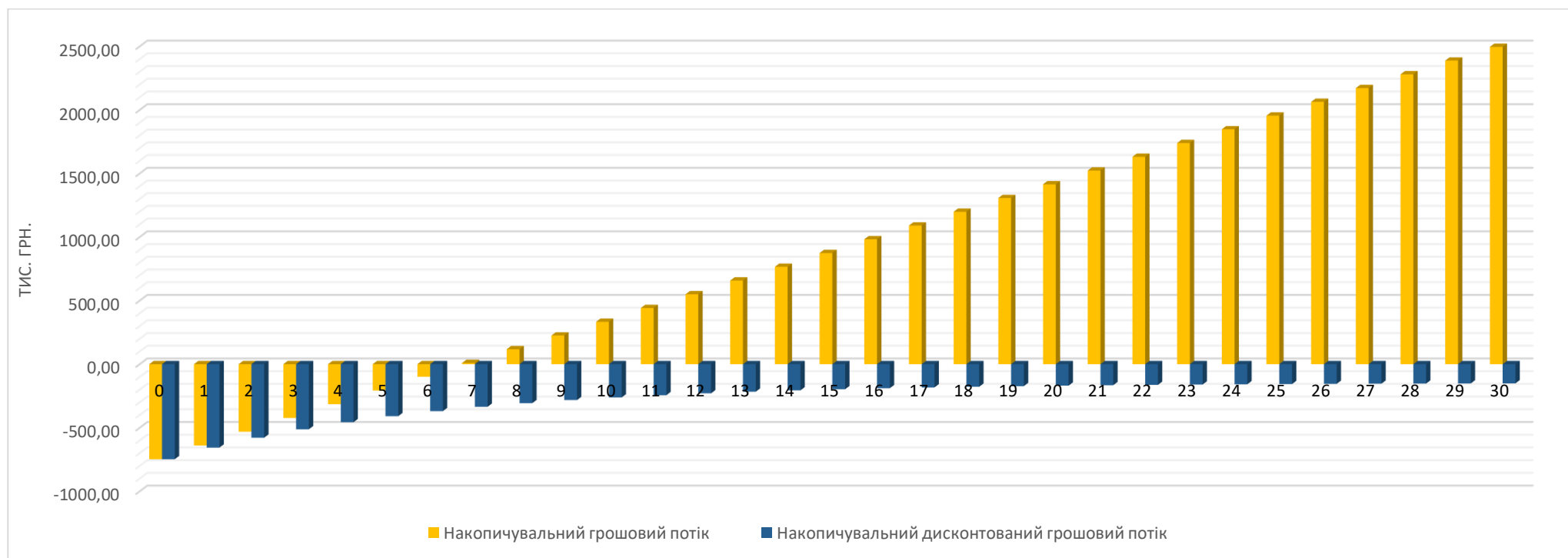


Рисунок 2.12 – Фінансові показники заходу

Таблиця 2.33 – Значення термінів окупності, NPV та IRR

<i>Фінансові показники заходу</i>		
<i>Період</i>	<i>IRR, %</i>	<i>NPV, тис. грн.</i>
<i>5 років</i>	-9,90%	-409,22
<i>10 років</i>	7,35%	-261,41
<i>15 років</i>	11,73%	-196,80
<i>20 років</i>	13,27%	-168,56
<i>25 років</i>	13,91%	-156,22
<i>30 років</i>	14,20%	-150,82
<i>Простий термін окупності</i>	років	6,91
<i>Дисконтований термін окупності</i>	років	-

Заміна вікон з низьким опором теплопередачі.

Значні втрати тепла відбуваються через вікна з однокамерним склопакетом. Через невідповідність опору теплопередачі всіх наявних вікон пропонується замінити однокамерні дерев'яні та металопластикові вікна на двокамерні металопластикові енергозберігаючі.

Основними перевагами енергозберігаючих вікон є:

- забезпечують повну герметичність;
- за рахунок високого опору, відмінно зберігають тепло;
- забезпечують хорошу звукоізоляцію;
- вікна нешкідливі для здоров'я, так як виготовляються зі спеціального екологічного пластику;
- вікна з ПВХ можна замовити в будь-якому варіанті виконання;
- термін служби таких віконних конструкцій кілька десятиліть, вони стійкі до будь-яких атмосферних явищ;
- догляд за пластиковими вікнами найпростіший, вони не вимагають фарбування або якогось особливого обслуговування.

На рисунку 2.13 показано зовнішній вигляд енергоефективних двокамерних вікон.



Рисунок 2.13 – Енергоефективні двокамерні вікна

В рамках реалізації заходу передбачається заміна всіх наявних старих однокамерних дерев'яних вікон та заміненних однокамерних на двокамерні енергозберігаючі.

Загальні інвестиції для заміни вікон зведені у таблиці 2.34.

Таблиця 2.34 – Загальні інвестиції для заміни вікон в будівлі

Найменування статті витрат	Загальні інвестиції, грн.
Вартість вікон	660000
Монтаж, грн./шт.	36750
Транспортні витрати	20000
Разом	743700

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці 2.35.

Таблиця 2.35 – Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу

Економія енергії	Теплова енергія на опалення	29,29	кВт·год/м ² ·рік
		42183	кВт·год/рік
Інвестиції		743 700	грн.
Чиста економія		63 586	грн./рік
Простий термін окупності		11,7	років

В таблицях 2.36, 2.37 та на рисунку 2.14 приведені фінансові показники заходу.

Таблиця 2.36 – Фінансові показники заходу

Найменування	Од.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-743,70	-680,11	-616,53	-552,94	-489,35	-425,77	-362,18	-298,60	-235,01	-171,42	-107,84	-44,25	19,34	82,92	146,51	210,10
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-743,70	56,52	50,24	44,66	39,70	35,29	31,37	27,88	24,78	22,03	19,58	17,41	15,47	13,75	12,22	10,87
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-743,70	-687,18	-636,94	-592,28	-552,58	-517,30	-485,93	-458,05	-433,27	-411,24	-391,66	-374,25	-358,78	-345,03	-332,80	-321,94
Коефіцієнт дисконтування		1,000	0,889	0,790	0,702	0,624	0,555	0,493	0,438	0,390	0,346	0,308	0,274	0,243	0,216	0,192	0,171
Найменування	Од.	-	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-	273,68	337,27	400,85	464,44	528,03	591,61	655,20	718,79	782,37	845,96	909,54	973,13	1036,72	1100,30	1163,89
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-	9,66	8,59	7,63	6,78	6,03	5,36	4,76	4,24	3,76	3,35	2,97	2,64	2,35	2,09	1,86
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-	-312,28	-303,69	-296,06	-289,28	-283,25	-277,89	-273,12	-268,89	-265,12	-261,78	-258,80	-256,16	-253,81	-251,72	-249,86
Коефіцієнт дисконтування		-	0,152	0,135	0,120	0,107	0,095	0,084	0,075	0,067	0,059	0,053	0,047	0,042	0,037	0,033	0,029

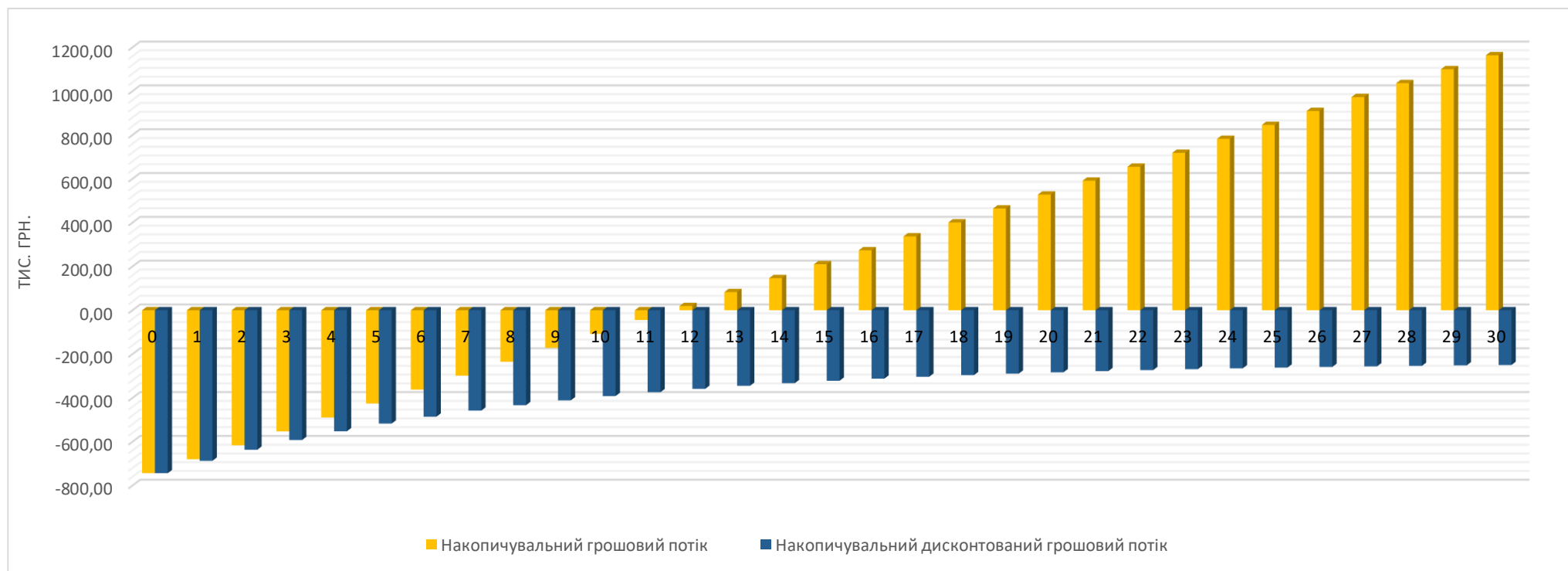


Рисунок 2.14 – Фінансові показники заходу

Таблиця 2.37 – Значення термінів окупності, NPV та IRR

Фінансові показники заходу

Період	IRR, %	NPV, тис. грн.
5 років	-22,96%	-517,30
10 років	-2,75%	-391,66
15 років	3,28%	-321,94
20 років	5,76%	-283,25
25 років	6,96%	-261,78
30 років	7,60%	-249,86
Простий термін окупності	років	11,7
Дисконтований термін окупності	років	-

Заміна вхідних дверей з низьким опором теплопередачі.

Пропонується замінити однокамерні металопластикові вхідні двері будівлі на двокамерні, які мають значно вищий опір теплопередачі. Наявні вхідні двері не забезпечують необхідного теплового захисту приміщень будівлі, що призводить до підвищених теплових втрат через їх конструкцію.

В рамках реалізації заходу передбачається заміна вхідних дверей з низьким опором теплопередачі. Загальні інвестиції для встановлення дверей зведені у таблиці 2.38.

Таблиця 2.38 – Загальні інвестиції для заміни вхідних дверей

Найменування статті витрат	Загальні інвестиції, грн.
Вартість дверей	127500
Монтаж, грн./шт.	12750
Транспортні витрати	2000
Разом	149750

Результати розрахунку економічних та фінансових показників реалізації заходу приведено в таблицях 2.39, 2.40, 2.41 та на рисунку 2.15.

Таблиця 2.39 – Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу

Економія енергії	Теплова енергія на опалення	3,86	кВт·год/м ² ·рік
		5552	кВт·год/рік
Інвестиції		149 750	грн.
Чиста економія		8 369	грн./рік
Простий термін окупності		17,89	років

Таблиця 2.40 – Фінансові показники заходу

Найменування	Од.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-149,75	-141,38	-133,01	-124,64	-116,27	-107,91	-99,54	-91,17	-82,80	-74,43	-66,06	-57,69	-49,32	-40,95	-32,58	-24,22
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-149,75	7,44	6,61	5,88	5,22	4,64	4,13	3,67	3,26	2,90	2,58	2,29	2,04	1,81	1,61	1,43
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-149,75	-142,31	-135,70	-129,82	-124,60	-119,95	-115,82	-112,15	-108,89	-105,99	-103,42	-101,12	-99,09	-97,28	-95,67	-94,24
Коефіцієнт дисконтування		1,000	0,889	0,790	0,702	0,624	0,555	0,493	0,438	0,390	0,346	0,308	0,274	0,243	0,216	0,192	0,171
Найменування	Од.	-	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-	-15,85	-7,48	0,89	9,26	17,63	26,00	34,37	42,74	51,11	59,47	67,84	76,21	84,58	92,95	101,32
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-	1,27	1,13	1,00	0,89	0,79	0,71	0,63	0,56	0,50	0,44	0,39	0,35	0,31	0,27	0,24
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-	-92,97	-91,84	-90,83	-89,94	-89,15	-88,44	-87,81	-87,26	-86,76	-86,32	-85,93	-85,58	-85,27	-85,00	-84,75
Коефіцієнт дисконтування		-	0,152	0,135	0,120	0,107	0,095	0,084	0,075	0,067	0,059	0,053	0,047	0,042	0,037	0,033	0,029

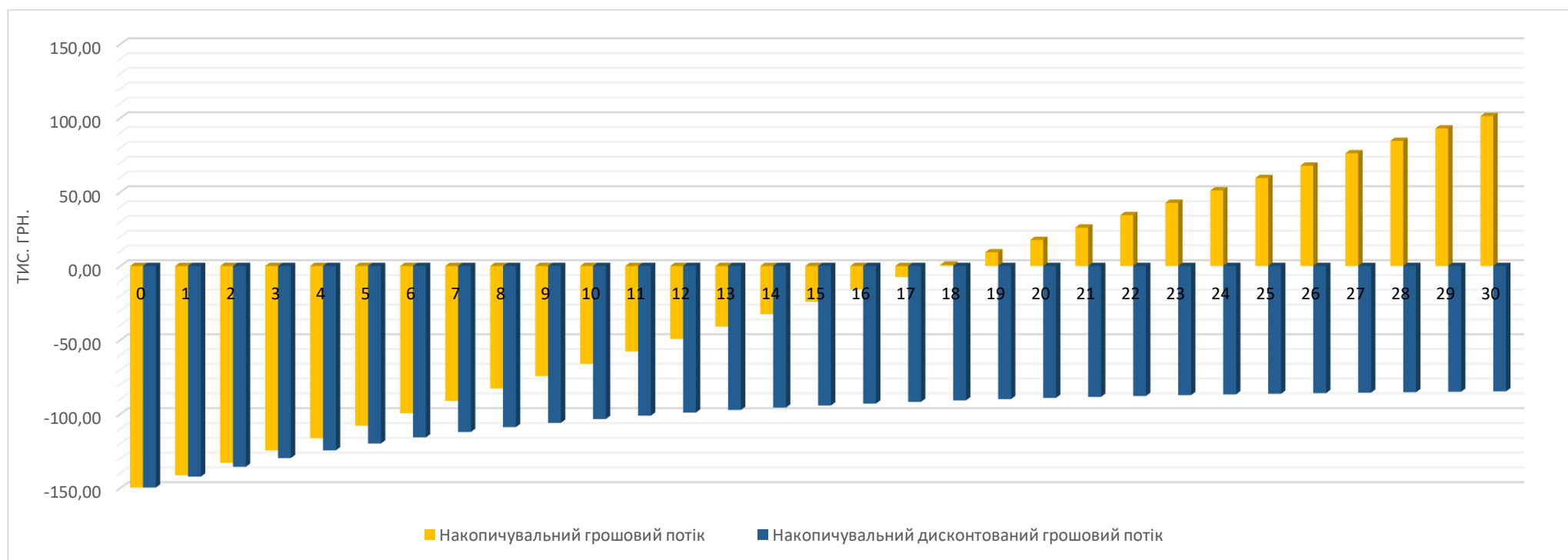


Рисунок 2.15 – Фінансові показники заходу

Таблиця 2.41 – Значення термінів окупності, NPV та IRR
Фінансові показники заходу

Період	IRR, %	NPV, тис. грн.
5 років	-31,52%	-119,95
10 років	-9,39%	-103,42
15 років	-2,13%	-94,24
20 років	1,08%	-89,15
25 років	2,76%	-86,32
30 років	3,72%	-84,75
Простий термін окупності	років	17,89
Дисконтований термін окупності	років	-

2.2 Дослідження джерел теплопостачання ДНЗ «Ягідка»

2.2.1 Характеристика системи теплопостачання.

Система опалення будівлі введена в експлуатацію в 1987 році. З 2002 року опалення приміщень будівлі здійснюється від індивідуальної газової котельні, яка розміщена в окремій будівлі. Котельня обладнана двома сталевими газовими водогрійними котлами: КГБ-100 і КГБ-50. Котельне обладнання потребує заміни через закінчення його ефективного терміну експлуатації. На рисунку 2.16 представлено зовнішній вигляд котлів.



Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд котельного обладнання

2.2.2 Заміна наявного газового котла на конденсаційний

Зважаючи на те, що термін ефективної експлуатації наявного котельного обладнання закінчився, необхідний рівень ефективності спалювання та викидів в атмосферу не забезпечується. Тож на зміну старого, пропонуються встановити новий, сучасний конденсаційний котел. Конденсаційна технологія використовує не лише тепло, що виникає при спалюванні газу, а й додаткове тепло, яке при використанні традиційної техніки залишається невикористаним і вилітає в димову трубу. Конденсаційні котли майже повністю відбирають тепло, що міститься в димових газах, і передають його на опалення. З цією технологією конденсаційні котли досягають нормативного коефіцієнту корисної дії до 98%, що означає дуже енергоефективну роботу. Цей принцип дії економить не лише дорогоцінну енергію, але й турбується про довкілля, значно знижуючи викиди CO₂ в атмосферу. Приклад такого котла зображено на рисунку 2.17.



Рисунок 2.17 – Газовий конденсаційний котел

В рамках реалізації заходу, пропонується заміна котельного обладнання: наявного котла на сучасний конденсаційний, потужністю 130 кВт, димоходу та електронасосів.

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці 2.41.

Таблиця 2.41 – Економічні показники реалізації заходу

Економія енергії:	Теплова енергія на опалення	25,7	кВт·год/м ² ·рік
		37003	кВт·год/рік
Інвестиції		370 864	грн.
Чиста економія		55 779	грн./рік
Простий термін окупності		6,65	років

Відмінні особливості конденсаційних і традиційних (конвекційних) котлів Теплова енергія конвекційних котлів передається теплоносію шляхом проходження продуктів згорання через звичайний пластинчатий теплообмінник, нагріваючи теплоносій, який через нього протікає. Далі продукти згорання видаляються через димохід. У конденсаційних газових котлах, пара, що утворюється після згоряння палива, не виводиться на вулицю, а надходить у спеціальну камеру. Відбувається охолодження продуктів згорання до конденсаційної температури (близько 50 градусів для водяної пари). При зміні стану речовини виділяється теплота, що додатково нагріває теплоносій

В таблицях 2.42, 2.43 та на рисунку 2.18 приведені фінансові показники заходу.

Таблиця 2.42 – Фінансові показники реалізації заходу

Найменування	Од.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-370,86	-330,08	-289,31	-248,53	-207,75	-166,97	-126,19	-85,41	-44,63	-3,85	36,93	77,71	118,49	159,26	200,04	240,82
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-370,86	36,25	32,22	28,64	25,46	22,63	20,12	17,88	15,89	14,13	12,56	11,16	9,92	8,82	7,84	6,97
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-370,86	-334,62	-302,40	-273,75	-248,30	-225,67	-205,55	-187,67	-171,78	-157,65	-145,09	-133,93	-124,01	-115,19	-107,35	-100,38
Коефіцієнт дисконтування		1,000	0,889	0,790	0,702	0,624	0,555	0,493	0,438	0,390	0,346	0,308	0,274	0,243	0,216	0,192	0,171
Найменування	Од.	-	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-	281,60	322,38	363,16	403,94	444,72	485,50	526,28	567,06	607,83	648,61	689,39	730,17	770,95	811,73	852,51
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-	6,19	5,51	4,89	4,35	3,87	3,44	3,06	2,72	2,41	2,15	1,91	1,70	1,51	1,34	1,19
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-	-94,19	-88,68	-83,79	-79,44	-75,57	-72,13	-69,08	-66,36	-63,94	-61,80	-59,89	-58,20	-56,69	-55,35	-54,16
Коефіцієнт дисконтування		-	0,152	0,135	0,120	0,107	0,095	0,084	0,075	0,067	0,059	0,053	0,047	0,042	0,037	0,033	0,029

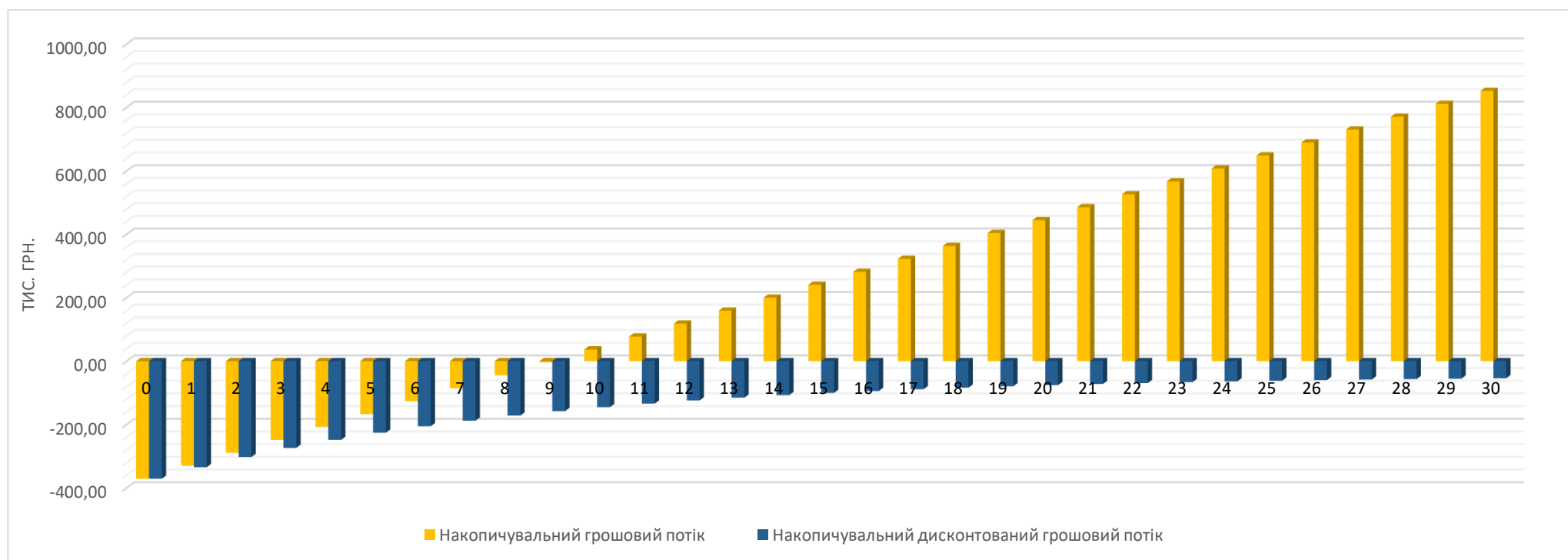


Рисунок 2.18 – Фінансові показники реалізації заходу

Таблиця 2.43 – Значення термінів окупності, NPV та IRR

Фінансові показники заходу

Період	IRR, %	NPV, тис. грн.
5 років	-17,12%	-225,67
10 років	1,76%	-145,09
15 років	7,02%	-100,38
20 років	9,05%	-75,57
25 років	9,98%	-61,80
30 років	10,44%	-54,16
Простий срок окупності	років	6,65
Дисконтований срок окупності	років	-

2.3 Дослідження системи опалення

Система теплорозподілення знаходиться у підвалі будівлі. Внутрішня водяна система опалення будівлі однотрубна з нижнім розведенням розподільчих труб. Опалювальні прилади (чавунні радіатори) встановлено біля зовнішніх стін під вікнами без радіаційного захисту. Система опалення спроектована на розрахункову температуру -20°C . Можливість регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів відсутня. У 2018 році було проведено гідроочистку труб системи опалення.

Тепловізійна зйомка опалювального приладу приведена на рисунку 2.19

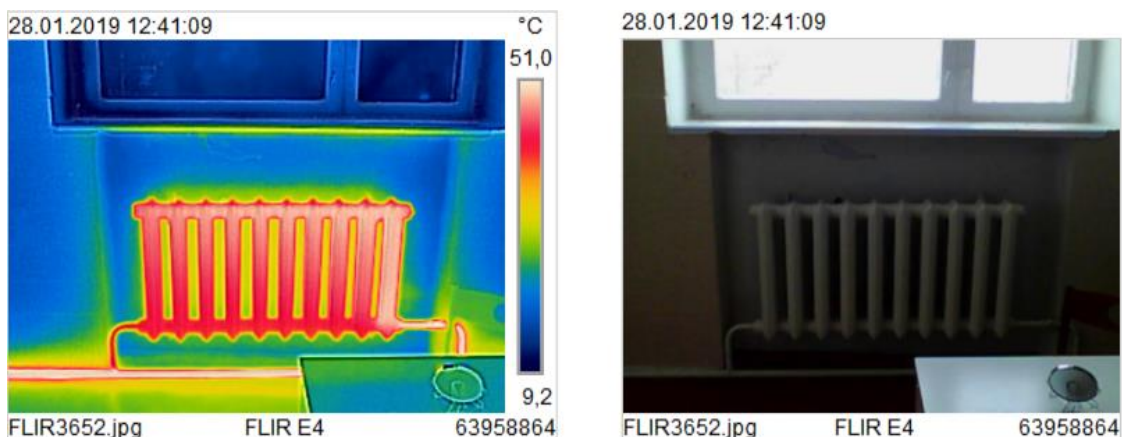


Рисунок 2.19 – Термограма радіатору

2.4 Дослідження системи вентиляції

2.4.1 Характеристика системи вентиляції

В будівлі відсутня механічна система вентиляції. В приміщенні кухні встановлена витяжна вентиляційна система. Також наявний частковий природній приплив свіжого повітря через нещільності в вікнах та при відкритті вікон.

2.4.2 Встановлення приточно-витяжної системи вентиляції з утилізацією теплоти

Природня вентиляція не забезпечує необхідного рівня повітрообміну в приміщеннях, що позначається на комфортних умовах перебування людей всередині. Після заміни вікон система вентиляції потребує реконструкції з влаштуванням енергоефективної приточно-витяжної установки. На практиці необхідно використовувати саме механічну припливно-витяжну систему вентиляції, оскільки тільки вона може гарантувати створення комфортних умов (подавати повітря у вентилязовані приміщення, незалежно від умов навколишнього середовища, в необхідних обсягах, очищати та нагрівати його).

Такі системи є обов'язковими для впровадження при заміні старих нещільних дерев'яних вікон на нові металопластикові. Для того щоб зберегти тепло внутрішнього повітря приточно-витяжну установку системи вентиляції доповнюють рекуператором, за допомогою якого тепло видаляемого повітря передається приточному повітрю.

Рекуперативні теплообмінники виконуються у вигляді пакетів пластин, які розташовані таким чином, що вони утворюють два суміжні канали. По одному з них рухається витяжне повітря, по іншому – припливне. Типова схема рекуперативної установки на базі пластинчатого теплообмінника представлена на рисунку 2.20.

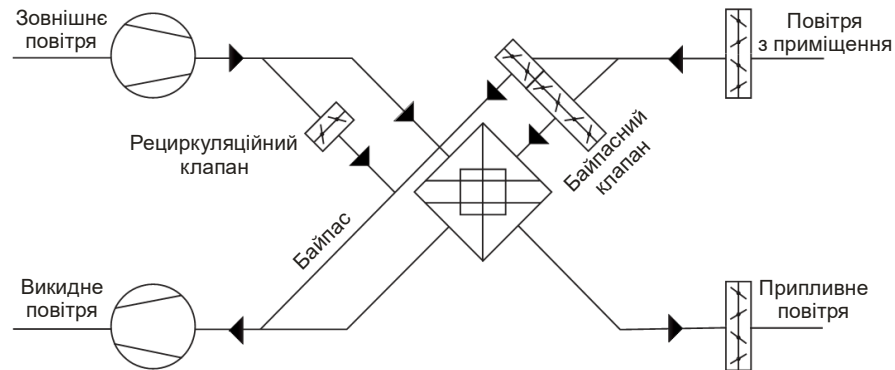


Рисунок 2.20– Типова схема рекуперативної установки

Основними перевагами таких утилізаторів є:

- простота конструкції та відсутність рухомих частин;
- виключення потрапляння витяжного повітря у припливне;
- легкість технічного обслуговування (необхідність технічного обслуговування практично відсутня, за винятком випадків встановлення обладнання в умовах особливо забрудненого повітряного середовища);
- незначне споживання електричної енергії вентилятором (у зв'язку з відсутністю додаткових споживачів електричної енергії мінімальне збільшення споживаних кВт·год, що витрачаються вентиляторами на подолання незначної додаткової втрати тиску на припливному і витяжному каналах).

В рамках реалізації заходу пропонується встановити загальну припливно-витяжну систему вентиляції з організованим приливом повітря та рекуперацією (не менше 70%).

Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу приведено в таблиці 2.44.

Таблиця 2.44 – Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу

Економія енергії	Теплова енергія	39,51	кВт·год/м ² ·рік
		56890	кВт·год/рік
Інвестиції		690 000	грн.
Чиста економія		85 757	грн./рік
Простий термін окупності		8,05	років

В таблицях 2.45, 2.46 та на рисунку 2.21 приведені фінансові показники реалізації заходу.

Таблиця 2.45 – Фінансові показники заходу

Найменування	Од.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-690,00	-624,24	-558,49	-492,73	-426,97	-361,22	-295,46	-229,70	-163,95	-98,19	-32,43	33,32	99,08	164,83	230,59	296,35
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-690,00	58,45	51,96	46,18	41,05	36,49	32,44	28,83	25,63	22,78	20,25	18,00	16,00	14,22	12,64	11,24
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-690,00	-631,55	-579,59	-533,41	-492,36	-455,87	-423,43	-394,60	-368,97	-346,19	-325,94	-307,94	-291,94	-277,72	-265,08	-253,84
Коефіцієнт дисконтування		1,000	0,889	0,790	0,702	0,624	0,555	0,493	0,438	0,390	0,346	0,308	0,274	0,243	0,216	0,192	0,171
Найменування	Од.	-	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Накопичувальний грошовий потік	тис. грн.	-	362,10	427,86	493,62	559,37	625,13	690,89	756,64	822,40	888,16	953,91	1019,67	1085,43	1151,18	1216,94	1282,70
Дисконтований грошовий потік	тис. грн.	-	9,99	8,88	7,89	7,02	6,24	5,54	4,93	4,38	3,89	3,46	3,08	2,73	2,43	2,16	1,92
Накопичувальний дисконт. грошовий потік	тис. грн.	-	-243,86	-234,98	-227,08	-220,07	-213,83	-208,29	-203,36	-198,98	-195,09	-191,63	-188,56	-185,82	-183,39	-181,23	-179,31
Коефіцієнт дисконтування		-	0,152	0,135	0,120	0,107	0,095	0,084	0,075	0,067	0,059	0,053	0,047	0,042	0,037	0,033	0,029

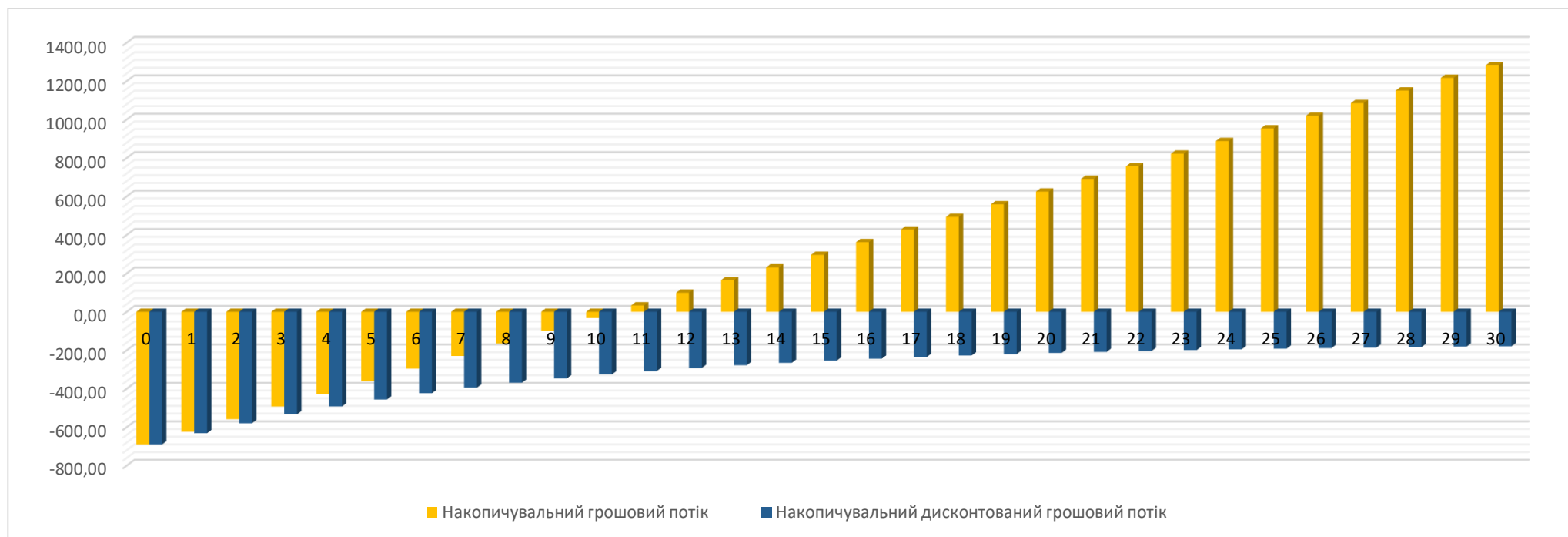


Рисунок 2.21 – Фінансові показники заходу

Таблиця 2.46 – Значення термінів окупності, NPV та IRR
Фінансові показники заходу

Період	IRR, %	NPV, тис. грн.
5 років	-20,52%	-455,87
10 років	-0,87%	-325,94
15 років	4,84%	-253,84
20 років	7,12%	-213,83
25 років	8,20%	-191,63
30 років	8,76%	-179,31
Простий термін окупності	років	8,05
Дисконтований термін окупності	років	-

2.5 Дослідження системи електропостачання

2.5.1. Аналіз сучасного стану постачання електричної енергії

Постачальником електроенергії для ДНЗ «Ягідка» м.Баштанка є ТОВ «Миколаївська електропостачальна компанія». На даний момент для міста Баштанка це єдиний постачальник електричної енергії, але починаючи з 2020 року одразу три постачальника запропонують свої послуги такі як ТОВ «Миколаївська енергетична компанія», ДП «Енергозбут», ТОВ «Агроакваресурс». В таблиці 2.47 відобразимо тарифи різних постачальників.

В такому випадку пропонується порівняти актуальні тарифи потенційних постачальників з дійсним постачальником електричної енергії.

Таблиця 2.47 – Аналіз тарифів різних постачальників

Постачальник електричної енергії	Тариф ел.енергії грн/кВт-год
ТОВ «Миколаївська електропостачальна компанія»	2,8
ТОВ «Миколаївська енергетична компанія»	1,37
ДП «Енергозбут»	1,48
ТОВ «Агроакваресурс»	1,63

З таблиці можемо зробити висновок, що ТОВ «МЕК» пропонує найнижчий тариф 1,37 грн/Квт-год, пропонується порівняти з актуальним.

Для прикладу взято річне споживання електричної енергії ДНЗ за 2018 рік, споживання було 44075 кВт-год. По актуальному тарифу ДНЗ сплатило б 123410 грн/рік. По тарифу який пропонує ТОВ «МЕК» 60382,7 грн/рік. Як можемо бачити економія складає 63027,2 грн/рік, тобто в 2 рази.

Проаналізувавши дану ситуацію, можна зробити кінцевий висновок. Для ДНЗ «Ягідка» найбільш вигідно буде в 2020 році заключити договір з ТОВ

«МЕК» для значної економії. Але можна також спрогнозувати, що в такій ситуації ТОВ «Миколаївська електропостачальна компанія» може знизити тариф для активної конкуренції.

2.5.2 Аналіз поточного технічного стану системи електропостачання

Постачання електричної енергії в ДНЗ здійснюється від ЗТП-412.

Електропостачання споживачів ДНЗ здійснюється із застосуванням радіальних і магістральних схем електричних мереж. Зовнішнє електропостачання здійснюється за рівнем напруги 0,38 кВ від ЗТП – 412.

В дитячому садку два кабелі типу ААБ-3*95+1*50 від ЗТП-412 по спеціальному тунелю для кабелів довжиною 300 м заходять на ВРП 78М. Перемикачем П можна перемикати живлення школи по будь-якому з фідерів, або по двом одразу.

Для обліку електричної енергії використовуються 2 лічильника типу СА4У-И672М, які розміщені в електрощитовій ДНЗ. Система моніторингу ДНЗ організована наступним чином. Проаналізуємо споживання електричної енергії і проілюструємо дані за минулі 3 роки в таблицях 2.48 і 2.49.

Таблиця 2.48 - Споживання електричної енергії

Роки	Електрична енергія, кВт·год		
	2016	2017	2018
Січень	4124	5342	5011
Лютий	5120	4792	5200
Березень	3939		3375
Квітень	4182	4507	4465
Травень	3575	3388	2707
Червень	2749	3350	3890
Липень	716	2465	2798
Серпень	2711	482	713
Вересень	2837	2932	2696
Жовтень	3558	2668	4147
Листопад	5050	4704	4134
Грудень	5201	4745	4939
Σ	43762,0	39375,0	44075,0

Таблиця 2.49 - Тариф електричної енергії

Електрична енергія, грн/кВт·год			
	2016	2017	2018
	2,041	2,272	2,5745
Діючий		2,8454	
Електрична енергія, грн./рік			
	2016	2017	2018
Σ	89318,242	89460	113471,088

Також представимо дані споживання електроенергії у вигляді графіків
рисунок 2.22.

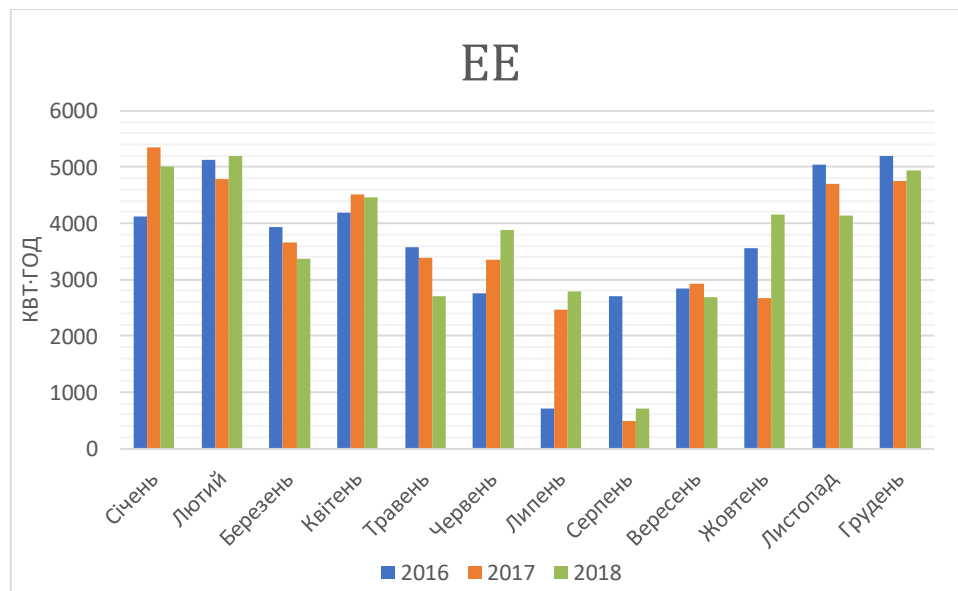


Рисунок 2.22 - Споживання електроенергії

З графіків можемо зробити висновок, що споживання електроенергії нерівномірно протягом року. Це пояснюється сезонною роботою ДНЗ.

Основними споживачами електричної енергії є електричні плити у кількості 3 штук номінальною потужністю від 12 до 16,8 кВт, пральні машини у кількості 3 штук з номінальною потужністю 2,5 кВт. Внутрішнє освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп в більшій кількості (250 шт.)

18 Вт, зовнішнє ж освітлення – за допомогою ртутних ламп ДРЛ – 400, кількістю 12 ламп.

Час роботи споживачів коливається від 5 до 168 годин на тиждень, в залежності від виду споживаючого обладнання. Додаткові дані по споживачам електричної енергії зведені до таблиці. Всі споживачі живляться від трифазної мережі з частотою 50 Гц напругою 0,38 кВ.

Також проектом передбачається загальне робоче та аварійне освітлення напругою 0,22 кВ . В таблицях 2.50 і 2.51 зображена кількість, тип та потужність освітлювальних приладів.

Таблиця 2.50 – Основне впливове електрообладнання

Основні ЕП	К-сть, шт	Потужн. одиниці (кВт)	Загальн. потужн. (кВт)	Питома потужн.	Період роботи (год/тижд.)	Коментарі
Плита електр. ПЕ-4	1	12	12	4,91	40	4 конфорки по 3 кВт
Плита електр. ПЕ-4Ш	1	16	16	6,55	40	4 конфорки по 3 кВт, та жарочна шафа на 4 кВт
Плита електр. ПЕ-4ШБ	1	16,8	16,8	6,87	40	4 конфорки по 3 кВт, та жарочна шафа на 4,8 кВт
Сковорода електрична	1	4,8	4,8	1,96	10	
Пральна машина Ardo	3	2,5	7,5	3,07	20	
Морозильна камера	1	0,04	0,04	0,016	168	
Холодильник побутовий Памір	2	0,2	0,4	0,16	168	
Холодильник побутовий Норд	3	0,04	0,12	0,049	168	
М'ясорубка МІМ-300	1	2,2	2,2	0,9	7,5	
Картоплечистка МОК-150М	1	0,75	0,75	0,33	10	
Протірно-різальна машина	1	0,8	0,8	0,32	10	
Бойлер	8	2	16	0,81	15	
Загалом			63,41	25,4		

Таблиця 2.51 – Освітлювальні прилади

Освітлювальні прилади	К-ть, шт.	Потужн. одиниці, кВт	Загальн. потужн., кВт	Питома потужність	Період роботи, год/тижд.	Коментарі
Люмінесцентні лампи	250	18	4,5	0,6	35	
ДРЛ-400	12	400	4,8	0,7	35	
Загалом			9,3	1,3		

Розрахунок навантаження дитячого садка здійснюється методом розрахункових коефіцієнтів. Вихідними даними є номінальна потужність окремих ЕП і їх кількість, що приведені в таблицях.

Розрахуємо електричні навантаження силових електроприймачів напругою 0,22 кВ. Розрахунок покажемо на прикладі розрахунку вентилятора витяжного.

Алгоритм проведення розрахунків:

Сумарна потужність:

$$\sum P = P_n \cdot n,$$

$$\sum P = 2,2 \cdot 1 = 2,2 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт реактивної потужності $\text{tg}\varphi = 0,75$, який ми знайшли за відомого коефіцієнта потужності $\text{cos}\varphi = 0,8$.

Проміжну потужність визначаємо з коефіцієнтом використання K_B :

$$P_{II} = \sum P \cdot k_B,$$

$$P_{II} = 2,2 \cdot 0,2 = 0,44 \text{ кВт},$$

де k_B - коефіцієнт використання.

Проміжна реактивна потужність:

$$Q_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot \operatorname{tg}\varphi ,$$

$$Q_{\Pi} = 0,44 \cdot 0,75 = 0,33 \text{квар} .$$

Груповий коефіцієнт використання:

$$K_{\text{в}} = \frac{\sum P_{\Pi}}{\sum P_{\text{н}\Sigma}} = \frac{0,596}{2,46} = 0,242 .$$

Розрахункова ефективна кількість ЕП для цеху ($n_{\text{р.е.}}$).

Існують дві умови:

- якщо $\sum n < 10$, то $n_{\text{р.е.}} = \frac{(\sum P_{\text{н}\Sigma})^2}{\sum (P_{\text{н}i})^2}$,
- якщо $\sum n > 10$, тому $n_{\text{р.е.}} = \frac{2 \cdot \sum P_{\text{н}\Sigma}}{P_{\text{max}}}$.

В даному випадку $\sum n < 10$, тому розрахунок будемо проводити за формулою:

$$n_{\text{р.е.}} = \frac{(\sum P_{\text{н}\Sigma})^2}{\sum (P_{\text{н}i})^2}$$

$$n_{\text{р.е.}} = \frac{3,8^2}{2,2^2 + 0,19^2 + 0,07^2} = 1,24 .$$

Ефективна кількість ЕП для цеху.

Існує декілька умов:

якщо $\frac{P_{i\text{max}}}{P_{i\text{min}}} < 3$, то вважають, що $n_{\text{е}} = \sum n$,

якщо $\frac{P_{i\max}}{P_{i\min}} \geq 3$, то існують наступні умови:

- якщо $n_{p.e.} < \sum n$, то $n_e = n_{p.e.}$ з округленням в меншу сторону;
- якщо $n_{p.e.} \geq \sum n$, то $n_e = \sum n$,

де P_{\max} та P_{\min} – номінальні максимальна та мінімальна потужності ЕП.

В даному випадку, $\frac{P_{i\max}}{P_{i\min}} = \frac{2,2}{0,07} = 31,4 \geq 3$, тому $n_e = n_{p.e.} = 2$.

Приймаємо ефективне число електроприймачів рівним 1шт.

Визначають коефіцієнт розрахункового навантаження в функції від групового коефіцієнту використання і ефективного числа ЕП. Коефіцієнт K_p вибирається в залежності від розрахункової точки на підставі відповідних довідкових даних.

Згідно таблиці [3], K_p рівний 4.

Розрахункова активна потужність:

$$P_p = K_p \cdot \sum P_{\Pi},$$

$$P_p = 4 \cdot 0,596 = 2,38 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність визначають згідно двох умов:

якщо $n \leq 10$, то $Q_p = 1,1 \cdot Q_{\text{гр}}$,

якщо $n > 10$, то $Q_p = Q_{\text{гр}}$.

В даному випадку $n \leq 10$, тому потужність розраховується за формулою:

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{\text{гр}},$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 0,427 = 0,469 \text{ квар.}$$

Повна потужність розраховується за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2},$$

$$S_p = \sqrt{2,38^2 + 1,017^2} = 2,58 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Розрахунок навантажень силових електроприймачів решти вводів розраховані аналогічним чином і приведені в таблиці 2.52.

Таблиця 2.52 – Зведені результати розрахунку навантажень вводів

№	ЕП	P_n		K_B	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	Проміжне навантаження		n	n_c	K_p	Розрахункове навантаження		
		P_n	P_Σ				P_{np}	Q_{np}				P_p	Q_p	S_p
Ввід 1														
1	Плита електрична 1	12	12	0,24	0,98	0,2	2,88	0,58	1					
2	Плита електрична 2	16	16	0,24	0,98	0,2	3,84	0,77	1					
3	Плита електрична 3	16,8	16,8	0,24	0,98	0,2	4,03	0,81	1					
4	Сковорода електрична	4,8	4,8	0,2	0,92	0,42	0,96	0,4	1					
5	Пральна машина	2,5	7,5	0,7	0,8	0,75	5,25	3,94	3					
6	Холодильник побутовий Норд	0,04	0,12	1	0,8	0,75	0,12	0,09	3					
7	Холодильник Памір	0,2	0,4	1	0,8	0,75	0,4	0,3	2					
8	Морозильна камера	0,04	0,04	1	0,8	0,75	0,04	0,03	1					
9	М'ясорубка	2,2	2,2	0,5	0,75	0,88	1,1	0,97	1					
10	Протірно-різальна машина	0,8	0,8	0,25	0,5	1,73	0,2	0,34	1					
11	Картоплечистка	0,75	0,75	0,75	0,5	1,73	0,56	0,97	1					
12	Бойлер	2	2	0,6	0,8	0,75	1,2	0,9	1					
Σ Ввід 1		58,1	63,4	0,307			19,4	8,95	17	7	1,25	24,3	8,95	25,89
Ввід 2														
1	Комп'ютер	0,8	2,4	1	0,7	1,02	2,4	2,45	3					
2	Принтер	0,6	0,6	1	0,7	1,02	0,6	0,612	1					
3	Ноутбук	0,48	0,48	1	0,7	1,02	0,48	0,49	1					
4	Кондиціонер	2	2	0,25	0,8	0,75	0,5	0,375						
Σ Ввід 3		12,9	24,9	0,52			12,9	13,158	6	2	1,14	4,54	3,92	6
Σ												31,22	13,34	33,95

Знайдемо втрати електроенергії в трансформаторі типу ЗТП-412 для якого:

$$S_H = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$\Delta P_{HX} = 0,55 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{K3} = 3,7 \text{ кВт};$$

$$I_{xx}=1,5\%;$$

$$I_{kз}=6\%.$$

Втрати в трансформаторі визначаються за формулою:

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{xx}} \cdot T + k_3^2 \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \tau,$$

де ΔP_{xx} – потужність холостого ходу трансформатора;

$\Delta P_{\text{кз}}$ – потужність КЗ трансформатора;

T – повна тривалість роботи трансформатора;

τ – час роботи трансформатора з навантаженням в рік;

k_3 – коефіцієнт завантаження трансформатора.

Коефіцієнт завантаження визначається за формулою:

$$\Delta k_3 = \frac{S_{\phi}}{S_{\text{н}}},$$

де S_{ϕ} – фактична потужність трансформатора, кВ·А;

$S_{\text{н}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВ·А.

Фактична потужність трансформатора визначається за формулою, кВ·А:

$$S_{\phi} = \sqrt{P_{\phi}^2 + Q_{\phi}^2},$$

де P_{ϕ} – фактична активна потужність ,

Q_{ϕ} – фактична реактивна потужність.

Фактична активна потужність визначається за формулою, кВт/год:

$$P_{\phi} = \frac{WP_{\phi}}{T_p},$$

$$P_{\phi} = \frac{56316,2}{8760} = 6,42 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}$$

де WP_{ϕ} – спожита активна електрична енергія;

T_p – розрахунковий період.

Реактивна фактична потужність визначається, кВт/год:

$$Q_{\phi} = \frac{WP_{\phi} \cdot 0,6}{T_p},$$

$$Q_{\phi} = \frac{56316,2 \cdot 0,6}{8760} = 3,85 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}$$

Отже, фактична потужність трансформатора :

$$S_{\phi} = \sqrt{P_{\phi}^2 + Q_{\phi}^2},$$

$$S_{\phi} = \sqrt{6,42^2 + 3,85^2} = 7,48 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Тоді коефіцієнт завантаження частка втрат в трансформаторі, що приходить на дитячий садок складатимуть:

$$\Delta k_3 = \frac{S_{\phi}}{S_H},$$

$$\Delta k_3 = \frac{7,48}{400} = 0,019,$$

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{xx}} \cdot T + k_3^2 \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \tau,$$

$$\Delta W_{\text{тр}} = 0,95 \cdot 8760 \cdot 0,019 + 0,019^2 \cdot 6,5 \cdot 7200 = 175,01 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Загальна витрата електроенергії визначається в місці комерційного обліку – електрощитовій. Електрощитова в дитячому садку знаходиться в окремому приміщенні, в підвалі, яке зачиняється на ключ. Вона складається з 2 лічильників. В свою чергу один з лічильників веде облік силових споживачів електроенергії на кухні, а інший по решті будівлі.

Тип: СА4У – И672М № 004779; коеф. перерахунку 100/5;

Тип: СА4У – И672М № 221403; коеф. перерахунку 100/5.

Аналіз наданих даних показує, що:

- комерційний облік реалізований із застосуванням застарілого лічильника з класом точності 2,0;
- лічильник комерційного обліку повірений, терміни повірки відповідають встановленому міжповірочному інтервалу;
- облік здійснюється лише по активній енергії, облік реактивної енергії не здійснюється;
- покази лічильника щомісяця фіксуються в журналі з обліку електричної енергії (ЕЕ) фахівцями і надаються у відділ управління освіти району.

Покази лічильника, знімаються кожної зміни заступником директора з адміністративно-господарчої частини і записуються до журналу контролю обліку та 30-го числа кожного місяця.

2.5.3 Шляхи підвищення ефективності використання системи електропостачання для забезпечення електричною енергією

На даний момент в дитячому садку для потреби зовнішнього освітлення використовуються лампи ДРЛ-400. Загальна кількість встановлених ламп – 12 штук. Лампи використовуються лише в нічний період. Загальна кількість годин – 1825 год.

Опис заходу.

Для підвищення ефективності системи освітлення, доцільним буде використання інших джерел світла які більш ефективні і які мають більш високу світловіддачу. Такими джерелами світла можуть бути сучасні світлодіодні світильники зовнішнього освітлення Lukoza LED-MOD-55-3.

Інформація про світильники наведено в таблиці 2.53.

Таблиця 2.53 – Порівняння ламп LED-MOD-55-3 та ДРЛ-400

Тип	Номінальна потужність, Вт	Середня тривалість роботи, годин	Індекс кольоропередачі, Ra	Робоча температура, °C	Світловий потік, Лм
ДРЛ-400	400	15000	40	Проблеми з запуском при <0	24000
LED-MOD-55-3	165	50000	85	-40 – +60	24750

Для приготування їжі в дитячому садку на даний час використовуються 3 електричні плити ПЕ-4Ш. Сумарна складає 44,8 кВт. Плита, в середньому, використовується 8 годин на день цілий рік.

Опис заходу.

З метою економії електроенергії на кухні пропонується встановити сучасні електричні плити Арм-Еко ПЕ-6 Ч та Арм-Еко ПЕ-6 Ш замість трьох існуючих. Характеристики плит ПЕ-6 Ч,Ш наведені в таблиці 2.54 Сумарна потужність складатиме 39,8 кВт. Ціна плит становить 8486 грн та 9655 грн відповідно.

Таблиця 2.54 – Характеристика плит ПЕ-6 Ш та ПЕ-6 Ч

Тип	Номінальна потужність, кВт	Кількість конфорок	Матеріал	Максимальна робоча температура, °C	Мінімальна робоча температура, °C
ПЕ-6 Ш	21,8	6	Нержавіюча сталь	300	50
ПЕ-6 Ч	18	6	Нержавіюча сталь	300	50

Встановлення датчиків руху.

Не в усіх приміщеннях використання освітлення супроводжується присутністю людей, а це не що інше, як неефективне використання електроенергії.

Одним із методів раціоналізації використання енергії є встановлення датчиків руху.

Системи управління освітленням найбільш ефективні, якщо вони суміщені з сучасними або повністю модернізованими системами освітлювальної арматури. Взагалі модернізовані освітлювальні системи дозволяють економити від 20 до 30% електроенергії без погіршення комфортності.

Найбільш ефективним буде встановлення датчиків руху у туалетах школи. Всього по школі 6 санвузлів.

Встановлення датчиків руху дозволить автоматично вимикати освітлення в приміщенні при відсутності людей.

2.4.4 Пропозиції щодо модернізації системи електропостачання об'єкту для реалізації завдань магістерської дисертації

Необхідність економії енергії характерна для нашого повсякденного життя, будинки, в державних установах і на виробництві. Раціонально витратити енергію – одна із актуальних тем, яка зближує людей в нашій країні.

Одним із пристроїв, здатних зробити істотний внесок в економію енергії, є тепловий насос. Підвищення потенціалу (температури) нізкопотенціального тепла дозволяє залучити нові, джерела, такі як навколишнє повітря, а також скидні тепло, яке не можна було використовувати через його низьку температуру. Тепловий насос істотно розширює можливості застосування нізкопотенціальною енергії за рахунок витрати деякої частки енергії, повністю перетворюється на роботу.

Саме для економії енергії у спеціальній частині магістерської дисертації було запропоновано встановлення теплових насосів для опалення будівлі.

Тепловий насос - пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою.

Тепловий насос має наступні переваги:

- Економічність. Економія полягає в тому, що тепловий насос споживає 1 кВт електроенергії а виробляє до 5 кВт тепла.
- Великий ресурс роботи. Теплові насоси мають великий ресурс роботи, який становить 25-40 років.
- Надійність. Теплові насоси є понад надійним обладнанням. Це обумовлено тим фактом, що всі процеси відбуваються всередині герметичного замкнутого контуру, який попередньо вакуумують.
- Екологічність. Тепловий насос — більш екологічно чистий метод опалення та кондиціонування, ніж газовий або електродотел.
- Обігрів і охолодження. Купуючи тепловий насос Ви отримуєте по суті і тепловий насос і кондиціонер
- Безпека. Тепловий насос є повністю вибухо- і пожежо безпечним обладнанням.

Дослідження впливу заходу на систему електропостачання школи

Тепловий насос - це електроприймач 2ої категорії надійності, тому що при припиненні електропостачання він не буде працювати і зникне опалення. Але на схемі присутнє АВР, який у випадку припинення електропостачання на одній секції підключить його до іншої.

Хочу зазначити, що тепловий насос виключається при дуже низькій температурі і тоді починає працювати газовий котел, так як коли зовнішня температура повітря дуже низька ефективність теплового насосу погіршується і економія стає не доцільною.

Таблиця 2.55 - Технічні характеристики Viessmann Vitocal 300-G (89,4 kW)

Номінальна теплова потужність, кВт	89,4
Холодопродуктивність, кВт	72
Споживана електрична потужність	18,3
Коефіцієнт потужності, COP	4,88

В дитячому садку два кабелі типу ААБ-3*95+1*50 від ЗТП-412 по спеціальному тунелю для кабелів довжиною 300 м заходять на ВРП 78М. Перемикачем П можна перемикати живлення школи по будь-якому з фідерів, або по двом одразу.

Зробимо перевірку кабелю марки ААБ 3x95+1x50 від ЗТП №412 до розподільчого щита. Допустимий струм кабелю $I_{\text{доп.}} = 192 \text{ А}$, активний опір жил кабелю $r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$ відповідно до [10].

Розрахунковий струм у кабельній лінії визначається за формулою :

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}$$

$$I_p = \frac{18,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 28,1 \text{ А}$$

Перевіримо за умовою:

$$\frac{I_{\text{розр}}}{K_1 \cdot K_2} \leq I_{\text{доп.}},$$

$$\frac{18,3}{1,03 \cdot 0,9} = 19,7 \leq I_{\text{доп.}} = 192 \text{ А.}$$

де K_1 і K_2 – коефіцієнти, що враховують умови прокладання та відстань між кабелями відповідно, приймаємо $K_1 = 1,03$, $K_2 = 0,9$.

Умова виконується.

Засоби підключення теплових насосів до мережі.

Тепловий насос під'єднують до електромережі напругою 230V та частотою 50Hz. Мінімальний об'єм приміщення для установки згідно EN 378 залежить від складу та кількості наповнювача холодоагенту. В нашому випадку холодоагент R407C, практичне граничне значення $0,31 \text{ кг/м}^3$ задовільняє умови згідно розділу 3.

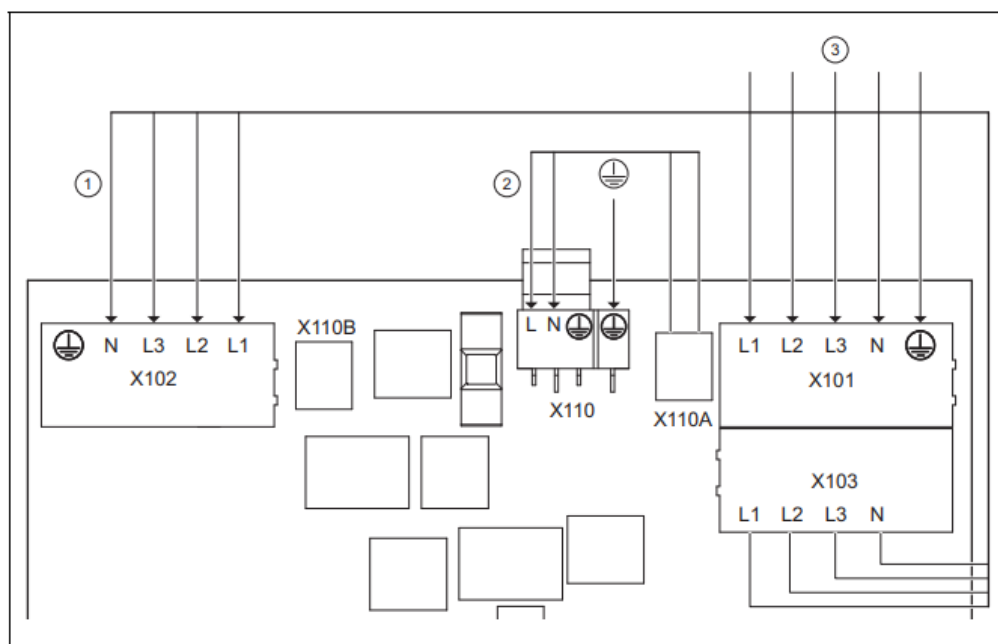


Рисунок 2.23 – Підключення теплового насоса

1 – Електроживлення, внутрішній додатковий електричний елемент.

2 – Електроживлення, управління.

3 – Постійне електроживлення.

X110A – Додатковий вихід за напругою до плати регулятора(X110)

X110B – Додатковий вихід за напругою до плати регулятора(X110)

X101 – Головне підключення до мережі, компресор

X103 – Додатковий вихід за напругою до внутрішнього додаткового електричного нагріву(X102)

X102 – Підключення до мережі, внутрішній додатковий електричний нагрів

X110 – Підключення до мережі, плата регулятора теплового насоса

Дана електропроводка відповідає умовам поставки.

Внутрішній додатковий електричний нагрів вільно забезпечує напругою через кабель-перемичку від X103 до X102, встановлений на заводі.

Плата регулятора вільно забезпечується напругою за допомогою кабелю-перемички від X110A до X110, встановленого на заводі.

Управління системою може здійснюватися як вручну так і автоматично.

2.6 Дослідження систем водопостачання та водовідведення

Характеристика системи гарячого водопостачання.

Будівля не підключена до централізованої системи гарячого водопостачання (ГВП). Для забезпечення гарячою водою груп дитячого садочку використовуються 8 електричних бойлерів.

Система холодного водопостачання.

Холодне водопостачання будівлі здійснюється централізовано від зовнішніх водопровідних мереж. Водовідведення будівлі здійснюється централізовано до зовнішніх каналізаційних мереж. Постачання холодної води відбувається цілодобово. Вузол вводу та мережа холодного водопостачання змонтовані із сталевих оцинкованих водогазопровідних труб.

Система внутрішньої каналізації.

Вузол відведення стічних вод з будівлі під'єднаний до зовнішніх каналізаційних мереж. Трубопровід каналізації змонтовано із закритих самопливних чавунних труб.

Висновки до розділу.

В ході виконання енергетичного обстеження було проведено обстеження проаналізовано та систематизовано вихідну інформацію про будівлю:

- обсяги помісячного споживання, дані по режиму роботи;
- умови експлуатації та технічного обслуговування будівлі;
- характер використання будівлі;
- стан огорожувальних конструкцій будівлі;
- система теплопостачання;
- система електропостачання;
- система водопостачання;

Було проведено:

- обстеження будівлі: визначення існуючого стану огорожувальних конструкцій, інженерних систем та приладів, характеру використання та умов експлуатації, оцінено можливості реалізації енергозберігаючих заходів та потреби в реновації і покращенні санітарних умов будівлі;

- зібрано, проаналізовано, систематизовано та описано вихідну інформацію про будівлю;

- енергетичні розрахунки: визначено існуючу ситуацію (фактичну), величину економії енергії від здійснення заходів з енергоефективності.

- економічні розрахунки: проведено розрахунки дисконтованих грошових потоків. За допомогою фінансової моделі оцінено фінансові результати пакетів протягом строку їх реалізації і періоду використання результатів від їх впровадження. Основними показниками, які характеризують фінансові результати, є внутрішня норма прибутковості (IRR), чиста приведена вартість (NPV), дисконтований період окупності;

- додаткові обстеження та заміри, для отримання більш точних даних та інформації.

Заходи з енергозбереження були пораховані на основі базового енергоспоживання, яке враховує зменшення навантаження на систему опалення у неробочі години. Потенціал економії від впровадження розрахованих заходів для будівлі Баштанського закладу дошкільної освіти "Ягідка" складає приблизно 59,2% від базового теплоспоживання.

Енергетичний аудит проводився згідно з вимогами до проведення енергоаудиту, наведеними у ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення (ISO 50002:2014, IDT) та ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Енергоефективність» в складі проектної документації.

Основні вимоги до проведення енергоаудиту наведені у ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення (ISO 50002:2014, IDT) та ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Енергоефективність» в складі проектної документації.

Базуючись на результатах оглядів проведено опис будівлі у вигляді звіту із зазначеною поточною ситуацією та виконаними розрахунками запропонованих заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Аналіз графіків споживання електроенергії говорить про відповідність споживання енергії режиму ДНЗ: в зимній період споживається більше теплової та електричної енергії, літній період відмічається значним спадом споживання електроенергії.

Розрахунок навантаження для будівлі показав, що ми може проводити деякі заходи з енергозбереження, а саме встановлення теплових насосів, що і розглянемо в спеціальній частині.

Варіант встановлення теплових насосів показав, що з електричної точки зору не потребує суттєвих змін у схемі постачання електроенергії.

3 ВСТАНОВЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА GEOTSOL

Енергозбереження є основою господарської діяльності багатьох держав світу. В Україні. Одним з ефективних енергозберігаючих способів, що дають можливість економити органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняти потреби споживачів у технологічному теплі, є застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти.

Теплонасосні установки (ТНУ) дозволяють перетворити низькопотенційну поновлювану енергію природних джерел теплоти або низькотемпературних ВЕР в енергію більш високого потенціалу, придатну для практичного використання.

Як джерела низькопотенційної теплоти використовуються атмосферне повітря або різні вентиляційні викиди, вода природних водойм і скидні води систем охолодження промислового устаткування, стічні води систем аерації, ґрунт.

Енергетична доцільність застосування ТНУ в якості енергоджерел переконливо доведена результатами великого числа наукових досліджень та досвідом експлуатації мільйонів ТНУ в промислово розвинених країнах світу. Сьогодні в світі успішно експлуатується понад 130 млн. теплонасосних установок різного функціонального призначення.

Ідея теплового насоса висловлена півтора століття тому британським фізиком Вільямом Томсоном. Це придумане їм пристрій він назвав помножувачем тепла.

Тепловий насос – це спеціальний пристрій, який поєднує в собі котел, джерело гарячого водопостачання і кондиціонер для охолодження. Головною відмінністю теплонасоса від інших джерел тепла є можливість використання відновлюваної низькопотенційної енергії, взятої з навколишнього середовища (землі, води, повітря, стічних вод) для покриття потреб в теплі під час опалювального сезону, нагріву води для

гарячого водопостачання та охолодження будинку. Тому тепловий насос забезпечує високоефективне енергопостачання без газу та інших вуглеводнів.

Тепловий насос – це пристрій, який працює за принципом зворотного холодильної машини, передаючи тепло від низькотемпературного джерела до середовища з більш високою температурою, наприклад системі опалення вашого будинку .

Кожна теплонасосна система має такі основні компоненти:

1. бак-акумулятор – теплоізована ємність для води, призначена для накопичення гарячої води, з метою вирівнювання теплових навантажень системи опалення та гарячого водопостачання, а також збільшує термін роботи теплового насоса;

2. первинний ґрунтовий контур – замкнута циркуляційна система, яка складається з випарника (теплового насоса), циркуляційного насоса ґрунтового контуру, трубопроводів, і служить для передачі тепла від ґрунту до теплового насосу;

3. вторинний ґрунтовий контур – замкнута система, яка складається з конденсатора (теплового насоса), циркуляційного насоса, трубопроводів, і служить для передачі тепла від теплового насоса до системи опалення в будинку.

Як вже згадувалося принцип дії теплового насоса схожий до роботи звичайного холодильника, тільки навпаки. Холодильник відбирає тепло від харчових продуктів і переносить його назовні. Тепловий насос переносить тепло, накопичене в ґрунті, землі, водоймі, підземних водах або повітрі. Як і холодильник, цей енергоефективний теплогенератор має наступні основні елементи:

1. конденсатор (теплообмінник, в якому відбувається передача тепла від хладагента до елементів системи опалення приміщення: низькотемпературних радіаторів, фанкойлам, теплому підлозі);

2. дросель (пристрій, який служить для зниження тиску, температури і, як наслідок, замикання теплофікаційного циклу в тепловому насосі);
3. випарник (теплообмінник, в якому відбувається відбір тепла від низькотемпературного джерела до теплового насосу);
4. компресор (пристрій, в який підвищує тиск і температуру пари хладагента).

Для підбору необхідного теплового насосу, розрахунку терміну окупності та перевірки доцільності встановлення звернулись за допомогою до програмного середовища GeoTsol.

В програмному середовищі GeoTsol ми розглянули тепловий насос "грунт-вода" із бурінням свердловин. Тепловий насос було розглянуто та зображено на рисунках 3.1 та 3.2 для 2 випадків:

1. Для забезпечення опалення ДНЗ.

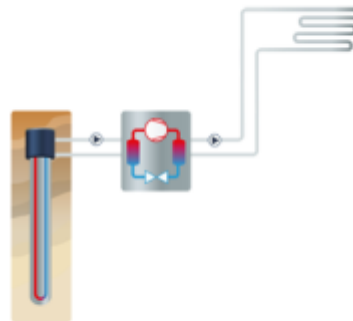


Рисунок 3.1 – Тепловий насос для опалення

2. Для забезпечення опалення та ГВП ДНЗ.

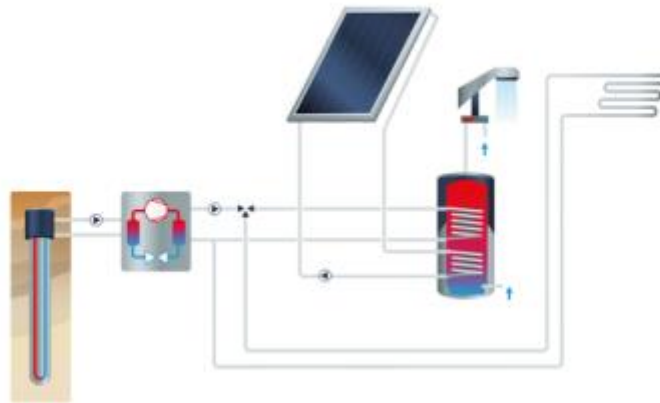


Рисунок 3.2 - Тепловий насос для опалення та ГВП

В 1 випадку для підбору теплового насосу в розділах Space Heating та Heat source було задано необхідні параметри будівлі: температуру подачі та обратки, опалювальна площа, теплове навантаження, внутрішня температура будівлі. На рисунках 3.3 та 3.4 зображені задані параметри.

Space Heating

Space heating loop

Low temp. (LT) heating loop proportion: % ⓘ The selected heat pump system cannot supply a high temperature heating loop.

Low temperature heating loop

Supply temperature: °C

Return temperature: °C

High temperature heating loop

Supply temperature: °C

Return temperature: °C

Requirements

Heating load: kW

Heating output (yearly total): kWh

Heating output (monthly):

Heated useable area: m² Specific heating load: W/m²

Indoor temperature: °C Spec. annual heat requireme: kWh/m²

Heating limit temperature: °C

Standard outdoor temperature: °C

Рисунок 3.3 - Space Heating

Heat source

Heat pump		Power input on the cold side: 69,4 kW	
Brine		Nominal output of brine pump: 0,00 W	Flow rate: 20 051 l/h
		Glycol: 30 %	
Ground		Undisturbed ground temperature: 10,0 °C	
Geothermal probe		Borehole diameter: 150 mm	Construction type: Double U-Pipe
		Infill: Simple grouting	
Length of the borehole heat exchanger		Spec. extraction rate: 20,0 W/m	Maximum drilling depth: 99 m
		Required heat probe length: 3 468 m	
Calculate size			
Number of wells: 30		at 96,3 m	

Рисунок 3.4 - Heat source

Після задання необхідних параметрів GeoTsol, був підібраний тепловий насос Viessmann Vitocal 300-G (89,4 kW) та відображений на рисунку 3.5.

Heat pump	
Manufacturer:	Viessmann Werke GmbH Co KG
Product:	Vitocal 300-G Pro BW 302.C(S)090
Construction type:	Brine/Water
Nominal heating power:	89,4 kW

Рисунок 3.5 - Тепловий насос Viessmann Vitocal 300-G (89,4 kW)

Виконавши симуляцію, GeoTsol показав, що вибраний тепловий насос є правильним і на 100% буде виконувати всі свої функції. Отримані результати відобразимо на рисунку 3.6.

SPF (from simulation)		VDI 4650	
Heat pump SPF:	4,71	Min. source temperature:	-5,0 °C
SPF of heat pump system:	4,76	Coverage:	--- %
SPF generator system (HP + Solar thermal):	---	Outdoor temperatur at switch off:	--- °C
		Heat pump SPF:	4,98
		SPF of heat pump with solar system:	---

Energy generated / Year		Losses / Year	
Supplied by heat pump:	197 330 kWh (100 %)	Tank losses:	--- kWh
Supplied by boiler:	--- kWh	Of these, solar tank losses:	--- kWh
Supplied by solar system:	--- kWh	DHW recirculation loop:	--- kWh
Heating element:	--- kWh	Solar loop indoor piping:	--- kWh
		Solar loop outdoor piping:	--- kWh

Utilized energy / Year		Solar loop	
Space Heating:	198 837 kWh (100 %)	Solar fraction:	--- %
Domestic hot water:	--- kWh	Solar fraction DHW:	--- %
		Efficiency of solar system:	--- %
		Irradiation onto active solar surface:	--- kWh
		Energy delivered by collectors:	--- kWh

Power consumption / Year	
Heat pump:	41 881 kWh (100 %)
Heating element:	--- kWh
Auxiliary energy:	0 kWh (0 %)
Solar loop pump:	--- kWh
Boiler (fuel):	--- kWh

Рисунок 3.6 – Отримані результати

Як можемо бачити енергія яка вироблена тепловим насос є повністю використана на опалювальня будівлі. Коефіцієнт продуктивності $SPF=4,71$.

На рисунку 3.7 розглянемо помісячний графік коефіцієнта продуктивності.

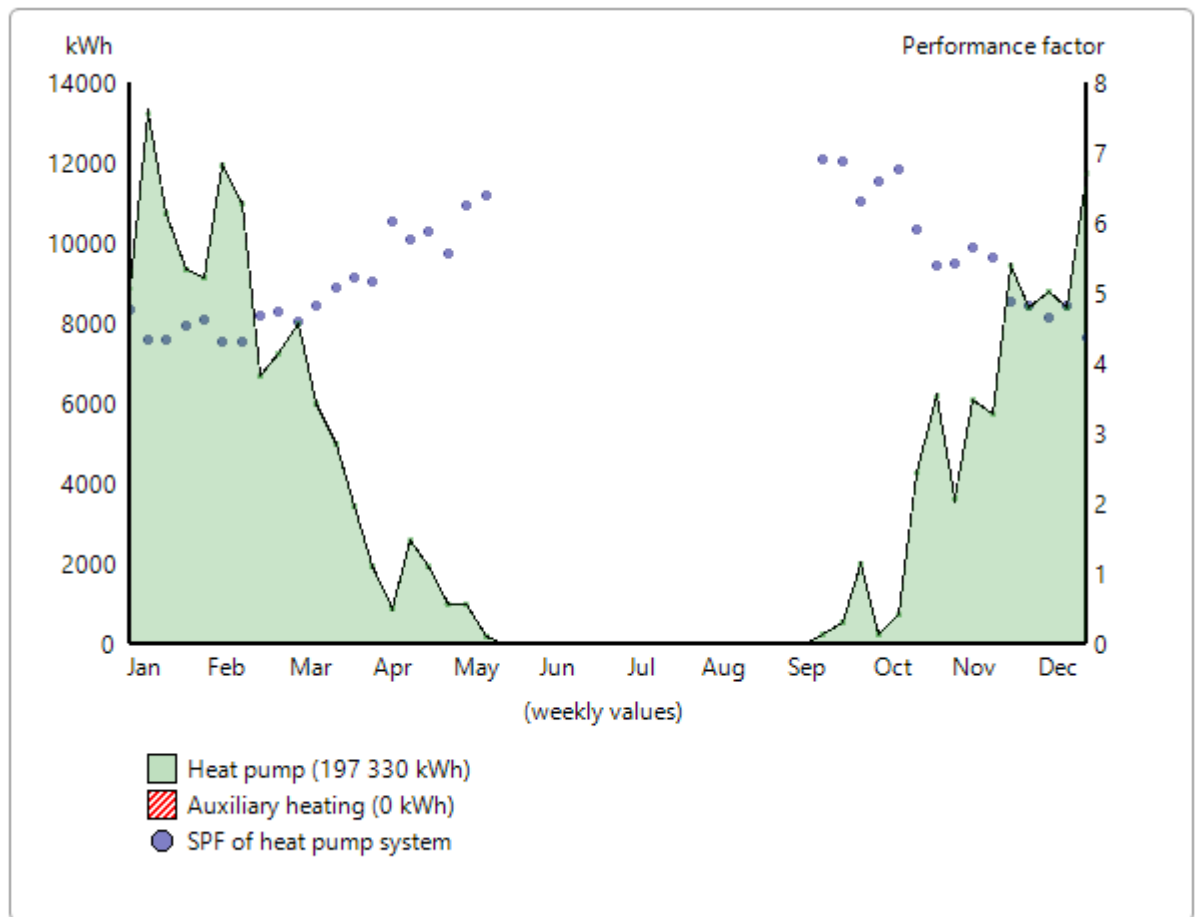


Рисунок 3.7 – Графік Performance factor

Проглянувши графік можемо зазначити, в січні і грудні тепловий насос виробляє максимальну кількість теплової енергії, а літом насос не працює.

Порахуємо термін окупності.

Так, як програмне середовище дозволяє порахувати використання тільки 1 теплового насосу, термін окупності буде пораховане для 2 теплових насосів задля покриття більшості споживання.

Для розрахунку терміна окупності були взяті наступні вихідні дані:

Енергія вироблена 2 тепловими насосами – 197330(394660) кВт·год

Енергія спожита 2 тепловими насосами – 41881(83762) кВт·год

Переведемо вироблену енергію з кВт·год в м³ – 37408 м³

Енергія вироблена 2 тепловими насосами – 392784 грн.

Енергія спожита 2 тепловими насосами – 234533 грн.

Чиста економія - 392784-234533=158251 грн

Ціна 2 Теплових насосів враховуючи монтаж Viessmann Vitocal 300-G (89,4 kW) – 2360160 грн

Термін окупності – 14,9 роки

В 2 випадку для забезпечення опалення та ГВП був вибраний аналогічний тепловий насос додатково підібраний допоміжний нагрівач та сонячні колектори.

В розділах Space Heating, Heat source було задано необхідні параметри для опалення будівлі: температуру подачі та обратки, опалювальна площа, теплове навантаження, внутрішня температура будівлі. Необхідні параметри відобразимо на рисунку 3.8 та 3.9.

Space Heating

Space heating loop

Low temp. (LT) heating loop proportion: % ⓘ The selected heat pump system cannot supply a high temperature heating loop.

Low temperature heating loop	High temperature heating loop
Supply temperature: <input type="text" value="35,0"/> °C	Supply temperature: <input type="text" value="50,0"/> °C
Return temperature: <input type="text" value="28,0"/> °C	Return temperature: <input type="text" value="35,0"/> °C

Requirements

Heating load: kW
 Heating output (yearly total): kWh
 Heating output (monthly):

Heated useable area: <input type="text" value="1 440"/> m ²	Specific heating load: <input type="text" value="91"/> W/m ²
Indoor temperature: <input type="text" value="21,0"/> °C	Spec. annual heat requireme: <input type="text" value="140"/> kWh/m ²
Heating limit temperature: <input type="text" value="10"/> °C	
Standard outdoor temperature: <input type="text" value="-14"/> °C	

Рисунок 3.8 – Space Heating

Heat source

Heat pump	
Power input on the cold side:	69,4 kW

Brine	
Nominal output of brine pump:	0,00 W
Flow rate:	20 051 l/h
Glycol:	30 %

Ground	
Undisturbed ground temperature:	10,0 °C

Geothermal probe	
Borehole diameter:	150 mm
Construction type:	Double U-Pipe
Infill:	Simple grouting

Length of the borehole heat exchanger	
Spec. extraction rate:	20,0 W/m
Maximum drilling depth:	99 m
Required heat probe length:	3 468 m

Calculate size

Number of wells: 30 at 96,3 m

Рисунок 3.9 – Heat source

В розділі Domestic Hot Water, Tank та Solar loop було внесено необхідні дані для забезпечення ГВП: щоденне використання, температура води, об'єм баку, кількість колекторів. Відобразимо необхідні дані на рисунку 3.10, 3.11 та 3.12

Domestic Hot Water

Consumption			
<input checked="" type="checkbox"/> DHW consumption known			
Average daily usage:	2 400 l	Annual energy consumption:	44 415 kWh
No. Persons:	4	Spec. annual energy consumpt	30,8 kWh/m ²
Consumption per person and day:	600 l		

Temperatures	
DHW target temperature:	55 °C
<input checked="" type="checkbox"/> Calculate cold water temperature based on climate data	
Cold water temperature in February:	7,5 °C
Cold water temperature in August:	14,5 °C

DHW Recirculation Loop			
<input type="checkbox"/> DHW recirculation loop used			
Single length of pipes:	10 m	Operating times:	6 - 21
Temperature spread feed/return:	5,0 K	Volume flow:	---
Spec. losses:	0,30 W/(m K)	Resulting losses (approx.):	---

Рисунок 3.10 – Domestic Hot Water

Tank

DHW tank

Volume: l

Insulation thickness: mm

Рисунок 3.11 - Domestic Hot Water tank

Solar loop

Welcome

Selection

Manufacturer: Viessmann Werke GmbH Co KG

Product: Vitosol 200-F SVE

Construction type: Flat-plate collector Number: Total gross area: 25,00 m²

Installation

Orientation: ° North 0° East 90° West 270° South 180°

Azimuth: (Northern hemisphere) °

Inclination (tilt angle): °

Piping

Indoors: m (one-way length)

Outside: m (one-way length)

Solar loop pump

Nominal output: W

Рисунок 3.12 – Solar loop

В розділі Mode of operation було внесено дані для допоміжного нагрівача.

На рисунку 3.13 показано параметри допоміжного нагрівача.

Mode of operation

Monovalent/monoenergetic operation

Monovalent
 Monoenergetic, parallel
 Monoenergetic, alternative
 Monoenergetic, partially parallel

Power of heating element: kW

Heating element out of service above: °C

Heat pump out of service below: °C

Bivalent operation

Рисунок 3.13 – Mode of operation

Виконавши симуляцію, GeoTsol показав, що вибраний тепловий насос, сонячні колектори та допоміжний нагрівач є правильними і на 100% будуть виконувати всі свої функції. На рисунку 3.14 показані отримані результати.

Simulation results

Seasonal Heat Performance Factor (SPF) **Energies**

Energy generated / Year

Supplied by heat pump:	210 281 kWh (87 %)
Supplied by boiler:	--- kWh
Supplied by solar system:	17 775 kWh (7 %)
Heating element:	14 492 kWh (6 %)

Utilized energy / Year

Space Heating:	199 011 kWh (82 %)
Domestic hot water:	44 581 kWh (18 %)

Power consumption / Year

Heat pump:	47 632 kWh (76 %)
Heating element:	14 492 kWh (23 %)
Auxiliary energy:	0 kWh (0 %)
Solar loop pump:	146 kWh (0 %)
Boiler (fuel):	--- kWh

Losses / Year

Tank losses:	821 kWh
Of these, solar tank losses:	147 kWh
DHW recirculation loop:	--- kWh
Solar loop indoor piping:	246 kWh
Solar loop outdoor piping:	57 kWh

Solar loop

Solar fraction:	7,3 %
Solar fraction DHW:	36,6 %
Efficiency of solar system:	52,1 %
Irradiation onto active solar surface:	34 142 kWh
Energy delivered by collectors:	18 226 kWh

Simulation results

Seasonal Heat Performance Factor (SPF) **Energies**

SPF (from simulation)

Heat pump SPF:	4,41	?
SPF of heat pump system:	3,65	?
SPF generator system (HP + Solar thermal):	3,93	

VDI 4650

Min. source temperature:	-4,2 °C	
Coverage:	94 %	
Outdoor temperatur at switch off:	--- °C	
Heat pump SPF:	3,66	?
SPF of heat pump with solar system:	3,94	

Рисунок 3.14 – Отримані результати

Як можемо бачити енергія яка вироблена тепловим насос є повністю використана на опалювальня та ГВП будівлі. Коефіцієнт продуктивності SPF= 4,41.

Розглянемо помісячний графік коефіцієнта продуктивності на рисунку 3.15.

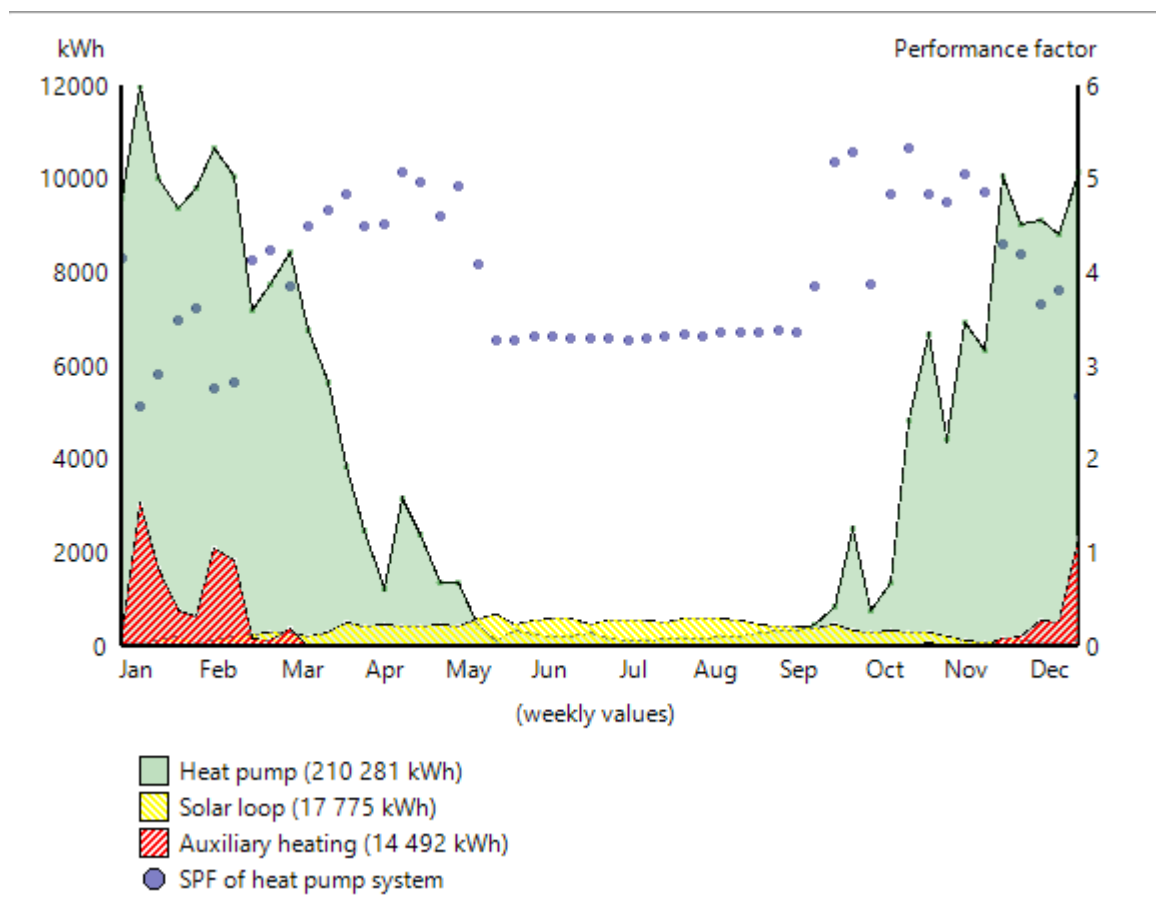


Рисунок 3.15- Графік коефіцієнта продуктивності

Проглянувши графік можемо зазначити, в січні і грудні тепловий насос виробляє максимальну кількість теплової енергії, сонячні колектори максимально працюють з березня по листопад, допоміжний нагрівач максимально працює в січні, лютому та грудні.

Порахуємо термін окупності.

Так, як програмне середовище дозволяє порахувати використання тільки 1 теплового насоса, термін окупності буде пораховане для 2 теплових насосів задля покриття більшості споживання.

Для розрахунку терміна окупності були взяті наступні вихідні дані:

Енергія вироблена 2 тепловими насосами, сонячними колекторами, допоміжним нагрівачем –242548 (485096) кВт·год

Енергія спожита 2 тепловими насосами та нагрівальним елементом – 62124(124248) кВт·год

Переведемо вироблену енергію з кВт·год в м³ – 45980 м³

Енергія вироблена 2 тепловими насосами, сонячними колекторами, допоміжним нагрівачем – 482790 грн.

Енергія спожита 2 тепловими насосами та нагрівальним елементом – 347894 грн.

Чиста економія - 482790-347894=134896 грн

Ціна 2 Теплових насосів, 10 сонячних колекторів та допоміжного нагрівача враховуючи монтаж – 3106890 грн

Термін окупності – 23 роки роки

Висновок до розділу:

Після виконання моделювання та розрахунку терміну окупності для теплового насосу на опалення та теплового насосу на опалення та ГВП для ДНЗ «Ягідка» можна зробити висновок, що доцільно ставити тепловий насос Viessmann Vitocal 300-G (89,4 kW) для забезпечення тільки опалення, так як термін окупності та капітало вкладення в 1 випадку є найбільш доцільними.

4 ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА МОНІТОРИНГ

4.1 Система енергетичного менеджменту

Система енергетичного менеджменту – це частина загальної сфери управління підприємством (ДНЗ - дитячим навчальним закладом), основне завдання якої – забезпечити ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів.

Система енергоменеджменту включає в себе комплекс організаційних заходів із використанням ресурсів, необхідних для формування, впровадження, досягнення цілей енергозберігаючої політики ДНЗ.

Процес управління у системах контролю і оптимізації енергоспоживання:

- вимірювання керованих параметрів;
- зіставлення результатів вимірювань із завданням;
- розробка керуючих дій.

Впровадження системи енергоменеджменту в ДНЗ базується на визначенні потенціалу енергозбереження за рахунок усунення чинників, які призводять до нераціонального використання енергії (втрати, необґрунтовані питомі витрати) та дозволяє на цій основі оптимізувати споживання енергії і зменшити її питомі витрати в технологічних процесах.

Система енергоменеджменту забезпечує за рахунок впровадження організаційних заходів стабільну економію енергії (5–15%) в ДНЗ.

Проведення енергетичного аудиту дає можливість отримати необхідні вихідні дані для визначення потенціалу енергозбереження та планування на їх основі цілеспрямованих заходів.

Характерно, що проведення тільки енергетичних аудитів не привело до таких значних результатів. Це пояснюється тим, що ревізія енергоспоживання дає миттєву картину ситуації з енерговикористанням і не гарантує того, що в процесі тривалого впровадження енергозберігаючих заходів їх ефективність залишиться достатньо високою. Крім того, як свідчить практика, тільки частина

енергозберігаючих заходів, запропонованих в результаті проведення енергоаудитів, упроваджується.

СЕНМ впроваджуються на основі стандарту ISO 50001, що встановлює вимоги до системи енергетичного менеджменту, на основі яких ДНЗ, володіючи достовірною інформацією щодо використання енергетичних ресурсів, може розробити та запровадити енергетичну політику, здійснити постановку цілей, завдань і розроблення планів заходів з енергетичного менеджменту з урахуванням законодавчих вимог.

Цей стандарт ґрунтується на методології, відомій як цикл постійного поліпшення «Плануй — Виконуй — Перевірйай — Дій» («Plan — Do — Check — Act» (PDCA)), і запроваджує енергетичний менеджмент у повсякденну діяльність (практику) підприємства.

Основна ідея такого підходу наведена на рисунку 4.1.

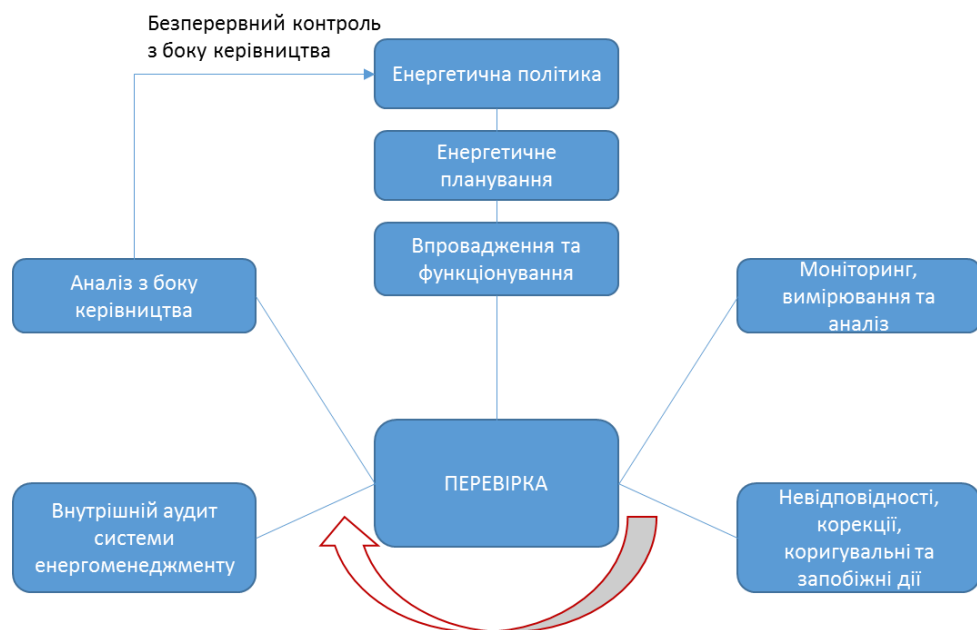


Рисунок 4.1 – Схема впровадження енергоменеджменту

Заходи з впровадження системи енергоменеджменту в ДНЗ, як правило, маловитратні та швидко окупаються за рахунок економії енергоресурсів: так, строк окупності витрат для запровадження системи енергоменеджменту складає від 3-х днів до декількох років в залежності від розміру ДНЗ та його питомого енергоспоживання.

Головною метою діяльності служби енергоменеджменту ДНЗ є скорочення витрат дитячого садку на ПЕР та інші ресурси шляхом доведення споживання енергії та води до кращих світових показників за рахунок підготовки, консультування, проведення організаційних і технічних заходів з енергозбереження.

Завдання, які покладені на службу енергоменеджменту ДНЗ», викладені у Положенні про службу. Вони полягають в управлінні енергоспоживанням та всіма аспектами, що пов'язані з останнім. Завдання СЕМ умовно можна розділити на:

- розрахунково-аналітичні (розробка методик розрахунку лімітів енергоспоживання, моніторинг енергоспоживання, розробка програми з енергоефективності, ведення бази даних по енергоспоживанню, розробка системи мотивації ощадливого енерговикористання);
- організаційні (організація взаємодії ДНЗ з енергопостачальними організаціями, організація роботи Ради з енергозбереження, служб експлуатації в питаннях ефективного енерговикористання);
- обстеження (енергоаудит будівель університету, енергетична сертифікація будівель, визначення резервів енергозбереження);
- просвітницькі (організація навчання та обміну досвідом співробітників служб експлуатації, енергоменеджерів будівель, участь у проведенні Тижня енергоефективності, роз'яснювальна робота з питань ощадливого енерговикористання в ДНЗ).

Висновки до розділу:

Головною метою діяльності служби енергоменеджменту ДНЗ є скорочення витрат дитячого садку на ПЕР та інші ресурси шляхом доведення споживання енергії та води до кращих світових показників за рахунок підготовки, консультування, проведення організаційних і технічних заходів з енергозбереження

5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ В СХЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДНЗ

Стартап як вид малого та ризикованого підприємництва протягом останніх десяти років набрав великої популярності у світі через зниження планки входу в ринок (із появою Інтернету з допомогою якого стало легше шукати та знаходити користувачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів.

Цілі та етапи реалізації стартап-проекту.

Теплові насоси(ТН) використовуються як для опалення, так і для гарячого водопостачання. Але крім цього, тепла помпа здатна стати серцем системи кондиціонування повітря. ТН відрізняється від генераторів, що використовують як паливо дизельне паливо, газ, електрику тим, що при виробленні тепла приблизно 80% всієї енергії надходить з навколишнього простору. В таблиці 5.1 показані цілі основних етапів реалізації стартап-проекту.

Таблиця 5.1 - Цілі основних етапів реалізації стартап-проекту

Етапи реалізації стартап-проекту	Цілі етапів реалізації стартап-проекту
Початковий етап стартап-проекту	Дослідження потреб та запитів споживачів, суперечностей та технологічних недосконалостей діючих продуктів-аналогів конкурентного середовища
Етап обґрунтування актуальності та новизни інноваційної ідеї	Задоволення нових потреб споживачів, подолання певних суперечностей поточних технологічних процесів, вдосконалення діючих технологій та устаткування тощо

Продовження таблиці 5.1

Етап аналізу конкурентного середовища	Виявлення можливих конкурентів-виробників, які виготовляють схоже обладнання або пропонують схожі технології та здійснення порівняльного аналізу техніко-економічних переваг та недоліків реалізації запропонованої ідеї
Етап обґрунтування ресурсного забезпечення проекту	Визначення необхідних матеріальних, трудових, капітальних ресурсів, ключових процесів, технології, обладнання та реалізації проекту в часі і просторі
Етап фінансового забезпечення реалізації проекту	Обґрунтування собівартості та ціни реалізації інноваційної ідеї
Інвестиційний етап реалізації стартап-проекту	Пошук потенційних інвесторів фінансування стартап-проекту
Маркетинговий етап реалізації проекту	Обґрунтування каналів збуту продукту стартап-проекту, залучення потенційних споживачів, формування необхідних сегментів ринку

Обґрунтування актуальності та новизна інноваційної ідеї стартап-проекту

Широкому розповсюдженню теплонасосів заважає недостатня інформованість населення. Потенційних покупців лякають досить високі початкові витрати: вартість насоса і монтажу системи складає \$ 300-1200 на 1 кВт необхідної потужності опалення. Але грамотний розрахунок переконливо доводить економічну доцільність застосування цих установок: капіталовкладення окупаються, за орієнтовними підрахунками, за 4-9 років, а служать теплонасоси по 15-20 років до капремонту. Ще більш багатообіцяючою є система, що комбінує в єдину систему тепlopостачання геотермальний джерело і тепловий насос. При цьому геотермальний джерело може бути як природного (вихід геотермальних вод), так і штучного (свердловина із закачуванням холодної води в глибокий шар і виходом на поверхню нагрітої води) походження. Іншим можливим застосуванням теплового насоса може стати його комбінування з існуючими системами централізованого тепlopостачання.

До споживача в цьому випадку може подаватися відносно холодна вода, тепло якої перетворюється тепловим насосом в тепло з потенціалом, достатнім

для опалення. Але при цьому внаслідок меншої температури теплоносія втрати на шляху до споживача (пропорційні різниці температури теплоносія та навколишнього середовища) можуть бути значно зменшені. Також буде зменшено знос труб центрального опалення, оскільки холодна вода має меншу корозійної активністю, ніж гаряча. В таблиці 5.2 покажемо актуальність ідеї.

Таблиця 5.2 - Актуальність та новизна ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди споживача
Пропонується встановлення теплових насосів в ДНЗ	1. Дитячий навчальний заклад	Очікується економія грошових коштів за часткове скорочення використання ПЕР(паливно-енергетичних ресурсів).

Аналіз конкурентного середовища

Прямі конкуренти – фірми що продають теплові насоси. Працюють на обладнанні яке виконує таку ж функцію але з різними показниками. Потенційними конкурентами можуть стати фірми по встановленню сонячних колекторів. Конкурентність висока, через популяризацію використання енергоефективних джерел енергії. Потенційні конкуренти – виробники сонячних панелей.

У таблиці 5.3 виконаємо аналіз найбільш близьких за діяльністю конкурентів на ринку, визначимо найбільш сильні та слабкі сторони проекту.

Таблиця 5.3 – Аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п / п	Техніко- економічні характеристики ідеї	Власний проект (Теплові насоси)	Газові котельні	Сонячні панелі	Сонячні колектори	W (слабка сторона)	N (нейтральна)	S (сильна сторона)
1.	ККД системи,%	90-95	94-99	до 85	87-90		+	
2.	Можливість автоматизації	Так	Так	Так	Так			+
3.	Екологічність	Висока	Висока	Висока	Висока			+
4.	Економічність	Висока	Висока	Середня	Середня			+
5.	Енергоефектив- ність	Висока	Висока	Висока	Середня		+	
6.	Доступність	Середня	Середня	Висока	Середня			+
7.	Незалежність від політичної ситуації	Середня	Низька	Висока	Висока			+

Водночас, в ході реалізації стартап-проекту доцільно здійснити SWOT-аналіз потенційних загроз та можливостей реалізації стартап-проекту, визначивши сильні та слабкі сторони, а також його можливості та загрози. SWOT-аналіз не охоплює остаточну інформацію для реалізації стартап-проекту, однак дозволяє упорядкувати процес формування бізнес-ідеї.

Тепловий насос є установкою для автономного опалення житлових приміщень і комерційних будівель. Даний агрегат також використовується для нагріву і подачі води. Головні переваги : екологічність, компактність, економічна доцільність. Для роботи теплові помпи використовують тепло землі, води або повітря, буквально перетворюючи їх температуру в чисту енергію. Тепловий насос здатний пропрацювати без капітального ремонту 10-15 сезонів. Даний показник вважається високим, якщо провести порівняння з іншими системами. Робота теплового насоса здійснюється автоматично: не потрібно втручатися або постійно контролювати його роботу. Досить проводити огляд системи кожен сезон. Мінімальні витрати на електрику. Електрика потрібно для роботи

компресора, який споживає всього 25% від загальної кількості енергії, решта 75% беруться безкоштовно від природних джерел. Є і свої мінуси - дорожняча теплових насосів. З іншого боку, витративши гроші на придбання даного пристрою, ви зможете в подальшому економити на його експлуатації та вартості енергоресурсів. Важливо підкреслити, що використання теплового насоса доцільно в будинках і приміщеннях з хорошою теплоізоляцією.

Оскільки ТН забезпечує до 80% потреб будинку в теплі, поєднання з твердопаливним чи газовим котлом дає змогу безперебійно опалювати будинок в зимовий час. На основі вище сказаного в таблиці 5.4 виконаємо SWOT аналіз

Таблиця 5.4 - Матриця SWOT-аналізу

S (strength) – Сильні сторони	W (weaknesses) – Слабкі сторони
1.Автономність 2.Мінімальні витрати на електрику 3.Надійність 4.Екологічність 5.Компактність 6.Виключення ризику пожежі	1.Дорога ціна 2.Первинні затрати на встановлення насосу
O (opportunities) – Можливості	T (threats) – Загрози
1.Забезпечує будинок теплом 2.Забезпечує гарячою водою 3.Охолоджує будинок літом 4.Комбінує з котлами різних типів	1.Збільшення споживання електроенергії

Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту

Джерелом тепла служить ґрунт. На глибину замерзання ґрунту закопується трубопровід з розрахунку: один метр труби 20-30 Вт теплової віддачі. Відстань між трубами повинно бути не менше 0,8-1,2 метрів. Після нескладних математичних підрахунків визначаємо, що для отримання 10 кВт енергії, буде потрібно контур довжиною 333-500 метрів. Контур укладається досить компактно, займаючи приблизно до 600 квадратних метрів площі. Обґрунтування капіталовкладень занесемо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 - Обґрунтування капіталовкладень на реалізацію проекту

Статті капіталовкладень	Величина, тис. грн.
Прямі матеріальні затрати	
– витрати сировини й матеріалів за винятком повернених відходів	50000
– витрати палива й енергії	5000
– витрати на запасні частини	10000
– інші матеріальні витрати	20000
Прямі затрати на оплату праці виробничих працівників	
– заробітна плата за ставками і тарифами виробничих працівників	15000
– інші витрати невідпрацьованого часу виробничих працівників	10000
Вартість основних фондів та нематеріальних активів виробничого призначення	
– початкова вартість задіяних у виробничому процесі основних засобів та необоротних нематеріальних активів (разом із транспортуванням, установкою та демонтажем)	50000
Інші прямі витрати:	
– витрати на дослідження та розробку інноваційних продуктів	10000
– витрати на послуги сторонніх підприємств (охорона, реклама оренда тощо)	10000
– витрати на оплату комунальних послуг	1000
Загальновиробничі витрати	
– витрати на основні засоби та нематеріальні активи загальновиробничого призначення	20000
витрати на вдосконалення технології й організації виробництва	
– витрати на опалення, освітлення, водопостачання, водовідведення та інше утримання виробничих приміщень	9000
– витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону довкілля	20000
– інші загальновиробничі витрати	10000
Всього капіталовкладень на реалізацію проекту	240000

Ключові види діяльності та ключові партнери.

У цьому розділі опишемо яким чином у проекті планується досягнути його мети, тобто розкриємо спосіб виконання завдань проекту. В таблиці 5.6 опишемо ключові види діяльності.

Таблиця 5.6 - Ключові види діяльності

Назва діяльності	Опис діяльності	Результат діяльності
Розрахунок оптимальної системи	Підбір енергетичних параметрів об'єкта та підбір під них оптимального теплового насосу, вибрати конкретний вид та допоміжне обладнання	Розрахунок кошторису проекту, представлення фінального варіанту проекту, підписання договору, проведення робіт.
Установка геліосистеми	<ul style="list-style-type: none"> • Підготовка локації(грунт) (буріння скважини, встановлення платформи) і установка теплового насосу; • Встановлення допоміжного обладнання та прокладання кабельної лінії; • Приєднання системи до існуючої внутрішньої системи тепло та електро постачання об'єкту; • Проведення налагоджувальних і сервісних робіт; 	Система готова до експлуатації
Лекція по експлуатації системи	Проведення навчання персоналу і подальша консультація	Персонал об'єкту успішно користується системою
Виїзд на плановий та позачерговий сервісно гарантійний виклик	Усунення поломки в процесі експлуатації	Робочий тепловий насос

В проекті також закладено залучення проектів, інформація про ключових партнерів та їх завдання наведено в таблиці 5.7

Таблиця 5.7 – Інформація про партнерів проекту

Інформація	Партнер 1
Повна офіційна назва організації-партнера	ТОВ «Вісманн»
Місце розташування	м. Київ, вул. Ділова
Офіційна адреса	04071, г. Київ, вул. Ділова, 5, 6 поверх, Бізнес-Центр «Реноме»
Телефон	+380 44 363 9841
Роль та залученість до підготовки цього проекту	Постачання обладнання
Завдання, які покладаються на організацію партнера в реалізації проекту	Виготовлення та постачання теплових насосів та додаткового обладнання

Фінансове обґрунтування стартап-проекту

Означений етап реалізації стартап-проекту передбачає обґрунтування необхідних витрат, формування на їх основі собівартості реалізації бізнес-ідеї стартап-проекту та формування її ціни.

Прямі матеріальні витрати

Відповідно до П(С)БО 16 «Витрати» обґрунтуємо прямі матеріальні витрати на одиницю продукції (норму витрат ресурсів, кг, т, од., м³ тощо) – витрати на сировину, матеріали, комплектуючі, паливо, енергію, комунальні послуги, запасні частини, малоцінні необоротні активи (МНМА). В таблиці 5.8 наведено прямі матеріальні витрати проекту.

Таблиця 5.8 – Прямі матеріальні витрати

№ п/п	Назва ресурсу	Одиниця вимір.	Ціна	Кількість ресурсу	Потреба на місяць	Потреба на рік
1	Витрати на комплектуючих виробів	грн.	44000	5	240000	2880000
2	Витрати матеріалів	грн.	12000	9	108000	1296000
Всього:					348000	4176000

Витрати на оплату праці

В таблиці 5.9 наведено аналіз структури персоналу та ФОП.

Таблиця 5.9 – Структура персоналу та ФОП

№ П/П	Посада	Форма оплати	Кількість працівників	Заробітна плата (грн.)		
				за місяць	за квартал	за рік
Адміністративно-технічний персонал						
1	Менеджер по продажам	ставка	1	13000	39000	156000
2	Інженер	ставка	2	42000	126000	504000
3	Консультант	ставка	2	24000	96000	288000

Продовження таблиці 5.9

Всього				79000	316000	948000
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду (22 %)				17380	69520	208560
ФОП				96380	385520	1156560
Виробничий персонал						
1	Монтажник	ставка	4	40000	160000	480000
Всього				40000	160000	480000
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду (22 %)				8800	35200	105600
ФОП				48800	195200	585600

Інші прямі витрати.

До прямих інших прямих витрат можна віднести витрати на опрацювання та розробку, послуги інших організацій, комунальні послуги та оренду, кредити та їх обслуговування, втрати від браку з технологічних причин. Узагальнимо інші прямі витрати в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Обґрунтування прямих інших витрат

Види послуг	Джерело даних	Вартість послуг, грн.	
		на місяць	на рік
1. Охорона	Угода	7000	84000
2. Реклама	Угода	5000	60000
3. Оренда	Угода	8000	96000
Всього:		20000	240000

Умовно-змінні витрати.

До умовно-змінних витрат відносять витрати на виробництво певного виду продукції. Величина їх змінюється залежно від зміни обсягу випуску продукції. Умовно-змінні витрати підприємства узагальнимо в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 – Умовно-змінні витрати підприємства

Статті витрат	Джерела даних	Витрати (грн.)			
		на 1 од.	на місяць	на квартал	на рік
1. Прямі матеріальні витрати	табл.5.8	85000	340000	1360000	4080000
2. ФОП виробничого персоналу	табл. 5.9	12200	48800	195200	585600
Всього:		97200	388800	155200	4665600

Умовно-постійні витрати.

До умовно-змінних витрат відносять витрати на виробництво певного виду продукції. Величина їх змінюється залежно від зміни обсягу випуску продукції. Умовно-змінні витрати підприємства узагальнено в таблиці 5.12.

Таблиця 5.12 – Умовно-постійні витрати підприємства

Статті витрат	Джерела даних	Витрати, тис.грн			
		на 1 од.	на місяць	на квартал	на рік
1. ФОП адміністративно-технічного персоналу	табл.5.9	24095	96380	385520	1156560
3. Оренда	табл. 5.10	1875	7500	30000	90000
4.Охорона	табл. 5.10	1250	5000	20000	60000
5.Реклама	табл. 5.10	1000	4000	40000	48000
Всього:		28220	112880	451520	1354560

Обґрунтування собівартості інноваційної ідеї стартап-проекту

Собівартість інноваційної ідеї складається з умовно-змінних та умовно-постійних (накладних) витрат. Розрахунок собівартості узагальнено в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13 – Обґрунтування собівартості товару (послуги)

Статті витрат	Джерела даних	Витрати, тис.грн			
		на одиницю	на місяць	на квартал	на рік
1. Умовно-змінні витрати	табл. 5.11	97200	388800	155200	4665600
2. Умовно-постійні (накладні) витрати	табл. 5.12	28220	112880	451520	1354560
3. Собівартість	стр.1+стр.2	125420	501680	2006720	6020160

Рівень рентабельності ідеї.

Відповідно до розділу «Податок на прибуток підприємства» Податкового кодексу України, прибуток – це частина валового доходу підприємства (фірми) за винятком усіх витрат на виробничу та комерційну діяльність. Занесемо дані в таблицю 5.14.

Таблиця 5.14 – Обґрунтування рівня рентабельності товару (послуги)

Статті витрат	Джерело даних	Од. вимір.	Значення показників.
1. Собівартість одиниці продукції	табл. 5.13	грн.	125420
Обсяг виробництва в рік	Прогноз		40
2. Необхідний прибуток	пп.2,1+2,2+2,3+2,4 +2,5+ 2,6+2,7	грн.	1014420
2.1. Кредитні засоби та їх обслуговування	Кредитна угода	грн.	103584
2.2. Засоби ФРВ	Колективна угода	грн.	370350
2.3. Засоби ФСР	Колективна угода	грн.	170120
2.4. Засоби ПФ	Колективна угода	грн.	80055
2.5. Грошові виплати власникам підприємства	Колективна угода	грн.	130075
2.6. Фінансовий резерв	(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)*0.05/0.95	грн.	54315
2.7. Податок на прибуток	(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)*0.18	грн.	137135
3. Необхідний рівень рентабельності продукції	п.2 / п.1 *100%	%	21,45

Обґрунтування вартості виробництва інноваційної техніки (технології).

Враховуючи необхідність наповнення виробничих фондів підприємства, підтримання належного рівня рентабельності, обґрунтуємо вартість обладнання

(технології). Зазначимо, що саме податок на додану вартість (ПДВ), який сплачується всіма суб'єктами господарської діяльності. Занесемо дані в таблицю 5.15.

Таблиця 5.15 – Обґрунтування вартості та ціни

Статті витрат	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Значення показників
1. Собівартість одиниці товару (послуги)	табл. 5.13	грн.	125420
2. Норма рентабельності	табл. 5.14	%	21,45
3. «Нормальний» питомий прибуток	п.1 * п.2 / 100%	грн.	25360
4. Вартість виробництва одиниці продукції	п.1 + п.3	грн.	140780
5. ПДВ	п.4*0,2	грн.	30155
6. Відпускна ціна товару (послуги)	п.4+п.5	грн.	180935

Для обґрунтування залежності між обсягами виробництва, прибутку та витратами доцільне формування ціни на основі беззбитковості виробництва. При цьому особлива увага приділяється аналізу випуску продукції, що дозволяє визначати критичний обсяг виробництва товару при якому витрати дорівнюють виручці від реалізації товару. Дані занесемо в таблицю 5.16.

Таблиця 5.16 – Порівняльний аналіз сформованої ціни з цінами конкурентних товарів-аналогів

Види ціни	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Показники
1. Розрахункова ціна виробництва одиниці продукції з ПДВ	Табл. 5.15	грн.	180935
2. Ринкові ціни товарів-аналогів на ринку	Маркетингове дослідження ринку	грн.	
– Мінімальна		грн.	200000
– максимальна		грн.	300000
– середня		грн.	225000
3. Скоригована ціна реалізації			210000

Цільові групи потенційних споживачів.

В обґрунтуванні потенційних споживачів доцільно виявити цільові групи, яким будуть пропонуватися створені обладнання або технології, а також визначити відповідну стратегію охоплення ринку :

- концентрованого маркетингу, якщо розробники ідеї стартап-проекту зосереджують увагу на одному сегменті ринку;
- диференційованого маркетингу, якщо розробники ідеї стартап-проекту працюють на декількох сегментах, розробляючи для них окремі програми ринкового впливу;

В таблиці 5.17 наведено потенційних споживачів.

Таблиця 5.17 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Дитячі навчальні заклади	У зв'язку із значним зростанням цін на паливо заслуговує уваги техніко-економічна опрацювання енергозберігаючих технологій, які за своїм вкладом у вирішення проблеми паливостачання підприємств мають не менше значення, ніж нарощування первинних енергоресурсів.	В Україні не всі навчальні заклади готові до встановлення альтернативних джерел енергії, тому конкуренція є досить невисокою.	Враховуючи малу конкуренцію на ринку вхід в сегмент є достатньо простим

Канал збуту.

В таблиці 5.18 наведено формування системи збуту.

Таблиця 5.18 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Оптимальна система збуту
1	Замовник зацікавлений у якості товару, яка відповідає ціні.	Збір інформації, необхідної для здійснення успішної реалізації продукту, створення та поширення відомостей про товар.	1. Пряма система збуду 2. Рекламна технологія

Бізнес-модель проекту.

Розробка стартап-проекту - це створення бізнес-моделі комерціалізації науково-технічних розробок. Побудова конкурентної бізнес-моделі є ефективним інструментом вирішення поставлених у роботі задач і представляє структуру найважливіших елементів бізнес-проекту та є джерелом інноваційних ідей і підходів, які можуть бути застосовані в унікальному поєднанні компонентів.

Таблиця 5.19 – Структура бізнес моделі обладнання (технології)

Ключові партнери: ТОВ «Вісманн»	Ключові види діяльності: Розрахунок системи тепlopостачання Установка теплового насосу Навчання по експлуатації системи Сервісне обслуговування	Цінність пропозиції: Впровадження альтернативної джерела енергії в дитячих навчальних закладах, зменшення використання ПЕР.	Взаємовідносини з клієнтами: Контакт з клієнтами на пряму	Споживчі сегменти: Навчальні заклади
	Ключові ресурси: Закупівля спеціалізованого обладнання Трудові ресурси Грошові ресурси (Власні та залучені кошти)		Канали збуту: Продаж Маркетингова система, залучення контент спеціалістів, та реклами в конкретних інтернет ресурсах.	
Структура собівартості: 1.Витрати разові (капітальні): 125420 2.Витрати постійні 28220 3.Витрати змінні: 97200			Потоки надходження доходу: Продаж та встановлення теплових насосів, модернізація системи побажанню.	

Висновки до розділу:

В даному розділі було проведено аналіз та розроблення стартап проекту.

Для фірми яка виконує розрахунок та встановлення теплових насосів для дитячих навчальних закладів на ринку важко отримати довіру користувача, оскільки перевага, зазвичай, дістається перевіреним фірмам.

На ринку існує монополістична конкуренція, є декілька компаній конкурентів, тому вихід на ринок передбачає складнощі. Проект має свої сильні сторони, зокрема однією із основних є те, що мало хто працює із дитячими навчальними закладами.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської дисертації можу зазначити, що частка грошових витрат на закупівлю природного газу в три рази перевищує кількість коштів, затрачених на електричну енергію. Враховуючи тенденцію до зростання цін на енергоресурси, можна передбачити подальше зростання витрат на їх придбання. Це свідчить про необхідність зменшення теплоспоживання шляхом впровадження заходів з енергозбереження.

Заходи з енергозбереження були пораховані на основі базового енергоспоживання, яке враховує зменшення навантаження на систему опалення у неробочі години. Потенціал економії від впровадження розрахованих заходів для будівлі Баштанського закладу дошкільної освіти "Ягідка" складає приблизно 59,2% від базового теплоспоживання.

Енергетичний аудит проводився згідно з вимогами до проведення енергоаудиту, наведеними у ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення (ISO 50002:2014, IDT) та ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Енергоефективність» в складі проектної документації.

Аналіз графіків споживання електроенергії говорить про відповідність споживання енергії режиму ДНЗ: в зимній період споживається більше теплової та електричної енергії, літній період відмічається значним спадом споживання електроенергії.

Розрахунок навантаження для будівлі показав, що ми може проводити деякі заходи з енергозбереження, а саме встановлення теплових насосів, що і розглянемо в спеціальній частині.

Варіант встановлення теплових насосів показав, що з електричної точки зору не потребує суттєвих змін у схемі постачання електроенергії.

Після виконання моделювання та розрахунку терміну окупності для теплового насоса на опалення та теплового насоса на опалення та ГВП для ДНЗ «Ягідка» можна зробити висновок, що доцільно ставити тепловий насос

Viessmann Vitocal 300-G (89,4 kW) для забезпечення тільки опалення, так як термін окупності та капітало вкладення в 1 випадку є найбільш доцільними.

В 5 розділі було проведено аналіз та розроблення стартап проекту.

Для фірми яка виконує розрахунок та встановлення теплових насосів для дитячих навчальних закладів на ринку важко отримати довіру користувача, оскільки перевага, зазвичай, дістається перевіреним фірмам.

На ринку існує монополістична конкуренція, є декілька компаній конкурентів, тому вихід на ринок передбачає складнощі. Проект має свої сильні сторони, зокрема однією із основних є те, що мало хто працює із дитячими навчальними закладами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01]Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
2. ДСТУ-БА 2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – 2015. – 145 с. – (Державний стандарт України).
3. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» № 1314-VII Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид-во, 2014. – (Бібліотека офіційних видань).
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008 - [Чинний від 2008-12-09] – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України)
6. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1-2003, ІДТ) : ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – [Чин. від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с. – (Національний стандарт України).
7. Закон України «Про теплопостачання» № 2633-IV // Урядовий кур'єр. – Офіц. Вид. – К. – 2005. – (Бібліотека офіційних видань).
8. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007].К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
9. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну

ГОСТ 2662985 ; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с. – (Державний стандарт України).

10. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. зі Зміною №64 від 15 лютого 2010 року. – [Чинний від 01.10.2010]. - К.: Міністерства регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 108 с.

11. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. На заміну СНиП П-4-79; чинний з 01.10.2006. – К. : Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 96 с. – (Державні будівельні норми України).

12. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування; чинний з 01.01.2014. – К. : Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 149 с.

13. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244–94. – К.:ЗАТ „ВПОР”. – 2001. – 376с. – (Нормативний документ Державного комітету по житлово-комунальному господарству).

14. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель: ДСТУ Б В.2.2-39:2016 наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 15.06.2016 р. № 159, чинний з 2017-01-01.

15. ВНАОП 6.1.36-5.02-95. Інструкція з техніки безпеки під час газополум'яної обробки металів

16. Стартап-проект. Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту» [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей: 101 «Екологія», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплотехніка», спеціалізацій: «Інженерна екологія та ресурсозбереження», «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних

виробництв», «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» «Енергетичний менеджмент та інжиніринг» / П. В. Круш, Н. А. Шевчук, О. І. Андрусь ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові дані (1 файл: 127 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с.

17. Startup-project: Recommendations for the elaboration of the Master's thesis section «Startup Project Elaboration» [Electronic resource] : teach. edition for studio specialties 101 «Ecology», 141 «Power, electrical engineering and electromechanics», 144 «Thermal engineering» specializations «Engineering Ecology and Resource saving», «Engineering of Automated Electrotechnical Complexes», «Electromechanical and Mechatronic Systems of Power-intensive Industries», «Power Supply Systems», «Energy Management and Energy Efficiency», «Energy Management and Engineering» / P. Krush, N. Shevchuk, O. Andrus ; Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. – Electronic test data (1 file: 109 Kb). – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2019. – 50 p.

18. Шевчук Н.А. Розробка та впровадження стартап проекту на прикладі геосинтетичного модуля-опалубки / Шевчук Н.А., Вапнічна В.В. // Сучасні проблеми економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 23. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2019 С.32-40.