

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
Кафедра теплотехніки та енергозбереження

«На правах рукопису»  
УДК 697.9

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

В.І.Дешко  
(ініціали, прізвище)

“ ” 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 144 Теплоенергетика. Енергетичний менеджмент та інжиніринг

на тему: «Підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем»

Виконав (-ла): студент (-ка) VI курсу, групи ОТ – 71мп  
(шифр групи)

Лутченко Оксана Вікторівна  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Суходуб І.О  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти:

Електротехнічна частина к.т.н., доцент Замулко А.І.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Нормоконтроль к.т.н., доцент Шкляр В.І.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

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 \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2018 року

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

**Інститут енергозбереження та енергоменеджменту**

**Кафедра Теплотехніки та енергозбереження**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) **144 Теплоенергетика. Енергетичний менеджмент та інжиніринг**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.І. Дешко

(підпис) (ініціали, прізвище)

« 01 » вересня 2018 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

Лутченко Оксани Вікторівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації : «Підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем»

науковий керівник дисертації к.т.н., доцент Суходуб І.О. ,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «05» листопада 2018 р. № 4089-с

2. Строк подання студентом дисертації « 15 » грудня 2018 р.

3. Об'єкт дослідження інженерні системи громадської будівлі

4. Предмет дослідження (Вихідні дані) існуюча система теплового воду будівлі, данні по споживанню теплової енергії, навантаження на систему опалення.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

а) Теплова частина розрахунок енергопотреби будівлі, складання балансу теплових втрат, пропозиції що до заходів з енергозбереження;

б) електрична частина: опис системи електропостачання, складання балансу споживання електроенергії, аналіз системи обліку та динаміки зміни тарифів, рекомендації до запровадження заходів з енергозбереження;

в) предмет дослідження: підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем ;

г) енергетичний менеджмент аналіз існуючої ситуації з енергетичного менеджменту, дослідження системи енергетичного менеджменту, моніторингу та диспетчеризації;

д) стартап-проект щодо впровадження системи енергетичного менеджменту, моніторингу та диспетчеризації на базі модернізованого теплового пункту.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу чотири плакати

7. Орієнтовний перелік публікацій: підготувала тези доповіді до конференції

## 8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Електрична частина	доц. Замулко А.І.		
Нормоконтроль	доц. Шкляр В.І.		

9. Дата видачі завдання 01.09. 2018 р.

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Загальна характеристика об'єкту	29.10 - 17.11. 2018	
2.	Розрахунок теплотехнічної частини	01.11 - 10.12. 2018	
3.	Розрахунок електротехнічної частини	01.11 - 10.12. 2018	
4.	Спеціальна частина	01.11 - 10.12. 2018	
5.	Енергетичний менеджмент	01.11 - 10.12. 2018	
6.	Стартап-проект	01.11 - 10.12. 2018	
7.	Підготовка графічного матеріалу	01.11 - 10.12. 2018	
8.	<b>Нормоконтроль</b>	03.12 - 13.12. 2018	
9.	<b>Попередній захист</b>	10.12 - 14.12. 2018	
10.	<b>Захист магістерської дисертації</b>	17.12 - 21.12. 2018	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

О.В.Лутченко  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
(підпис)

І.О. Суходуб  
(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем, складається з 127 сторінок, 55 таблиці та 14 рисунків.

**Актуальність теми.** Оскільки на сьогодні є гострим питанням дефіциту паливно енергетичних ресурсів, забруднення навколишнього середовища, а як наслідок постійне підвищення тарифів на енергоносії, раціональне використання теплової енергії є дуже важливим завданням на сьогодні. Проаналізувавши дані по громадському, житловому фонд будівель та бюджетні установи, можемо спостерігати, що більша половина з них має застарілі інженерні системи, а саме радянські абонентські вводи теплової енергії, котре не дозволяють ефективно та раціонально споживати та розподіляти теплову енергію.

**Мета дослідження.** Підвищення рівня енергетичної ефективності ДНЗ «Джерельце» за рахунок пропозиції заходів з енергозбереження та енергетичного менеджменту та розрахунок техніко-економічного обґрунтування запропонованих методів.

**Задача дослідження** полягає в оцінці доцільності впровадження заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі. Детальне дослідження абонентського (теплого) вводу до будівлі, оцінка стану та ефективності використання та розподілення теплової енергії.

**Об'єкт дослідження** є дослідження можливих варіантів підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем.

**Предмет дослідження** є техніко-економічної доцільність модернізації теплового пункту в ДНЗ «Джерельце».

**Методами дослідження** є техніко-економічне обґрунтування та моделювання економії теплової енергії за рахунок модернізації інженерних систем.

**Наукова новизна** полягає в дослідженні доцільності модернізації інженерних систем бюджетної установи з використанням програмного продукту Design Builder.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що отримані результати можливо затасувати на існуючому об'єкті для підвищення рівня енергетичної ефективності, оскільки запропоновані заходи мають як технічне так і економічне обґрунтування.

**Апробація результатів дисертації.** Результати магістерської дисертації були викладені на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ та публікація наукової статті у збірнику конференції.

**Публікації.** Лутченко О.В. Підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем// I науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ// Київ: Збірник наукових праць ІЕЕ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** енергозбереження, енергетичний менеджмент, тепла енергія, електрична енергія, тепловий пункт, інженерні системи.

## ABSTRACT

Thesis: «Raising the level of energy efficiency of a public building at the expense of modernization of engineering systems consists of X pages, 55 tables and 14 figures.

Actuality of theme. Since today there is a pressing issue of the deficit of energy resources, environmental pollution, and as a consequence of the constant increase of energy tariffs, rational use of heat energy is a very important task today. After analyzing data on public buildings, housing stock and budget institutions, we can observe that most of them have outdated engineering systems, namely, Soviet subscriber heat inputs which do not allow efficient and rational consumption and distribution of heat energy.

The aim of the study. Improvement of the energy efficiency level of the kindergarten "Dzhereltse" due to the proposal of measures on energy saving and energy management and calculation of the feasibility study of the proposed methods.

The research objective is to assess the feasibility of implementing measures to improve the energy efficiency of a building. Detailed research of subscriber (thermal) input to the building, assessment of the state and efficiency of the use and distribution of heat energy.

The object of the study is the study of possible options for increasing the energy efficiency of public buildings through the modernization of engineering systems.

The subject of research is the feasibility and feasibility of modernizing a heat point in the «Dzhereltse».

Research methods are feasibility studies and simulation of thermal energy savings due to the modernization of engineering systems.

The scientific novelty consists in the study of expediency of modernization of engineering systems of a budget institution using the software Design Builder.

The practical value of the results obtained is that the results can be shuffled on an existing facility to increase energy efficiency, since the proposed measures have both a technical and economic justification.

Approbation of the results of the dissertation. The results of the master's thesis were presented at the 1st scientific and technical conference of IEE masters and the publication of a scientific article in the conference collection.

Publications Lutchenko O.V. Increase of the energy efficiency of public building at the expense of modernization of engineering systems // I scientific and technical conference of IEE masters // Kiev: Collection of scientific works of IEE «KPI them. Igor Sikorsky ", 2018.

**KEY WORDS:** energy conservation, energy management, thermal energy, electric energy, heat supply, engineering systems.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	11
ВСТУП.....	13
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	15
1.1 Інформація про об'єкт дослідження.....	15
1.2 Кліматичні дані та параметри мікроклімату будівлі.....	15
1.3 Річне споживання енергоносіїв .....	16
1.3.1 Електрична енергія .....	16
1.3.2 Теплова енергія .....	18
1.3.3 Водопостачання.....	20
2 ТЕПЛОВА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Обстеження інженерних систем .....	22
2.1.1 Опис системи тепlopостачання.....	22
2.1.2 Опис системи розподілення теплової енергії.....	23
2.1.3 Опис системи гарячого водопостачання .....	23
2.1.4 Опис системи вентиляції.....	23
2.2 Обстеження огорожуючих конструкцій .....	24
2.2.1 Опис зовнішніх огорожуючих конструкцій, стіни.....	24
2.2.2 Опис світлопрозорих конструкцій .....	24
2.2.3 Опис зовнішніх дверей .....	25
2.2.4 Опис суміщеного покриття.....	25
2.2.5 Перекриття над неопалювальним підвалом.....	25
2.3 Розрахунок енергопотреби для опалення та для охолодження.....	26
2.3.1 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією .....	26
2.3.2 Сумарна теплопередача трансмісією .....	32
2.3.3 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією .....	33
2.3.4 Сумарна теплопередача вентиляцією .....	34
2.3.5 Загальні тепловтрати .....	36
2.3.6 Внутрішні теплонадходження .....	37
2.3.7 Сонячні теплонадходження .....	38
2.3.8 Еквівалентна площа інсоляції заскленних елементів.....	39
2.3.9 Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі.....	40



2.3.10	Теплове випромінювання в атмосферу.....	40
2.3.11	Сонячні теплонадходження через елементи будівлі.....	41
2.3.12	Сумарні теплові надходження.....	44
2.3.13	Динамічні параметри.....	44
2.3.14	Енергопотреба для опалення та охолодження.....	47
2.3.15	Енергопотреба гарячого водопостачання.....	48
2.3.16	Визначення класу енергетичної ефективності.....	48
2.4	Заходи з енергозбереження.....	49
2.4.1	Утеплення стін.....	49
2.4.2	Утеплення даху.....	54
2.4.3	Встановлення децентралізованої вентиляції.....	57
2.5	Аналіз запропонованих заходів з енергозбереження.....	59
	Висновки по розділу.....	61
3	<b>ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА</b> .....	62
3.1	Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта та характеристика трансформаторної підстанції.....	62
3.2	Опис схеми внутрішнього електропостачання об'єкта.....	62
3.3	Характеристика основних споживачів електроенергії об'єкта.....	63
3.4	Розрахунок електричних навантажень об'єкту.....	64
3.4.1	Розрахунок силового навантаження за методом розрахункових коефіцієнтів.....	64
3.4.2	Перевірка можливості під'єднання додаткового устаткування.....	70
3.4.3	Розрахунок силового навантаження за ДБН В.2.5-23:2010.....	71
3.4.4	Розрахунок навантаження системи освітлення.....	73
3.4.5	Розрахунок навантаження системи освітлення за ДБН В.2.5-23:2010.....	75
3.5	Баланси річного споживання активної енергії.....	76
3.6	Облік споживання електроенергії.....	79
3.7	Аналіз динаміки тарифів на електроенергію.....	80
3.8	Заходи з енергозбереження.....	83
3.8.1	Заміна джерел світла.....	83
3.8.2	Заміна холодильних шаф.....	86
3.8.3	Заміна електричних плит.....	87
3.8.4	Заміна старих пральних машин.....	88

	10
3.8.5 Встановлення датчиків присутності .....	90
3.8.7 Потенціал енергозбереження.....	91
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	94
4.1 Підвищення рівня енергоефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем.....	94
4.2 Описання можливості .....	94
4.3 Відмінності в експлуатації між тепловими пунктами з залежним та незалежним підключенням до теплової мережі.....	96
4.4 Розрахунок основних параметрів .....	98
4.5 Моделювання економії в програмному середовищі DesignBuilder до впровадження заходів .....	100
4.6 Розрахунок економії до впровадження заходів .....	103
4.7 Розрахунок терміну окупності.....	105
Висновки по розділу .....	106
5 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ .....	107
5.1 Завдання енергетичного менеджменту.....	107
5.2 Існуюча ситуація з енергетичного менеджменту .....	107
5.3 Структура енергетичного менеджменту.....	109
5.4 Моніторинг енергоспоживання та система диспетчеризації.....	112
Висновки по розділу .....	112
6 СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	114
Висновки по розділу .....	124
ВИСНОВКИ.....	125
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	126

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

### СКОРОЧЕННЯ

- ПАТ – публічне акціонерне товариство;  
ДНЗ – дитячий навчальний заклад;  
ГВП – гаряче водопостачання;  
ІТП – індивідуальний тепловий пункт;  
ВРП – ввідний розподільчий пристрій;  
ОЩ – щиток освітлення;  
ЕП – електричний приймач;  
ЩС – силовий щиток;  
ДРЛ – дуго розрядна лампа;  
LED – світлодіодні лампи;  
КіН – Контролю і Нормалізації енергоспоживання.

### УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- $Q$  – теплота;  
 $t_{\text{вн}}$  – внутрішня температура;  
 $t_{\text{р.о}}$  – розрахункова температура на опалення;  
 $\delta$  – товщина;  
 $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності;  
 $\alpha$ , – коефіцієнти тепловіддачі від поверхонь огороджувальних конструкцій.  
 $t_{\text{ср.о}}$  – середня температура за опалювальний період;  
 $n_{\text{о}}$  – тривалість опалювального періоду;  
 $P_{\text{одн.}}$  – встановлена потужність одного електроприладу.

## ТЕРМІНИ

Енергозбереження – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

Енергоспоживання – кількість енергії, яка споживається об'єктом в одиницю часу.

Економія – бережливе ведення господарства, в основі якого – зменшення витрат економічних ресурсів.

Енергетичний менеджмент – це майстерність управління енергетичними потоками з метою досягнення оптимального соціально- екологічного та економічного ефекту.

Енергетичний аудит – вид діяльності, спрямований на виявлення можливого потенціалу зниження витрат за спожиті енергоресурси суб'єктами господарської діяльності та розробку технічно і економічно обґрунтованих пропозицій, рекомендованих для впровадження з урахуванням пріоритетності їх здійснення.

## ВСТУП

Темою магістерської дисертації є підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем.

**Актуальність теми.** Оскільки на сьогодні є гострим питанням дефіциту паливно енергетичних ресурсів, забруднення навколишнього середовища, а як наслідок постійне підвищення тарифів на енергоносії, раціональне використання теплової енергії є дуже важливим завданням на сьогодні. Проаналізувавши дані по громадському , житловому фонд будівель та бюджетні установи, можемо спостерігати, що більша половина з них має застарілі інженерні системи, а саме радянські абонентські вводи теплової енергії, котре не дозволяють ефективно та раціонально споживати та розподіляти теплову енергію.

**Мета дослідження.** Підвищення рівня енергетичної ефективності ДНЗ «Джерельце» за рахунок пропозиції заходів з енергозбереження та енергетичного менеджменту та розрахунок техніко-економічного обґрунтування запропонованих методів.

**Задача дослідження** полягає в оцінці доцільності впровадження заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі. Детальне дослідження абонентського (теплого) вводу до будівлі, оцінка стану та ефективності використання та розподілення теплової енергії.

**Об'єкт дослідження** є дослідження можливих варіантів підвищення рівня енергетичної ефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем.

**Предмет дослідження** є техніко-економічної доцільність модернізації теплового пункту в ДНЗ «Джерельце».

**Методами дослідження** є техніко-економічне обґрунтування та моделювання економії теплової енергії за рахунок модернізації інженерних систем.

**Наукова новизна** полягає в дослідженні доцільності модернізації інженерних систем бюджетної установи з використанням програмного продукту Design Builder.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що отримані результати можливо затасувати на існуючому об'єкті для підвищення рівня енергетичної ефективності, оскільки запропоновані заходи мають як технічне так і економічне обґрунтування.

**Апробація результатів дисертації.** Результати магістерської дисертації були викладені на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ та публікація наукової статті у збірнику конференції.

**Структура і обсяг дисертаційної роботи** складається із вступу, шести розділів, висновків та списку використаної літератури. Обсяг роботи становить 127 сторінок, 55 таблиці та 14 рисунків.

## **1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **1.1 Інформація про об'єкт дослідження**

Будівля класифікується як громадська будівля, заклад освіти.

Даний об'єкт розпочав свою діяльність 13 січня 1989 року. За проектною документацією садочок розрахований на 280 місць.

На сьогоднішній день в садочку функціонує 10 дитячих груп, в цілому в ДНЗ зараховано 220 дітей. За групами закріплені вихователі та помічники вихователя, також є адміністрація дитячого садочку, психолог, два музичних та фізичних керівника, медична сестра, обслуговуючий персонал, отже загальна кількість робочого персоналу складає 45 чоловік.

Режим роботи ДНЗ з 7 00-19 00.

Двоповерховий дошкільний навчальний заклад виконаний окремою будівлею. Зовнішні стіни будівлі виконані цегляною кладкою на цементно пісочному розчині товщиною кладки 0,38 мм, зовні вкриті облицювальною плиткою. Зовнішній фасад має очевидні пошкодження.

Всі вікна в садочку за програмою енергозбереження, були зимою 2016 року замінені на двокамерні металопластикові склопакети. Дах плаский, знаходиться безпосередньо над опалювальними приміщеннями. Підвал неопалювальний знаходиться під всією площею будівлі. В будівлі заходиться теплопункт у підвальному приміщенні.

Розрахунок за спожиті енергоресурси здійснюється за показами існуючих вузлів обліку тепло- та електроенергії і холодної води.

### **1.2 Кліматичні дані та параметри мікроклімату будівлі**

Будівля знаходиться в першій кліматичній зоні. За [1] температура найхолоднішої п'ятиденки становить  $-23^{\circ}\text{C}$ , на цю температуру і розрахована

система опалення. Середня температура повітря за опалювальний сезон становить  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Тривалість опалювального періоду складає 204 доби.

Приміщення ДНЗ має певні санітарні вимоги по параметрам мікроклімату в середині приміщення садочку, а саме температура повинна становити  $22^{\circ}\text{C}$ , можливість зниження цього значення у неробочі години та вихідні, святкові дні на  $3^{\circ}\text{C}$ , тобто до  $19^{\circ}\text{C}$ . Також необхідно підтримувати кратність повітрообміну на рівні  $1,5 \text{ год}^{-1}$ . Відносна вологість повітря в приміщеннях, де перебувають діти, повинна бути в межах 40 - 60 % [2].

### 1.3 Річне споживання енергоносіїв

#### 1.3.1 Електрична енергія

Дані по споживанню електричної енергії були отримані від ПАТ «Чернігівобленерго». В садочку наявні такі групи споживачів, як освітлення, кухонного та прального обладнання. Споживання за 2016-2018 роки наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Споживання електричну енергію за 2016-2018 роки

Місяць	2016 рік, кВт·год	2017 рік, кВт·год	2018 рік, кВт·год
Січень	9650	9670	9970
Лютий	10684	10704	9804
Березень	7816	9293	9093
Квітень	9263	7836	8136
Травень	7890	7910	7652
Червень	7832	7852	8210
Липень	6099	6119	5959
Серпень	3219	2239	6549
Вересень	6549	6579	6779
Жовтень	9889	9909	10209
Листопад	9502	9522	8822
Грудень	9524	9534	–
<b>Загальне</b>	<b>99817</b>	<b>97167</b>	<b>81213</b>



Для кращого розуміння зміни споживання, зобразимо динаміку зміни споживання на рисунку 1.1.

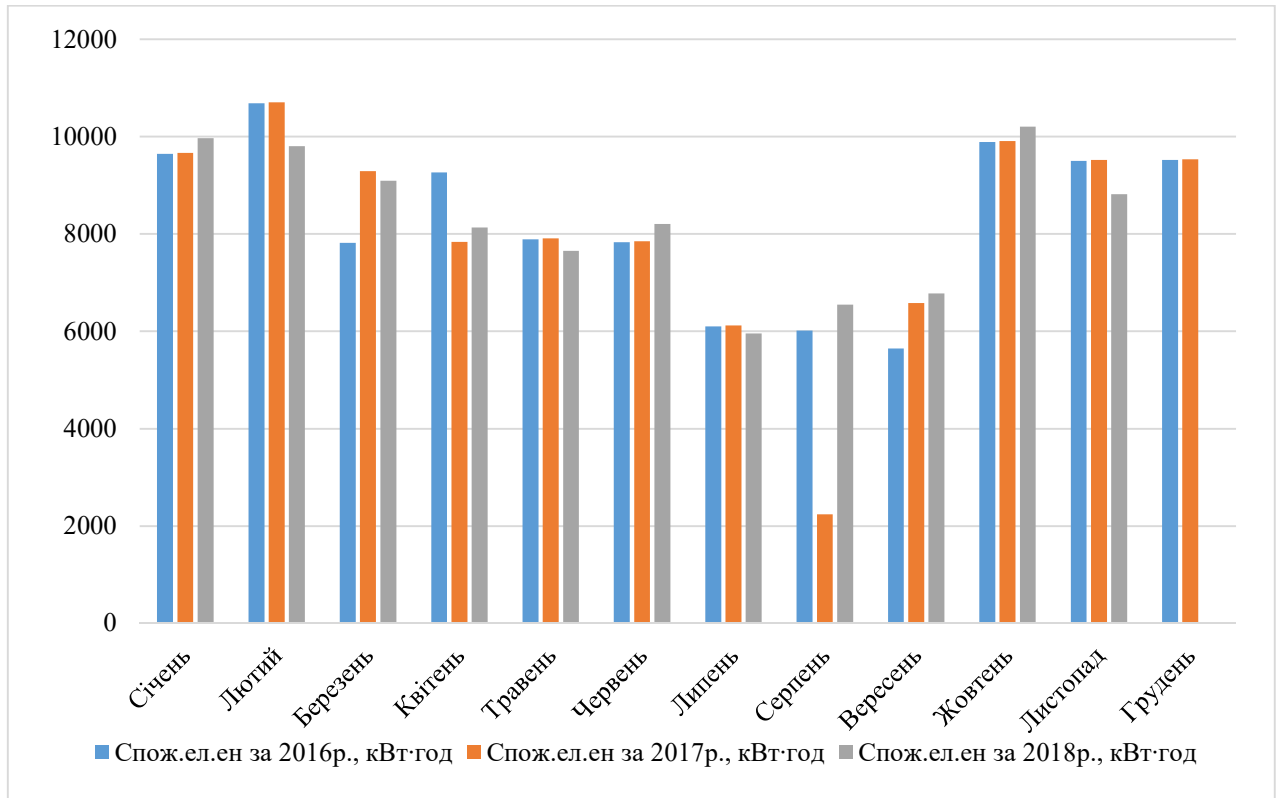


Рисунок 1.1 – Динаміка зміни споживання електричної енергії за 2016-2018 роки

Як бачимо з рисунка, різких змін в споживанні електричної енергії не спостерігається, окрім серпня місяця 2017 року, оскільки дитячий садок був зачинений з технічних причин. В зимові місяці споживання електричної енергії є більшим, через зменшення тривалості світового дня, та можливим ввімкненням додаткових пристроїв опалення, також в літку можливе зменшення кількості дітей в групах, через сезонний відпочинки, а отже і зменшення навантаження на кухню та на пральні електроприймачі.

### 1.3.2 Теплова енергія

Річне споживання теплової енергії за 2016-2018 роки заносимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Споживання та сплата за спожиту теплової енергії за 2016-2018 роки

Місяць	2016 рік, Гкал	2017 рік, Гкал	2018 рік, Гкал
Січень	113	101	97,4
Лютий	92,1	98,68	99,7
Березень	24,7	21,3	26,2
Квітень	15,1	17,9	15,6
Жовтень	24,9	29,3	26,4
Листопад	71,5	68,89	74,2
Грудень	86,2	74,06	–
<b>Загальне</b>	<b>427,5</b>	<b>411,13</b>	<b>339,5</b>

Динаміка зміни споживання теплової енергії зображена на рисунку 1.2.

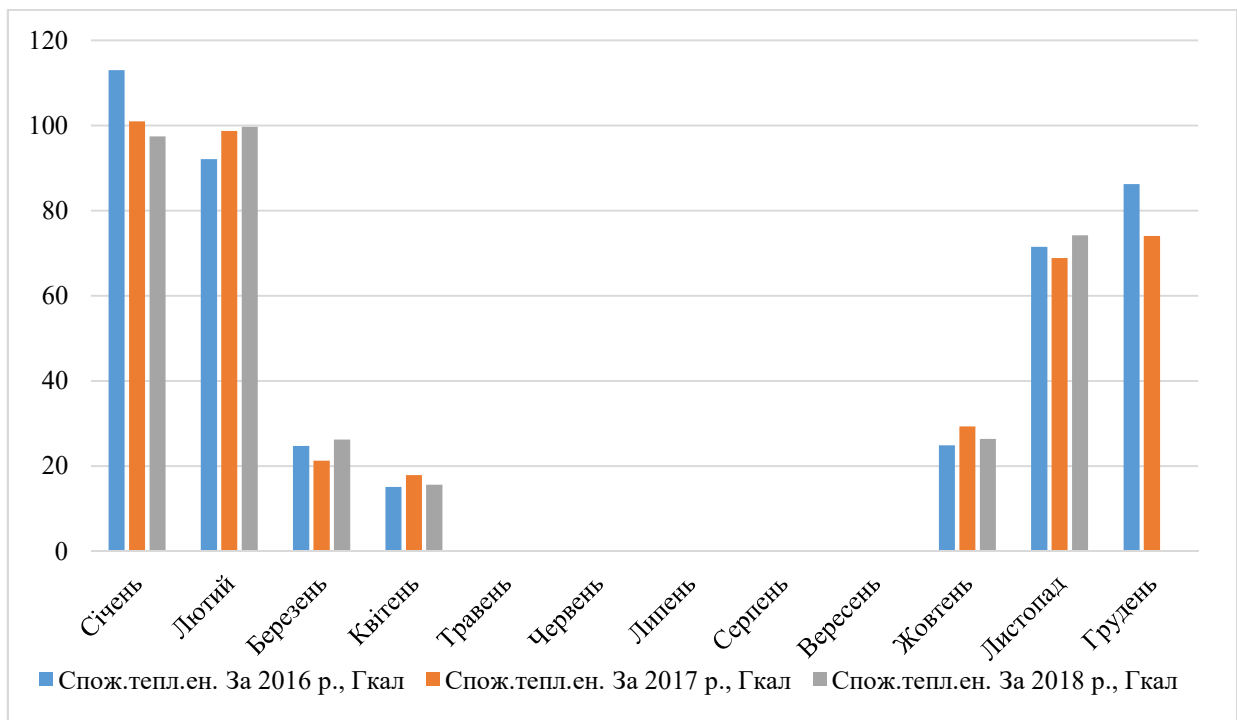


Рисунок 1.2 – Споживання теплової енергії за 2016-2018 роки

Аналізуючи споживання теплової енергії за останні три роки, бачимо, що не має різких змін в споживанні теплової енергії. Споживання теплової енергії садком відбувається тільки під час опалювального сезону в інший час теплове навантаження будівлі дорівнює відсутнє. Найбільша кількість теплової енергії споживається в зимові місяці як в найхолодніший час. У весняні і осінні місяці споживання теплоти менше, ніж в зимові, оскільки здійснюється регулювання температури теплоносія в котельні.

Зміна тарифів на теплову енергію зазначена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Зміна тарифів на теплову енергію за 2017-2018 роки

Місяць	2017 рік, грн/Гкал (без ПДВ)	2017 рік, грн/Гкал (з ПДВ)	2018 рік, грн/Гкал (без ПДВ)	2018 рік, грн/Гкал ( з ПДВ)
Січень	1291,15	1549,38	1118,77	1342,52
Лютий	1069,45	1283,34	1118,77	1342,52
Березень	1069,45	1283,34	1118,77	1342,52
Квітень	1069,45	1283,34	1118,77	1342,52
Травень	1069,45	1283,34	1118,77	1342,52
Червень	1119,14	1342,97	1118,77	1342,52
Липень	1119,14	1342,97	1118,77	1342,52
Серпень	1119,14	1342,97	1118,77	1342,52
Вересень	1119,14	1342,97	1118,77	1342,52
Жовтень	1119,14	1342,97	1118,77	1342,52
Листопад	1119,14	1342,97	1118,77	1342,52
Грудень	1118,77	1342,97	1118,77	1342,52

Аналізуючи наведені дані, тариф на початок 2018 року в порівнянні з початком 2017 року зменшився на 13,4%.

### 1.3.3 Водопостачання

Гаряче водопостачання здійснюється від місцевої котельні, котра працює в опалювальний сезон. Споживання водних ресурсів за 2016- 2017 рік зведемо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Споживання гарячої та холодної води за 2016-2017 рік

Місяць	Гаряча вода за 2016 рік, м <sup>3</sup>	Холодна вода за 2016 рік, м <sup>3</sup>	Гаряча вода за 2017 рік, м <sup>3</sup>	Холодна вода за 2017 рік, м <sup>3</sup>
Січень	238	108	241	123
Лютий	424	207	372	203
Березень	376	189	358	168
Квітень	340	217	382	234
Травень	309	353	327	396
Червень	0	303	0	328
Липень	0	334	0	310
Серпень	0	254	0	269
Вересень	0	447	0	435
Жовтень	57	361	62	385
Листопад	306	112	289	104
Грудень	286	108	324	138
<b>Загальне</b>	<b>2336</b>	<b>2993</b>	<b>2355</b>	<b>3093</b>

Приводимо дані в графічному вигляді на рисунку 1.3 та 1.4.

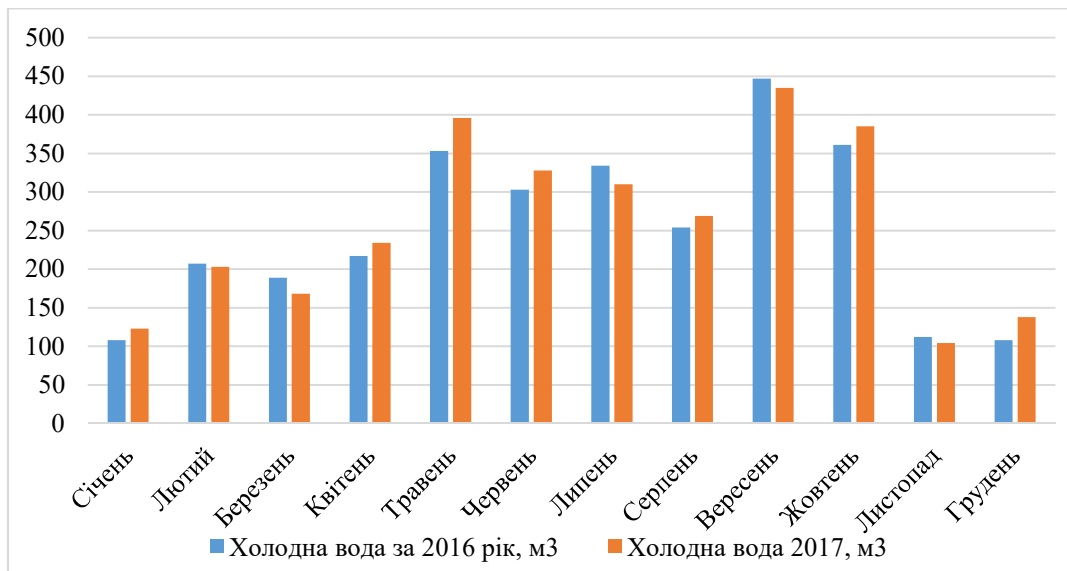


Рисунок 1.3 – Споживання холодної води за 2016-2017 рік

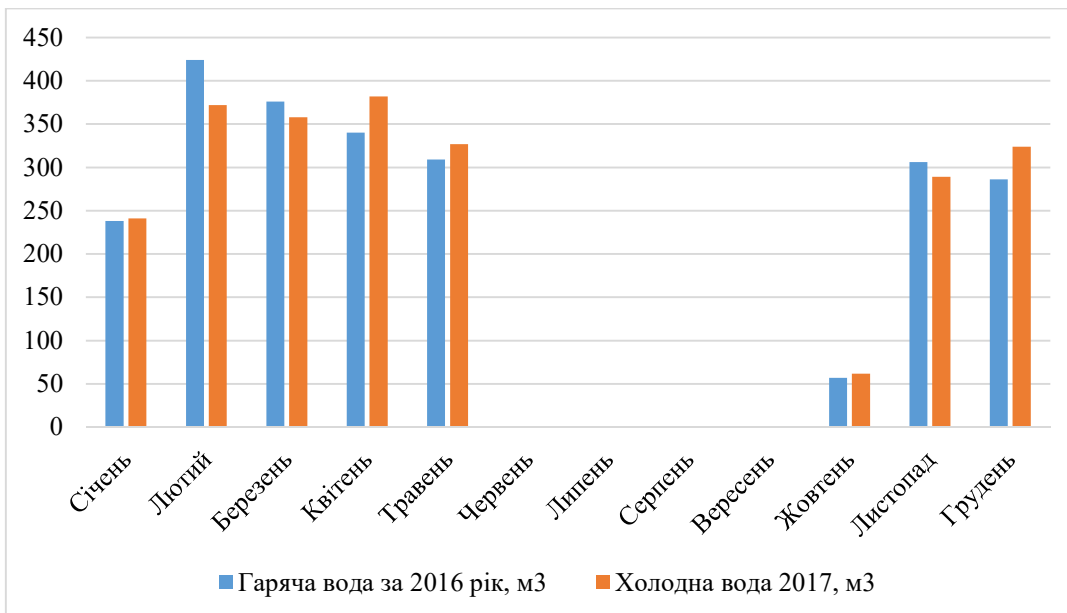


Рисунок 1.4 – Споживання гарячої води за 2016-2017 рік

Споживання води не є рівномірним. Найбільше споживання холодної води є в літній період та в період міжсезоння, оскільки ДНЗ відключають від гарячого водопостачання, і холодну воду використовують для підігріву у встановлених бойлерах. Також є деяке зменшення споживання у січні місяці, за рахунок вихідних та святкових днів у даному місяці.

## 2 ТЕПЛОВА ЧАСТИНА

### 2.1 Обстеження інженерних систем

#### 2.1.1 Опис системи теплопостачання

Опалення закладу здійснюється централізовано. Вузол теплового введення знаходиться в підвалі приміщення. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням гідроелеваторного вузла. В існуючій схемі, зміна параметрів теплоносія відбувається за допомогою місцевої котельні відповідно до прийнятого «температурного графіку» при постійній витраті, тобто контур опалення будівлі підключено безпосередньо до контуру теплових мереж таким чином ці системи гідравлічно зв'язані між собою. Магістральні трубопровід, що подає теплоносії, ізолюваний мінеральною ватою. На рисунку 2.1 показано існуючий тепловий пункт ДНЗ «Джерельце».



Рисунок 2.1– Тепловий пункт ДНЗ «Джерельце»

### **2.1.2 Опис системи розподілення теплової енергії**

Внутрішня система опалення будівлі однотрубна, тупикова з нижнім розгалуженням. Система опалення спроектована на розрахункову температуру – 23 °С назовні та + 22 °С для внутрішньої температури.

Заходи з балансування розподільчої системи не здійснювались. Також відсутні термостатичні вентилі на радіаторах, що не дозволяє контролювати температуру опалювальних приладів, хімічна промивка системи опалення не проводилась.

### **2.1.3 Опис системи гарячого водопостачання**

Гаряче водопостачання здійснюється централізовано під час опалювального періоду, при відключенні централізованого опалення, централізоване гаряче постачання також припиняється. Для підігріву води у неопалювальний період, в дитячому садочку встановлено десять бойлерів у приміщеннях туалетних кімнат кожної групи, а для забезпечення гарячою водою кухні та пральні встановлено електричний котел.

### **2.1.4 Опис системи вентиляції**

В приміщенні кухні та в сушильно-гладильному приміщенні є механічна приточно-витяжна вентиляція. В інших приміщеннях – витяжна вентиляція з природньою циркуляцією. Для забезпечення повітрообміну в прибиральних кімнатах встановлені вентилятори. В інших приміщеннях будівлі наявна природня система вентиляції.

## 2.2 Обстеження огорожуючих конструкцій

### 2.2.1 Опис зовнішніх огорожуючих конструкцій, стіни

Зовнішні стіни будівлі виконані з звичайної глиняної цегли укладеної на цементно пісчаному розчині, товщина стіни 380 мм, ззовні вкриті облицю – вальною плиткою, без ізоляції. Зовнішній фасад має очевидні пошкодження. Загальна площа стін складає 1378,3 м<sup>2</sup>. Площу стін за сторонами світу та приведений опір теплопередачі покажемо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Площа стін, в залежності від орієнтації та приведений опір теплопередачі

Північ, м <sup>2</sup>	322
Схід, м <sup>2</sup>	372,4
Південь, м <sup>2</sup>	311,5
Захід, м <sup>2</sup>	372,4
Приведений термічний опір, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,52*
Нормативний термічний опір, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	3,3**

\*розрахунок наведено у пункті Х;

\*\*відповідно до [3].

### 2.2.2 Опис світлопрозорих конструкцій

В дитячому садочку всі вікна були замінені на двокамерні металоплас– тикові склопакети. Загальна площа вікон – 212,1 м<sup>2</sup>. Площа віконних конструкцій за сторонами світу зведемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Площа вікон, в залежності від орієнтації та приведений опір теплопередачі

Вікна	Площа, м <sup>2</sup>
Північ, м <sup>2</sup>	33,6
Схід, м <sup>2</sup>	67,20



Продовження таблиці 2.2

Південь, м <sup>2</sup>	44,1
Захід, м <sup>2</sup>	67,2
Приведений термічний опір, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,54
Нормативний термічний опір, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	0,75**

### 2.2.3 Опис зовнішніх дверей

Вхідні двері в ДНЗ були замінені на металопластикові. Розміри дверей становлять 1×2,1 м, кожна. Тоді термічний опір теплопередачі становить 0,49 (м<sup>2</sup>·К)/Вт. Для першої температурної зони за [3] мінімально допустиме значення опору теплопередачі для зовнішніх дверей  $R_{q\ min}=0,6$ (м<sup>2</sup>·К)/Вт.

### 2.2.4 Опис суміщеного покриття

Площа покрівлі становить 1270,9 м<sup>2</sup> дах виконаний з залізобетонної плити з використанням шару керамзиту, розрахований опір теплопередачі у пункті 2.3.1, становить 0,97 (м<sup>2</sup>·К)/Вт. Для першої температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі для даху  $R_{q\ min}=6$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт відповідно до [3]. Порівнюючи зі розрахованим значенням R , можна зробити висновок, що реальне значення не відповідає допустимому.

### 2.2.5 Перекриття над неопалювальним підвалом

Загальна площа перекриття становить 1270,9 м<sup>2</sup>. За результатами розрахунку у пункті 2.3.1, маємо опір теплопередачі становить 1,67(м<sup>2</sup>·К)/Вт, а нормативний становить 3,75 (м<sup>2</sup>·К)/Вт за [3], отже характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам.

## 2.3 Розрахунок енергопотреби для опалення та для охолодження

### 2.3.1 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

#### Зовнішні стіни

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою, згідно з [4]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i,p}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.1)$$

де  $\alpha_{\text{в}}$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), приймаються згідно з додатку [4], і дорівнюють:  $\alpha_{\text{в}} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\alpha_3 = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\lambda_{i,p}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації Вт/(м·К);

$\delta_i$  – товщина і-го шару зовнішніх стін, м.

Склад та теплофізичні параметри і-го шару матеріалу конструкції зведено до загальної таблиці 2.4. Розрахуємо опір теплопередачі зовнішніх стін за формулою (2.1):

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{1,2} + \frac{0,01}{1,05} + \frac{1}{8,7} = 0,67 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни. Наявні світлопрозорі елементи розміром 1,5x2 м. Існуючі теплопровідні включення та їх характеристика зведена до таблиці 2.3.

Загальна площа зовнішніх стін :  $F_{\Sigma} = 1378,3$  м<sup>2</sup>.

Площа термічно однорідної зовнішньої стіни:  $F_i = 1348$  м<sup>2</sup>.

Таблиця 2.3 – Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення	Протяжність L, м	Лінійний коефіцієнт тепло пере-дачі k, Вт/(м·К)
Віконний відкіс в зоні перемички	132	1,19
Віконний відкіс в зоні підвіконня	132	0,55
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	352	1,19
Міжповерхове перекриття	227,6	0,44
Кутові сполучення	80	0,31

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з [4] становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k}, \quad (2.2)$$

де  $F_{\Sigma}$  – загальна площа конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma i}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$F_{\Sigma i}$  – площа термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup>;

$k_j$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

$L_j$  – лінійний розмір лінійного теплопровідного включення, м;

$\psi_k$  – точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К;

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

Проводимо розрахунок за формулою (2.2):

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1378,3}{\frac{1348}{0,67} + 1,19 \cdot 132 + 0,55 \cdot 132 + 1,19 \cdot 352 + 0,44 \cdot 227,6 + 0,31 \cdot 80} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

## Покрівля

Опір теплопередачі конструкції покрівлі розраховується згідно з [4], з урахуванням розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються таблиця 2.4.

Відповідно, опір теплопередачі горіщного покриття за (2.1) становить:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,69} + \frac{0,05}{0,09} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,006}{0,25} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} = 0,97 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

## Неопалювальний підвал (техпідпілля)

Склад перекриття та теплофізичні характеристики матеріалу над техпідпіллям входять зведені до таблиці 2.4, розрахунок за формулою (2.1):

$$R_{\text{під}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,69} + \frac{0,004}{0,7} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,008}{0,7} + \frac{0,003}{0,38} + \frac{1}{6} = 1,67 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Склад підлоги по ґрунту у техпідпіллі:

- плита залізобетонна - 300 мм; –  $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- гравій керамзитовий - 50 мм; –  $\lambda_B = 0,12 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- цементно-пісчана стяжка -20 м, –  $\lambda=0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ .

Склад стіни, що межує із зовнішнім повітрям та ґрунтом у техпідпіллі:

- залізобетон – 400 мм;  $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- облицювання 10 мм;  $\lambda_B = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{2,04} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 0,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}.$$

Розрахунок проводиться згідно з методикою [5]. Загальна товщина зовнішніх стін –  $w = 0,415 \text{ м}$ ;

зовнішній периметр підлоги –  $P = 228,4 \text{ м}$ ;

площа підлоги перекриття над технічним підпіллям –  $A = 12709,9 \text{ м}^2$ ;

термічний опір підлоги перекриття над технічним підпіллям –  $R_f = 1,67 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту із зовнішньою стіною –  $\Psi_g = 0,16 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;

коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту –  $U_w = 2,702 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ ;

середня швидкість вітру –  $v = 3 \text{ м}/\text{с}$ ;

площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору –  $\varepsilon = 2,8 \text{ м}^2/\text{м}$ ;

висота від відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям –  $h = 0,5 \text{ м}$ .

Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля  $U$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ , визначають з формули:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}, \quad (2.3)$$

де  $U_f$  - коефіцієнт теплопередачі перекриття над технічним підпіллям, підставивши у (2.3), маємо:

$$U_f = \frac{1}{R_f} = \frac{1}{1,67} = 0,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Розраховується характерний розмір підлоги згідно з формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}. \quad (2.4)$$

Проводимо розрахунок за формулою (2.4):

$$B' = \frac{1270,9}{0,5 \cdot 228,4} = 11,129.$$

Визначається еквівалентна товщина підлоги згідно з формулою:

$$d_g = w + \lambda(R_{si} + R_{se} + R_g), \quad (2.5)$$

при цьому, теплопровідність ґрунту приймається  $\lambda = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , внутрішній та зовнішній поверхневий опір –  $R_{si} = 0,17 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ ,  $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , підставляємо значення до виразу (2.5), звідки маємо:

$$d_g = 0,415 + 2 \cdot (0,17 + 0,043 + 0,6) = 2,04 \text{ м}.$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту визначається згідно з формулою:

$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi \cdot B' + d_g} \ln \left( \frac{\pi \cdot B'}{d_g} + 1 \right); \quad (2.6)$$

підставимо наші значення до формули (2.6) маємо:

$$U_g = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 11,13 + 2,041} \ln \left( \frac{3,14 \cdot 11,13}{2,041} + 1 \right) = 0,313 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем визначають згідно з формулою, при цьому, значення коефіцієнту вітрозахисту  $f_w = 0,05$ :

$$U_x = 2 \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \frac{\varepsilon \cdot \nu \cdot f_w}{B'}. \quad (2.7)$$

До формули (2.7) підставимо наші параметри, для розрахунку еквівалентного коефіцієнту теплопередачі:

$$U_x = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 2,7}{11,13} + 1450 \cdot \frac{2,8 \cdot 3 \cdot 0,05}{11,13} = 54,97 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля визначається згідно з формулою (Б.11):

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,6} + \frac{1}{0,313 + 54,96} = 1,68 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} \rightarrow U = \frac{1}{1,68} = 0,59 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують за формулою за [5]:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g, \quad (2.8)$$

отже, підставивши значення до (2.8) маємо:

$$H_g = 1270,9 \cdot 0,59 + 228,4 \cdot 0,16 = 789,41 \text{ Вт}/\text{К}.$$

### Теплофізичні характеристики огорожуючих конструкцій

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією  $H_{tr,adj}$ , Вт/К, повинно бути розраховане за формулою відповідно до [5]:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A, \quad (2.9)$$

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

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

$H_U$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

$H_A$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

В таблиці 2.4 наведені дані, що до складу огорожуючих поверхонь, їх опор теплопередачі та значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією.

Таблиця 2.4 – Теплофізична характеристика огорожуючих конструкцій

Шар	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$	$R, \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$	$U\text{-фактор, } \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{К})$	Коефіцієнти	$H_x, \text{Вт/К}$
					$b_{tr,x}$	
<b>Зовнішня стіна</b>						
Внутрішня штукатур.	0,02	0,7	0,52	1,923	1	2650,57
повнотіла цегла глиняна на цементно-піщаному розчині	0,38	0,81				
розчин для облицювальної плитки	0,005	1,2				
облицювальна плитка	0,01	1,05				

Продовження таблиці 2.4

<b>Вікна</b>			0,54	1,852	1	392,8
<b>Дах</b>						
залізобетонна плита	0,25	1,69	0,97	1,03	1	1310,3
керамзит	0,05	0,09				
цементно-пісчана стяжка	0,02	0,7				
мастика	0,006	0,25				
шар руберойду	0,01	0,17				
<b>Перекрыття над неопалювальним підвалом</b>						
залізобетонна плита	0,250	1,69	1,61	0,62	1	789,41
розчин цементно - піщаний	0,004	0,7				
пінополістирол	0,05	0,041				
цементно-пісчана стяжка	0,008	0,7				
лінолеум	0,003	0,38				
<b>Двері</b>			0,49	2,04	1	55,86
<i>H<sub>tr,adj</sub>, Вт/К</i>						<b>5198,83</b>

### 2.3.2 Сумарна теплопередача трансмісією

Сумарну теплопередачу трансмісією  $Q_{tr}$ , Вт-год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами за [5]:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) t, \quad (2.10)$$

де  $H_{tr,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-ззовні;

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

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

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

$t$  – тривалість місяцю для якого проводиться розрахунок, год.

Обрахунки ведуться для всіх місяців опалювального періоду.



На прикладі представимо розрахунки для місяця січень для опалення. Всі інші місяці рахуємо аналогічно. Результати зведемо до таблиці 2.5.

$$Q_{tr} = 5198,83 \cdot (22 + 5,9) \cdot 744 = 107915,13 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$Q_{tr} = 5198,83 \cdot (26 + 5,9) \cdot 744 = 123386,83 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Таблиця 2.5– Розрахунок трансмісійних тепловтрат

Місяць	$\theta$ , °C	t, год	$H_{tr,adj}$ , Вт/К	Q <sub>tr</sub> , кВт-год	Q <sub>tr</sub> , кВт-год
				опалення	охолодження
1	-5,9	744	5198,83	107915,12	123386,83
2	-4,9	672		93978,12	107952,56
3	-0,1	744		85481,16	100952,86
4	8	720		52404,15	67376,77
5	1,4	744		79679,27	95150,97
6	17,6	720		16469,88	31442,49
7	19,2	744		10830,19	26301,89
8	18,1	744		15084,91	30556,61
9	12,9	720		34062,70	49035,32
10	6,9	744		58405,68	73877,38
11	1	720		78606,23	93578,85
12	-3,5	744		98632,10	114103,81
<b>Σ Q<sub>tr</sub></b>				<b>731549,51</b>	<b>913716,33</b>

### 2.3.3 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $H_{ve,adj}$ , Вт/К, розраховують за формулою за [5]:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a (\sum b_{ve,k} q_{ve,k,mn}), \quad (2.11)$$

де  $\rho_a c_a$  – теплоємність повітря одиниці об'єму, дорівнює 0,33 Вт·год/(м<sup>3</sup>·К);

$q_{ve,k,mn}$  – усереднена за часом витрата повітря від k-го елемента, м<sup>3</sup>/год;

$b_{ve,k}$  – 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  $q_{ve,k,mn}$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ , розраховують за формулою:

$$q_{ve,k,mn} = n_{inf,mn} V_{vent}, \quad (2.12)$$

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

$V$  – кондиціонований об'єм зони/будівлі,  $\text{м}^3$ .

Розрахунок для місяця січень, всі інші за аналогією. Результати зведемо в таблицю 2.6:

$$V_{vent} = 0,9 \cdot V. \quad (2.13)$$

Підставляємо значення до формули (2.13), звідки маємо:

$$\begin{aligned} V_{vent} &= 0,9 \cdot 7625,4 = 6862,86 \text{ м}^3; \\ q_{ve,k,mn} &= 1,5 \cdot 6862,86 = 10294,29 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}; \\ H_{ve,adj} &= 0,33 \cdot 10294,29 \cdot 1 = 3397,12 \frac{\text{Вт}}{\text{К}}. \end{aligned}$$

### 2.3.4 Сумарна теплопередача вентиляцією

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ ,  $\text{Вт} \cdot \text{год}$ , розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами зі [5]:

для опалення

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) t; \quad (2.14)$$

для охолодження

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) t + \sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^{24} f_{ve,extra,j,k} H_{ve,extra,j,k} (\theta_{int,set,C,z} - \theta_{ej})), \quad (2.15)$$

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

$H_{ve, extra,j,k}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок додаткової вентиляції (нічна вентиляція та/або природне охолодження) від  $k$ -го елемента, Вт/К;

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

$\theta_{int,set,c,z}$  - задана температура зони будівлі для охолодження, °С;

$\theta_e$  - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

$\theta_{ej}$  - температура зовнішнього середовища, °С, для конкретної години доби;

$t$  - тривалість місяця, год;

$f_{ve,extra,j,k}$  - частка роботи для конкретної  $j$ -ої години доби  $i$ -го дня місяця від  $k$ -го елемента додаткової вентиляції (якщо нічна вентиляція та/або природне охолодження працює), якщо не працює,  $f_{ve,extra,j,k}=0$ .

Оскільки в приміщені садочка не існує додаткової механічної вентиляції, другий доданок виразу дорівнює 0.

Результати розрахунку сумарної теплопередачі вентиляцією зведемо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Теплопередача природною вентиляцією для режиму опалення та охолодження

Місяць	$\theta_e$ , °С	$t$ , год	$H_{ve}$ Вт/К	$Q_{ve}$ кВт-год
1	-5,9	744		70515,97
2	-4,9	672		61408,98
3	-0,1	744		55856,74
4	8	720		34242,93
5	1,4	744		52065,55
6	17,6	720		10762,06
7	19,2	744		7076,87
8	18,1	744		9857,07
9	12,9	720		22257,9

Продовження таблиці 2.6

10	6,9	744		38164,56
11	1	720		51364,39
12	-3,5	744		64450,08
<b><math>\Sigma Q_{ve}</math></b>				<b>478023,10</b>

### 2.3.5 Загальні тепловтрати

Загальні тепловтрати складаються з суми трансмісійних на вентиляційних витрат відповідно до [5]:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}; \quad (2.16)$$

$$Q_{ht} = 106921,3 + 70515,97 = 177437,27 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

В таблицю 2.7 запишемо загальні тепловтрати по кожному місяці для режиму опалення та охолодження.

Таблиця 2.7 – Загальні тепловтрати в режимі опалення та охолодження

Місяць	$Q_{ht}$ кВт·год	$Q_{c,ht}$ кВт·год
	опалення	охолодження
1	178431,09	193902,80
2	155387,10	169361,54
3	141337,89	156809,59
4	86647,08	101619,70
5	131744,82	147216,52
6	27231,94	42204,55
7	17907,06	33378,77
8	24941,98	40413,68
9	56320,60	71293,22
10	96570,23	112041,94
11	129970,62	144943,24
12	163082,18	178553,88
<b><math>\Sigma Q_{ht}</math></b>	<b>1209572,60</b>	<b>1391739,42</b>

По результатам розрахунків зведемо баланс по втратах теплоти  
рисунок 2.2.

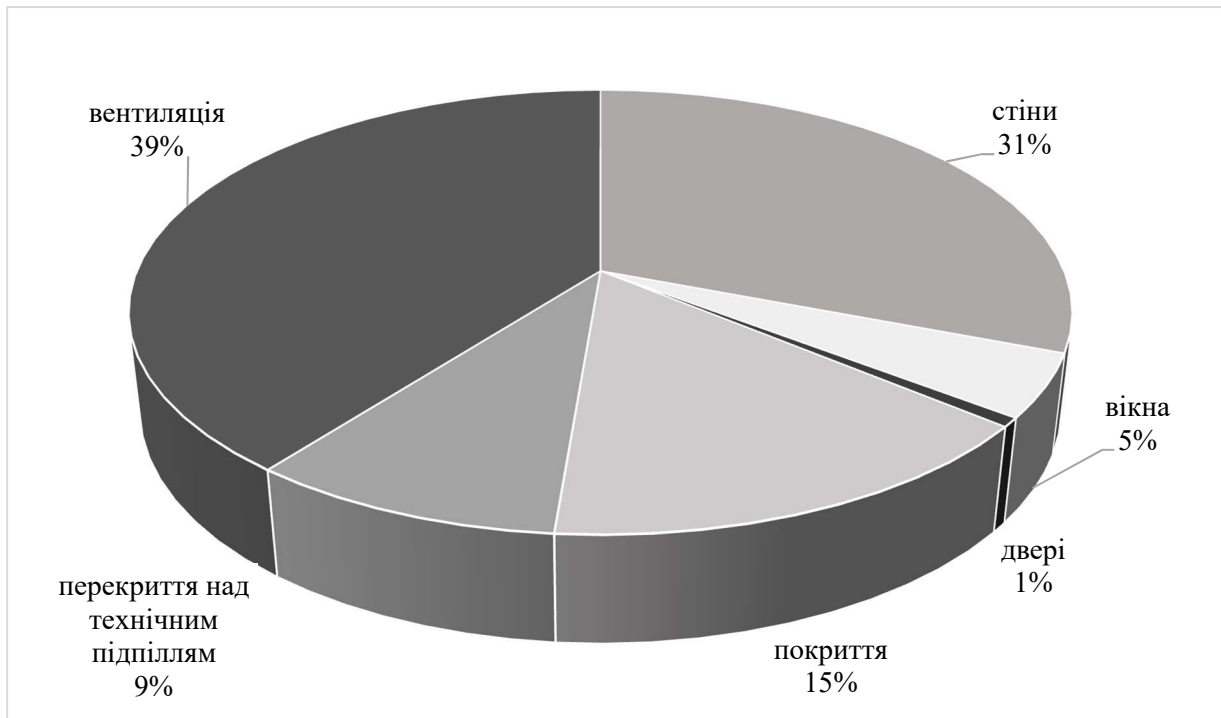


Рисунок 2.2 – Баланс втрат теплової енергії

### 2.3.6 Внутрішні теплонадходження

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається,  $Q_{int}$  Вт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою відповідно до [5]:

$$Q_{int} = \left( \sum_k \Phi_{int,mn,k} A_f \right) t, \quad (2.17)$$

де  $\Phi_{int,mn,k}$  – усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го внутрішнього джерела, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_f$  – кондиціонована площа зони будівлі, м<sup>2</sup>;

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

Підставляємо значення у формулу (2.17):

$$\Phi_{\text{int,mn},k} = \frac{60}{50} \cdot (7 + 7 + 3) = 20,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2};$$

$$Q_{\text{int}} = (20,4 \cdot 2541,8) \cdot 744 = 38578,42 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Для інших місяців результати запишемо до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Внутрішні теплонадходження

Місяць	$\Phi_{\text{int}} \text{ Вт/м}^2$	$Q_{\text{int}} \text{ кВт} \cdot \text{год}$
1	20,4	38578,42
2		34845,03
3		38578,42
4		37333,96
5		38578,42
6		37333,96
7		38578,42
8		38578,42
9		37333,96
10		38578,42
11		37333,96
12		38578,42
<b><math>\Sigma Q_{\text{int}}</math></b>		<b>454229,83</b>

### 2.3.7 Сонячні теплонадходження

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця  $Q_{\text{sol}}$ , Вт·год, розраховують за формулою з [5]:

$$Q_{\text{sol}} = \left( \sum_k \Phi_{\text{sol,mn},k} \right) t, \quad (2.18)$$

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

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

### 2.3.8 Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів

Еквівалентну площу інсоляції зашкленого елемента оболонки (наприклад, вікна)  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховують за формулою відповідно до [5]:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p}, \quad (2.19)$$

де  $F_{sh,gl}$  – понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів. У випадку відсутності засобів рухомого затінення дорівнює 1;

$g_{gl}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента;

$F_F$  – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції зашкленого елемента, 0,3 - для віконних блоків;

$A_{w,p}$  – загальна площа проекції зашкленого елемента (наприклад, площа вікна), м<sup>2</sup>.

Обчислюємо параметр  $g_n$  за наступною формулою:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n, \quad (2.20)$$

де  $F_w$  – поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають 0,9;

$g_n$  – 0,75 для подвійного склопакету.

Зведемо до таблиці 2.9 еквівалентні площі інсоляції огорожувальних конструкцій.

Розрахуємо для північної орієнтації за виразом зазначеному у (2.19):

$$A_{sol} = 1 \cdot 0,675 \cdot (1 - 0,3) \cdot 33,6 = 15,6.$$

Таблиця 2.9 – Еквівалентні площі інсоляції прозорих елементів (вікон)

Вікна	Пн	Сх	Пд	З
$A_{sol}$ , м <sup>2</sup>	15,9	31,8	20,8	31,8

### 2.3.9 Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі  $A_{sol}$ ,  $m^2$ , розраховують за формулою з [5]:

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c, \quad (2.21)$$

де  $\alpha_{s,c}$  – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною;

$R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини,  $m^2 \cdot K / Wt$ , приймають  $0,043 m^2 \cdot K / Wt$ ;

$U_c$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини,  $Wt / (m^2 \cdot K)$ ;

$A_c$  – площа проекції непрозорої частини,  $m^2$ .

Результати розрахунку для кожної поверхні заносимо до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Еквівалентні площі інсоляції непрозорих елементів

Північ	Схід	Південь	Захід
Стіни			
21,3	24,6	20,6	24,6
Двері			
0,21	0,4	0,6	0,21
Покриття			
50,7			

### 2.3.10 Теплове випромінювання в атмосферу

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі  $\Phi_r$ ,  $Wt$ , визначають за формулою [5]:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}, \quad (2.22)$$

де  $R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини,  $m^2 \cdot K / Wt$ , приймають  $0,043 m^2 \cdot K / Wt$ ;



$U_c$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$A_c$  – площа проекції елемента, м<sup>2</sup>;

$h_r$  – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\theta_{er}$  – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, °С, для помірних широт приймають 11 К.

Коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні  $h_r$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), може бути наближено розрахований за формулою:

$$h_r = 4\varepsilon\sigma(\theta_{ss} + 273)^3, \quad (2.23)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт поглинання теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження, приймають за довідковими даними залежно від її типу;

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

$\theta_{ss}$  – середньоарифметичне значення поверхневої температури та температури атмосфери, °С.

При першому наближенні,  $h_r$  приймають рівним  $5\varepsilon$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), що відповідає середній температурі 10 °С. Підставляємо значення до (2.22):

$$\Phi_{гст} = 0,043 \cdot 1,923 \cdot 1378,3 \cdot 5 \cdot 0,93 \cdot 11 = 5829,8 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{гдв} = 0,043 \cdot 2,046 \cdot 27,37 \cdot 5 \cdot 0,8 \cdot 11 = 105,95 \text{ Вт};$$

$$\Phi_{гпокр} = 0,043 \cdot 1,037 \cdot 1270,9 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 11 = 2788,8 \text{ Вт}.$$

### 2.3.11 Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

Сонячні теплонадходження через  $k$ -ий елемент будівлі  $\Phi_{sol,k}$ , Вт, визначають за формулою [5]:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k}, \quad (2.24)$$

де  $F_{sh,ob,k}$  – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції  $k$ -ої поверхні, дорівнює 1 при відсутності завіс;

$A_{sol,k}$  – еквівалентна площа інсоляції  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі,  $m^2$ ;

$I_{sol,k}$  – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності  $Вт/м^2Б$ , за додатком А [5] для нашої області зведемо до таблиці 2.11;

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

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

Таблиця 2.11 – Сонячна інсоляція для Чернігівської області

t	$I_{sol}, Вт/м^2$				
	Пн	Сх	Пд	Зх	горизонт.
744	12	18	40	18	27
672	22	33	64	34	54
744	34	57	94	61	102
720	39	78	94	75	148
744	53	102	100	96	203
720	68	111	100	110	230
744	61	108	99	104	217
744	43	95	107	91	184
720	29	66	96	64	123
744	18	36	69	34	65
720	10	15	34	15	27
744	8	12	27	12	18

Розрахуємо сонячні теплонадходження, на кожний елемент огорожуючої конструкції до таблиці 2.12 та 2.13.

Таблиця 2.12 – Сонячні теплонадходження на стіни та вікна

	$\Phi_{sol,k}$ Вт							
	стіни				вікна			
місяць	Пн	Сх	Пд	Зх	Пн	Сх	Пд	Зх
січень	-2659,29	-2471,46	-2090,63	-2471,46	190,51	571,54	833,49	571,54
лютий	-2446,27	-2101,93	-1596,06	-2077,29	349,27	1047,82	1333,58	1079,57
березень	-2190,65	-1510,67	-977,85	-1412,13	539,78	1809,86	1958,70	1936,87
квітень	-2084,15	-993,32	-977,85	-1067,23	619,16	2476,66	1958,70	2381,40
травень	-1785,92	-402,07	-854,21	-549,88	841,43	3238,70	2083,73	3048,19
червень	-1466,40	-180,34	-854,21	-204,98	1079,57	3524,47	2083,73	3492,72
липень	-1615,51	-254,25	-874,82	-352,79	968,44	3429,22	2062,89	3302,21
серпень	-1998,94	-574,51	-709,96	-673,06	682,67	3016,44	2229,59	2889,43
вересень	-2297,16	-1288,95	-936,64	-1338,22	460,40	2095,63	2000,38	2032,13
жовтень	-2531,48	-2028,02	-1493,03	-2077,29	285,77	1143,07	1437,77	1079,57
листопад	-2701,89	-2545,37	-2214,27	-2545,37	158,76	476,28	708,47	476,28
грудень	-2744,49	-2619,28	-2358,52	-2619,28	127,01	381,02	562,61	381,02

Таблиця 2.13 – Сонячні тепло надходження на покрівлі та двері

	$\Phi_{sol,k}$ Вт				
	покрівля	двері			
місяць	Пн	Пн	Сх	Пд	Зх
січень	-1419,7	-50,37	-45,43	-28,14	-49,14
лютий	-50,705	-48,312	-39,25	-13,31	-45,84
березень	2383,13	-45,841	-29,37	5,22	-40,28
квітень	4715,56	-44,812	-20,72	5,22	-37,40
травень	7504,34	-41,93	-10,84	8,92	-33,08
червень	8873,37	-38,841	-7,14	8,92	-30,19
липень	8214,21	-40,283	-8,37	8,30	-31,43
серпень	6540,94	-43,988	-13,72	13,24	-34,11
вересень	3447,94	-46,871	-25,67	6,45	-39,66
жовтень	507,05	-49,135	-38,02	-10,23	-45,84
листопад	-1419,7	-50,782	-46,66	-31,84	-49,75
грудень	-1876,1	-51,194	-47,90	-36,17	-50,37

### 2.3.12 Сумарні теплові надходження

Сумарні теплові надходження  $Q_{gn}$ , Вт · год, для кожної зони будівлі для кожного місяця визначають за формулою [5]:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}. \quad (2.25)$$

Результати зведемо до таблиці 2.15, котрі виконані на базі попередніх розрахунків.

Таблиця 2.15 – Сумарні теплові надходження

місяць	$Q_{gn}$ , кВт	місяць	$Q_{gn}$ , кВт
січень	31794,20	липень	49595,42
лютий	31747,96	серпень	47003,49
березень	40383,94	вересень	40264,18
квітень	42324,43	жовтень	35736,48
травень	48285,67	листопад	30288,11
червень	49056,04	грудень	30430,42
Загальне	<b>476910,35</b>		

### 2.3.13 Динамічні параметри

#### Коефіцієнт використання надходжень для опалення

Знайдемо співвідношення надходжень і втрат теплоти для кожного місяця за [5]:

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}. \quad (2.26)$$

Оскільки для кожного місяця, це співвідношення є більшим за 0, для розрахунку безрозмірного коефіцієнту використання надходжень для опалення, використаємо наступну формулу:

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}}, \quad (2.27)$$

де  $a_H$  – безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі  $\tau_H$ , визначений за формулою:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}, \quad (2.28)$$

де  $a_{H,0}$  – довідковий безрозмірний числовий параметр, що приймають рівним 1,0;

$\tau$  – часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$  – довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

### **Часова константа будівлі**

Часова константа зони будівлі  $\tau$ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони, як для періоду опалення, так і для періоду охолодження. Її розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}}, \quad (2.29)$$

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

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

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

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

$$C_m = C \cdot A_f, \quad (2.30)$$

де  $C$  – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт·год/(м<sup>2</sup>·К);

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м<sup>2</sup>.

Підставимо значення до (2.30), то отримаємо:

$$C_m = 110 \cdot 2541,8 = 279598 \text{ Вт} \cdot \text{год/К.}$$

Розрахуємо часову константу будівлі за (2.29):

$$\tau = \frac{279598}{5198,83 + 3397,12} = 32,53.$$

Підставляємо значення до виразу (2.28):

$$a_n = 1 + \frac{32,53}{15} = 3,17.$$

### Коефіцієнт використання втрат для охолодження

Розрахунок проводиться аналогічним чином. Розраховуємо співвідношення сумарних теплонадходжень та витрат. Оскільки, співвідношення щомісяця становлять більше ніж 0, таблиця 2.16, для розрахунку безрозмірного коефіцієнту використання втрат для охолодження використаємо відповідно до [5]:

$$\eta_{c,ls} = \frac{1 - \gamma_c^{a_c}}{1 - \gamma_c^{-(a_c+1)}}. \quad (2.30)$$

Результати розрахунку заносимо до таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Коефіцієнт використання надходжень для опалення та втрат для охолодження

місяць	$\gamma_H$	$\gamma_c$	$\eta_H$	$\eta_c$
січень	0,18	0,16	0,997	0,164
лютий	0,20	0,19	0,995	0,187
березень	0,29	0,26	0,986	0,255
квітень	0,49	0,42	0,944	0,401
травень	0,37	0,33	0,973	0,321
червень	1,80	1,16	0,513	0,814
липень	2,77	1,49	0,352	0,885
серпень	1,88	1,16	0,495	0,814

Продовження таблиці 2.16

вересень	0,71	0,56	0,869	0,520
жовтень	0,37	0,32	0,973	0,313
листопад	0,23	0,21	0,992	0,208
грудень	0,19	0,17	0,996	0,170

### 2.3.14 Енергопотреба для опалення та охолодження

Розрахунок енергопотреби для опалення знаходимо за:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nt} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \quad (2.31)$$

Розрахунок енергопотреби для охолодження знаходимо за:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{C,ht} \quad (2.32)$$

Результати розрахунку заносимо до наступної таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Енергопотреба на опалення та охолодження ДНЗ «Джерельце»

місяць	$Q_{H,nd}$ , кВт·год	$Q_{C,nd}$ , кВт·год
січень	146747,527	0
лютий	123804,246	0
березень	101501,761	0
квітень	46677,94	0
травень	0	0
червень	0	14707,44
липень	0	20068,42
серпень	0	14104,10
вересень	0	0
жовтень	61814,226	0
листопад	99913,061	0
грудень	132773,074	0
<b>Загальне</b>	<b>713231,84</b>	<b>48879,9</b>

### 2.3.15 Енергопотреба гарячого водопостачання

Питомі річні енергопотреби ГВП прийняті згідно з таблицею за [5] і становлять для будівель дитячих дошкільних закладів  $15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

Загальні енергопотреби ГВП становлять:

$$Q_{\text{DNW, need}} = q_{\text{DNW, need}} \cdot A_f. \quad (2.33)$$

Підставляємо наші значення до формули (2.33), звідки маємо:

$$Q_{\text{DNW, need}} = 15 \cdot A_f = 15 \cdot 2541,8 = 38127 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

### 2.3.16 Визначення класу енергетичної ефективності

Знайдемо різницю у % розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби, від максимально допустимого значення,  $E_{P\text{max}} = 48 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$  за [3].

Розрахункове значення EP визначають за формулою:

$$EP = \frac{(Q_{\text{H,nd}} + Q_{\text{C,nd}} + Q_{\text{DHW,nd}})}{V}. \quad (2.34)$$

Підставляємо отримані значення з попередніх пунктів до формули (2.34), звідки маємо:

$$EP = \frac{713231,84 + 48879,96 + 38127}{6862,86} = 116,6 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3.$$

Клас енергетичної ефективності знаходимо за:

$$\frac{EP - EP_{\text{max}}}{EP_{\text{max}}} \cdot 100\%. \quad (2.35)$$

Підставляємо наші значення до формули (2.35), і отримаємо:

$$\frac{116,6 - 48}{48} \cdot 100\% = 57,17\%.$$

За класифікацією будинків за енергетичною ефективністю клас енергоефективності даного будинку F, так як співвідношення потрапляє в інтервал від 51 до 75.



## 2.4 Заходи з енергозбереження

### 2.4.1 Утеплення стін

#### Описання можливості

Оскільки приведений опір теплопередачі існуючих огорожувальних конструкцій не відповідає нормативному, для дотримання нормативних значень опору теплопередачі пропонується ізолювати зовнішні стіни. Додатковий шар теплоізоляції дозволить зменшити енергозатрати за рахунок зменшення теплових витрат, підвищити рівень комфорту в приміщеннях дитячого садочку, дозволить покращити тепловий режим в приміщенні.

В якості утеплювача пропонується використовувати плити з мінеральної вати. Площа стін, що підлягає утепленню – 1378,3 м<sup>2</sup>. Приклад утеплення фасаду показано на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Розріз конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією

В рамках заходу необхідно провести обстеження існуючого стану огорожувальних конструкцій стін та провести заходи по відновленню їх цілісності. Для утеплення даху будемо використовувати мінеральну вату з густиною 150 кг/м<sup>3</sup>, товщиною 150 мм.

Перевіримо правильність вибору товщини ізоляції:

$$R_{\min} = R_c + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}}; \quad (2.36)$$

$$\delta_{yt} = (3,3 - 0,52) \cdot 0,042 = 117 \text{ мм.}$$

### Капітальні витрати:

Вартість мінеральної вати ROCKWOOL FRONTROCK MAX E 1000x600x150 мм, вартість упаковки 570 грн/м<sup>2</sup>. Вартість мінеральної вати буде складати –798 000 грн.

Клей П-19 для мінеральної вати 25 кг, вартість 85 грн, витрата 5 кг/ м<sup>2</sup>, на нашу площу стін – 6 892 кг, тобто це 276 упаковок. Вартість даного матеріалу буде становити 23 460 грн.

Шпаклівка армована Ceresit СТ 29 25 кг вартість 180 грн за упаковку. Витрата 1,8 кг/м<sup>2</sup>, оскільки потрібно декілька шарів, розрахуємо необхідну кількість – 4961 кг, тобто 199 упаковки, загальна сума – 35 820 грн.

Сітка армована CERESIT СТ 325 160 г/м<sup>2</sup>- один рулон може закрити площу 55м<sup>2</sup>, для нашої площі необхідно 26 рулонів. Вартість одного рулону становить 1350 грн, загальна сума – 35 100 грн.

Грунтовка Ceresit СТ - 17 витрата становить 0,2 л/м<sup>2</sup>, для нашої площі фасадів необхідно – 276 л. Одна каністра об'ємом 10 л, загальна кількість каністр 28. Вартість за одиницю товару становить 183 грн, сума до сплати – 5124 грн.

Дюбель фасадний, на кожний 1м<sup>2</sup> в середньому необхідно 8 шт, отже загальна кількість буде становити 11 027шт, в 1 упаковці 100 шт, вартість однієї 76 грн, потрібно 111 упаковок, вартість складатиме 8436 грн.

Декоративна штукатурка СТ-35 в упаковці 25 кг. Витрата 3,2 кг/м<sup>2</sup> необхідно 4411 кг, тобто 177. Ціна упаковки становить – 370 в загалом отримаємо 65 490 грн.

Отже загальна вартість за матеріали становить – 971 430грн;

Транспортні витрати - 3 000 грн;

Оскільки фасад має значні пошкодження, попередньо його необхідно відремонтувати – 15 000 грн;

Вартість робіт буде складати – 485 715 грн.

Отже загальні інвестиції складатимуть: 1 475 145 грн.

### Економія:

Розрахуємо термічний опір теплової ізоляції:

$$R_{\text{ут}} = \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}}. \quad (2.37)$$

Підставляємо значення до формули (2.37) :

$$R_{\text{ут}} = \frac{0,15}{0,04} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Опір теплопередачі зовнішніх стін складатиме:

$$R_{\text{ст.у}} = R_{\text{ст}} + R_{\text{ут}}. \quad (2.38)$$

Просумувавши значення, отримаємо за (2.38):

$$R_{\text{ст.у}} = 0,67 + 3,75 = 4,42 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Розрахуємо приведений опір теплопередачі після утеплення.

До таблиці 2.18 заносимо, лінійні та точкові коефіцієнти теплопередачі для утеплених фасадів.

Таблиця 2.18 – Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, L, м (кількість, шт)	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi$ , Вт/К
Віконний відкіс в зоні перемички	132	0,081	–
Віконний відкіс в зоні підвіконня	132	0,064	–

Продовження таблиці 2.18

Віконний відкис в зоні рядового примикання	352	0,071	–
Міжповерхове перекриття	227,6	0,08	–
Кутові сполучення	80	0,115	–
Дюбелі	(11 027)	–	0,0015

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін розраховуємо за (2.2) [ДСТУ Б В.2.6-189] становить:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1378,3}{\frac{1348}{4,42} + 0,081 \cdot 132 + 0,064 \cdot 132 + 0,071 \cdot 352 + 0,08 \cdot 227,6 + 0,115 \cdot 80 + 11027 \cdot 0,0015} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Приведений коефіцієнт теплопередачі стін становить:

$$k = \frac{1}{3,5} = 0,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції розраховують за наступним виразом:

$$Q = k(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot F \cdot n \left( \sum \beta + 1 \right), \quad (2.39)$$

де  $t_{\text{в}}$  – внутрішня температура в приміщенні ( $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$ );

$t_{\text{н}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря ( $t_{\text{н}} = -23^\circ$ );

$F$  – площа поверхні огородження;

$n$  – коефіцієнт який враховує різницю температур та залежить від положення зовнішньої поверхні ОК до положення зовнішнього повітря;

$\beta$  – додаткові втрати теплоти в доли від основних ( $\sum \beta \leq 20\%$ ).

Тепловтрати через стіни до утеплення:

$$\sum Q = 98319,72 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через стіни після утеплення:

$$Q_{\text{Пн}} = 0,29 \cdot (22 - (-23)) \cdot 322 \cdot 1,1 = 4622,31 \text{ Вт};$$

$$Q_{Cx} = 5345,8 \text{ Вт};$$

$$Q_{Пд} = 4065,1 \text{ Вт};$$

$$Q_3 = 5102,8 \text{ Вт}.$$

Просумуємо отриманні значення тепловтрат після утеплення, маємо:

$$\sum Q = 19136,01 \text{ Вт}.$$

Розрахунок економії теплової енергії за рахунок утеплення:

$$\Delta Q = Q_1 - \sum Q. \quad (2.40)$$

Підставляємо значення в формулу (2.40) маємо:

$$\Delta Q = 98319,72 - 19136,01 = 79183,71 \text{ Вт} = 79,18 \text{ кВт}.$$

Приведемо втрати до середньої температури опалювального періоду:

$$Q_{o.пр} = Q_o \cdot \frac{t_{вн} - t_{co}}{t_{вн} - t_{po}}, \quad (2.41)$$

де  $t_{вн}$  – температура внутрішнього повітря, °С;

$t_{co}$  – середня розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{po}$  – температура зовнішнього повітря, °С.

За формулою (2.41) перераховуємо втрати теплоти до середньої температури опалювального періоду:

$$\Delta Q = 79,18 \cdot \frac{22 - (-0,2)}{22 - (-23)} \cdot 24 \cdot 204 = 191248,2 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Переводимо отриманні значенні в Гкал:

$$\Delta Q = \frac{191248,2}{1163} = 164,4 \text{ Гкал}.$$

Прорахуємо економію в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta Q \cdot B, \quad (2.42)$$

де  $B$  – тариф на теплову енергію.

Рахуємо за економію в грошах за (2.42):

$$E = 164,4 \cdot 1342,52 = 220\,710 \text{ грн}.$$

Термін окупності:

$$T = \frac{B}{E}. \quad (2.43)$$

Розрахуємо за формулою (4.43):

$$T = \frac{1475145}{220710} = 6,7 \text{ років.}$$

## 2.4.2 Утеплення даху

### Описання можливості

Оскільки існуючий опір теплопередачі не відповідає нормованому пропонується провести термомодернізацію покрівлі. Додаткова теплова ізоляція дозволить зменшити понаднормові втрати тепла через дах. Площа даху становить 1270,9 м<sup>2</sup>. В якості утеплювача пропонуємо мінеральну вату 200 мм. Для підтвердження раціонального вибору товщини ізоляції приведемо розрахунок за формулою (2.36):

$$6 = 0,97 + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,042};$$

$$\delta_{\text{ут}} = (6 - 0,97) \cdot 0,042 = 211 \text{ мм.}$$

### Капітальні витрати:

Оскільки криша пласка необхідно створити уклон для зливової каналізації, для виконання цієї умови пропонуємо використовувати керамзит.

Матеріал:

Склоізол ТКП 350, гідроізолюючий та пароізолюючий матеріал, в рулоні 10 м<sup>2</sup>, тобто необхідно 28 рулонів. Вартість одного метра квадратного становить 38 грн, тобто загальна вартість буде складати 48 295 грн.

Керамзит. Один мішок заповняє 0,05 м<sup>3</sup>, отже для того щоб засипати всю поверхню необхідно 2 760 мішків, вартість одного –80 грн, тобто загальна сума 220 800 грн.

Цементна пісочна стяжка Артисан С-43, 25 кг. Витрата становить 1,1 кг на м<sup>2</sup> на кожен мм стяжки, тобто всього необхідно 27 959,8 кг, 1119 мішків вартість – 56 всього 62 664 грн.

Пароізоляційна плівка Strotex AL 90 75 м<sup>2</sup> в рулоне , необхідно 18 рулонів, вартість одного становить 805 грн, отже всього –14 490 грн.

Покрівельна плівка Гідробар'єр Д110 в одному рулоні 75 м<sup>2</sup>, отже загальна необхідна уїлькість становить 18 шт, вартість одного рулонна становить 1 122 грн, тобто загальні витрати – 20 196 грн.

Утеплювач мінеральна вата ТЕХНОРУФ Н ЭКСТРА (100КГ/М<sup>3</sup>) 200мм. В одній упаковці 1,44 м<sup>2</sup>. Для нашою площі необхідно 883 шт , вартість однієї 481 грн, отже загальна сума 424 200грн.

Сітка зі скловолокна- один рулон може закрити площу 50м<sup>2</sup>, для нашої площі необхідно 27 рулонів. Вартість одного рулону становить 317,5 грн, загальна сума – 8 573 грн.

Руберойд РКП-350. Рулон має такі розміри 15×1 м, отже одним рулоном ми можемо покрити 15м<sup>2</sup>. Враховуючи площу даху ми маємо взяти 88 рулонів. Вартість одного становить 90 грн, отже загальна вартість – 7 920 грн.

Загальна вартість матеріалів складає 807 138 грн.

Вартість робіт – 403 500 грн;

Транспортні витрати - 4 000 грн;

Підготовчі роботи – 5 000 грн;

Загальні інвестиції – 1 219 638 грн.

### **Розрахунок економії:**

Оскільки для утеплення плоского даху рекомендують зняти старі шари, до залізобетонного перекриття, а далі вже робити роботи по утепленню розрахуємо термічний опір, з новими матеріалами для утепленого даху. Також для покращення гідроізоляційних властивостей та термічного опору збільшим шар керамзиту з 5 см до 10 см.

Шар 1: залізобетонна плита  $\delta=0,25\text{м}$ ,  $\lambda=1,69 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$  ;

шар 2: керамзит  $\delta= 0,1 \text{ м}$ ,  $\lambda=0,09 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$  ;

шар 3: цементно-пісчана стяжка  $\delta = 0,02\text{м}$ ,  $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ ;

шар 4: пробар'єр ;

шар 4: мінеральна вата  $\delta = 0,2 \text{ м}$ ,  $\lambda = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  ;

шар 5: гідробар'єр;

шар 6: сітка зі скловолокна;

шар 7: цементно-пісчана стяжка  $\delta = 0,02\text{м}$ ,  $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  ;

шар 8: руберойд  $\delta = 0,02\text{м}$ ,  $\lambda = 0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ .

Тоді термічний опір даху за (2.1), дорівнює:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,69} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,04}{0,7} + \frac{0,2}{0,04} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{1}{23} = 6,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередача даху за (2.2):

$$K_{\text{утд}} = \frac{1}{6,6} = 0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Тепловтрати через дах до утеплення:

$$Q_1 = 58959,3 \text{ Вт}.$$

Тепловтрати через дах після утеплення визначимо за (2.39):

$$Q_{\text{дах}} = 0,15 \cdot (22 - (-23)) \cdot 1270,91 = 8578,6 \text{ Вт}.$$

Розрахунок економії теплової енергії за рахунок утеплення за формулою (2.40):

$$\Delta Q = 58959,3 - 8578,6 = 50380,7 \text{ Вт} = 50,4 \text{ кВт}.$$

Перераховуємо теплові втрати до середньої температури опалювального періоду за (2.41):

$$\Delta Q = 50,4 \cdot \frac{22 - (-0,2)}{22 - (-23)} \cdot 24 \cdot 204 = 121734,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Переведемо отримане значення в Гкал:

$$\Delta Q = \frac{121734,1}{1163} = 104,7 \text{ Гкал}.$$

Економія в грошовому еквіваленті становить за (2.42):



$$E = 104,7 \cdot 1342,52 = 140\,561,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності по формулі (2.43), дорівнює:

$$T = \frac{1219638}{140562} = 8,7 \text{ роки.}$$

### 2.4.3 Встановлення децентралізованої вентиляції

#### Описання можливості

На даний момент в ДНЗ поміняні вікна з дерев'яних на металопластикові. Оскільки вікна зменшують втрати на інфільтрацію, що є позитивним моментом для збереження теплової енергії, але зменшується кратність повітрообміну в приміщенні []. Також з теплового балансу видно, що значна частина теплових витрат приходить на вентиляцію.

Вентиляційну установки будемо встановлювати в ігрових кімнатах оскільки основну частину часу діти проводять саме там.

Розрахунок проведемо для однієї кімнати.

Розрахунок повітрообміну по кратності:

$$L = n \cdot F \cdot H, \quad (2.43)$$

де  $L$  — необхідна продуктивність припливної вентиляції,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$n$  — нормована кратність повітрообміну: для ДНЗ 1,5;

$F$  — площа приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$H$  — висота приміщення, м.

Підставляємо до (2.43):

$$L = 1,5 \cdot 9 \cdot 6 \cdot 2,65 = 214,65 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахунок повітрообміну по кількості людей:

$$L = N \cdot L_{\text{норм}}, \quad (2.44)$$

де  $N$  — кількість людей;

$L_{\text{норм}}$  — норма витрати повітря на одну дитину: в стані спокою —  $15 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Порахуємо повітрообмін по кількості людей за (2.44):

$$L = 20 \cdot 15 = 300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

### Розрахуємо економічні затрати:

Приточно-витяжна установка с рекуперацией тепла PRANA 150, вартість одної становить 6 650 грн, для однієї кімнати необхідно 3 установки на одну кімнату, на весь садочок необхідно 30 шт, отже загальна вартість складатиме – 199 500 грн;

Монтаж 59 850 грн.

Загальні інвестиції: 259 350 грн.

### Розрахунок економії

Визначимо витрати теплоти на вентиляцію до впровадження заходу:

$$Q_{\text{вент}} = L \cdot \rho \cdot c_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.оп}}) \cdot n_0 \cdot \tau, \quad (2.45)$$

де  $\rho$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$c_p$  – теплоємність повітря,  $\text{ккал}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{вн}}$  – внутрішня температура в приміщенні,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{ср.оп}}$  – середня температура навколишнього повітря за опалювальний період  $^\circ\text{C}$ ;

$n_0$  – тривалість опалювального сезону;

$\tau$  – кількість працюючих годин в день, год.

Проведемо розрахунки за (2.45):

$$Q_{\text{вент}} = 300 \cdot 1,4 \cdot \frac{1,005}{4,19} \cdot (22 + 0,2) \cdot 204 \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 3,65 \text{ Гкал.}$$

Розрахунок витрат теплоти на систему вентиляції після впровадження:

$$Q_{\text{вент}} = L \cdot \rho \cdot c_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{пр}}) \cdot n_0 \cdot \tau, \quad (2.46)$$

де  $t_{\text{пр}}$  – температура припливного повітря,  $^\circ\text{C}$ , розраховується за формулою:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{ср.оп.}} + 0,78(t_{\text{вн}} - t_{\text{ср}}), \quad (2.47)$$

отже:

$$t_{\text{пр}} = -0,2 + 0,78(22 + 0,2) = 17,1 \text{ } ^\circ\text{C} .$$

Проводимо розрахунок за:

$$Q_{\text{вент}} = 300 \cdot 1,4 \cdot \frac{1,005}{4,19} \cdot (22 - 17,1) \cdot 204 \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 0,8 \text{ Гкал.}$$

Економія енергії за опалювальний сезон (2.40) для однієї ігрової кімнати:

$$\Delta Q = 3,65 - 0,8 = 2,85 \text{ Гкал.}$$

Економія енергії за опалювальний сезон для всіх ігрових кімнати:

$$\Delta Q = 2,85 \cdot 10 = 28,5 \text{ Гкал.}$$

Економія грошових коштів за опалювальний сезон за формулою (2.42):

$$E = 28,5 \cdot 1342,52 = 38\,262 \text{ грн.}$$

Термін окупності за (2.43):

$$T = \frac{B}{E} = \frac{259350}{38262} = 6,8 \text{ років.}$$

## 2.5 Аналіз запропонованих заходів з енергозбереження

Проаналізуємо запропоновані заходи з енергозбереження в попередньому пункті. Для зручності представимо отримані дані у вигляді таблиці 2.19 та визначимо загальну економію.

Таблиця 2.19 – Запропоновані заходи з енергозбереження

Назва заходу	Інвестиції, грн	Термін окупності	Економія, Гкал/рік	Економія за рік, грн/рік
Утеплення стін	1 475 145	6 років 7 місяців	164,4	220 710
Утеплення даху	1 219 638	8 років 7 місяців	104,7	140 562
Децентралізована вентиляція	259 350	6 років 8 місяців	28,5	38 262
<b>Загальна економія</b>	<b>2954133</b>	<b>7,4</b>	<b>297,6</b>	<b>399534</b>

Також прорахуємо енергопотребу після впроваджених заходів з енергозбереження, та визначимо клас енергетичної ефективності, розрахунки проводяться аналогічним чином, як і в пункті (2.4), але вже новими параметрами

огуджувальних конструкцій, та врахуванням примусової вентиляції. Результати визначення енергопотребы на опалення та охолодження заносимо до наступної таблиці 2.20

Таблиця 2.20 – Енергопотреба на опалення та охолодження ДНЗ «Джерельце» після впровадження заходів з енергозбереження

місяць	$Q_{H,nd}$ , кВт·год	$Q_{C,nd}$ , кВт·год
січень	47658,61	0
лютий	38965,15	0
березень	26833,05	0
квітень	6130,30	0
травень	0	0
червень	0	27033,35
липень	0	32346,13
серпень	0	28029,36
вересень	0	0
жовтень	10186,17	0
листопад	26397,46	0
грудень	41004,16	0
<b>Загальне</b>	<b>197174,89</b>	<b>87408,84</b>

Розрахункове значення EP визначають за формулою (2.34):

$$EP = \frac{197174,89 + 87408,84 + 38127}{6862,86} = 47,02 \text{ кВт·год/м}^3.$$

$$\frac{EP - EP_{\max}}{EP_{\max}} \cdot 100\% = -0,81\%.$$

Отже після модернізації, будівля відноситься до класу С енергетичної ефективності.

## Висновки по розділу

Було проведено аналіз втрат теплової енергії, визначено енергопотребу будівлі, визначено клас енергетичної ефективності за [5]. В результаті розрахунків в даному розділу та їх аналізу, було сформовано рекомендований перелік енергозберігаючих заходів, проведено енергетичні та економічні розрахунки для кожного заходу.

Розрахунок економічної складової базується на актуальному тарифі станом на грудень місяць 2018 року (тариф врахований зі ставкою ПДВ 20%). Були проаналізовані середні ринкові ціни на матеріали, устаткування і роботи на ринку України станом на листопад-грудень 2018 року.

Були запропоновані такі заходи з енергетичного збереження:

- утеплення зовнішніх стін;
- утеплення даху;
- встановлення децентралізованої вентиляції.

Приведемо порівняльну характеристику ефективності впровадження заходів з енергозбереження на рисунку 2.4.

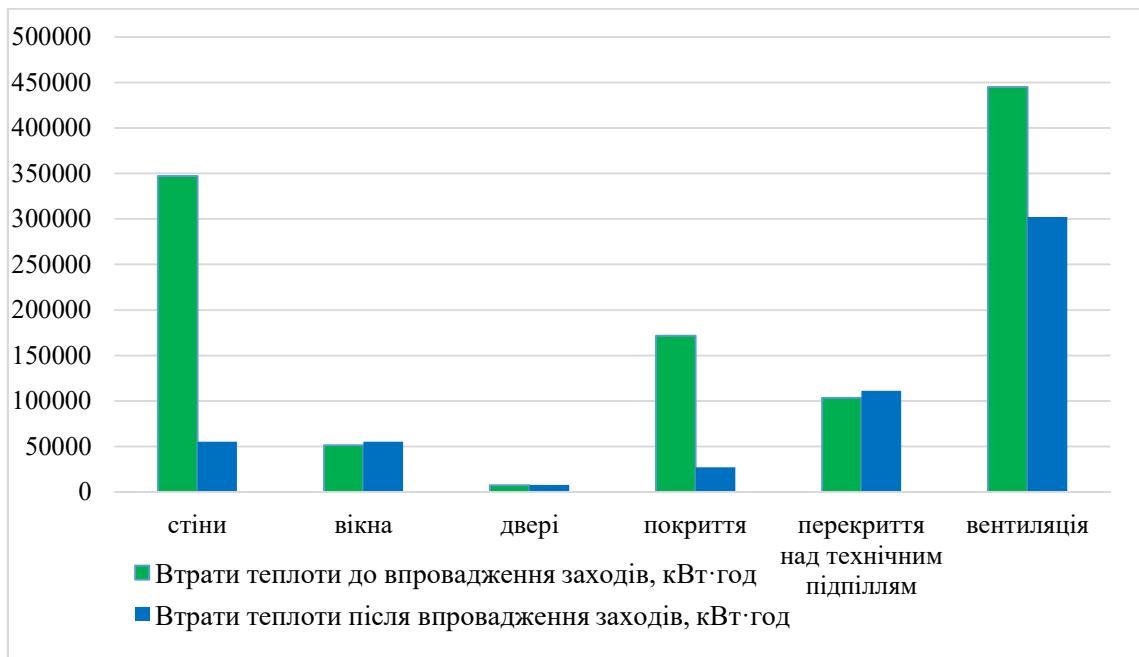


Рисунок 2.4 – Теплові втрати до та після заходів з енергозбереження

## **3 ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА**

### **3.1 Опис схеми зовнішнього електропостачання об'єкта та характеристика трансформаторної підстанції**

Електропостачання ДНЗ «Джерельце» здійснює від ТП–8, яке заходиться поза межами садочка на відстані 190 м. Трансформаторна підстанція знаходиться на балансі ПАТ «Чернігівобленерго». В ТП встановлено два трансформатори ТМ 400/10-0,4, відповідно садочок під'єднаний до низького рівня напруги. Розподіл електроенергії здійснюється кабельними лініями ААШв 3×120+1×70.

### **3.2 Опис схеми внутрішнього електропостачання об'єкта**

За ступенем надійності електропостачання ДНЗ відноситься до другої категорії надійності за [6].

На вводі встановлений ввідний розподільчий пристрій (ВРП), до котрого підводяться два взаєморезервуючих кабелі типу ААШв, також на ВРП встановлені лічильники обліку електричної енергії.

Проектом передбачається робоче, аварійне, евакуаційне та чергове освітлення. Встановлено чотири групових освітлювальних щити типу ЩО. Управління освітленням здійснюється вимикачами за місцем.

Групова освітлювальна мережа виконується проводом марки АПВ.

У підвалі, коморах, санвузлах, буфетних, тамбурах освітлювальна мережа виконується кабелем марки АВВГ.

Встановлено чотири силові щити типу ЩС. Групові мережі до силового електрообладнання виконі проводом марки АПВ.

### 3.3 Характеристика основних споживачів електроенергії об'єкта

Споживачі електричної енергії в ДНЗ можна розподілити на такі основні групи: кухонне обладнання, система вентиляції, пральне обладнання, офісну техніку, система освітлення та інші споживачі. Найбільш потужні споживачі відносяться до кухонного та прального обладнання. Встановлена потужність двох найбільших зазначених груп становить 36,9% та 23,9% від загальної встановленої потужності ДНЗ «Джерельце» відповідно розраховано за таблицею 3.1. Перелік обладнання та характеристику споживачів електричної енергії зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Споживачі електроенергії ДНЗ «Джерельце»

Обладнання	Кількість, шт	Номинальна потужність, $P_n$ кВт	Сумарна потужність, $\Sigma P_n$ кВт
<b>КУХОННЕ ОБЛАДНАННЯ</b>			
Ел. плита ПЭСМ-4ШБ	2	16	32
Котел харчовий КПЭСМ -БОМ	2	9,45	18,9
Соковижималка	2	1,5	3
Хліборізка	1	0,4	0,4
М'ясорубка	1	1,1	1,1
Картоплечистка	1	0,6	0,6
Шафа холодильна	1	0,27	1
Шафа холодильна	1	1	1
		<b>30,32</b>	<b>58</b>
<b>СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ</b>			
Припливна система	1	2,2	2,2
Припливна система	1	0,12	0,12
Осьовий вентилятор	1	0,12	0,12
Витяжна система	1	2,2	2,2
Витяжна система	1	0,12	0,12
Побутовий вентилятор	2	1,5	3
		<b>6,26</b>	<b>7,76</b>
<b>ПРАЛЬНЕ ОБЛАДНЕННЯ</b>			
Сушильний барабан	1	10	10
Електропраска	2	1	2
Центрифуга	1	0,55	0,55

## Продовження таблиці 3.1

Пральна машина	2	10,9	21,8
Електрорушник ЕР 2213	2	1,2	2,4
Стерилізатор с-87	1	0,85	0,85
		<b>24,5</b>	<b>37,6</b>
<b>ОФІСНА ТЕХНІКА</b>			
Комп'ютер	3	0,3	0,9
Ксерокс	1	0,6	0,6
		<b>0,9</b>	<b>1,5</b>
<b>ІНШЕ</b>			
Швейна машина	1	0,25	0,25
Котел електричний	1	9	9
Водонагрівач(бойлер)	10	1,5	15
		<b>10,75</b>	<b>24,25</b>
<b>СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ</b>			
Люмінесцентні	500	0,04	20
Лампи розжарювання	75	0,06	4,5
Лампи розжарювання	15	0,075	1,125
Лампи розжарювання	15	0,1	1,5
Зовнішнє освітлення	14	0,15	2,1
		<b>0,425</b>	<b>29,23</b>
<b>Загальна</b>			<b>156,84</b>

### 3.4 Розрахунок електричних навантажень об'єкту

#### 3.4.1 Розрахунок силового навантаження за методом розрахункових коефіцієнтів

Розрахунок покажемо на прикладі розрахунку першого розподільчого силового щитка.

Номінальна потужність припливної системи, кВт, визначається за формулою за [7]:

$$P_{н1} = n_1 \cdot P_{н.i} , \quad (3.1)$$

де  $P_{н.i}$  – потужність одного електроприймача, кВт;

$n$  – кількість подібних електроприймачів.

Підставивши дані у формулу (3.1), маємо:



$$P_{н1} = 1 \cdot 2,2 = 2,2 \text{ кВт.}$$

Проміжна активна потужність припливної системи:

$$P_{п1} = P_{н1} \cdot k_{в1}, \quad (3.2)$$

де  $k_{в}$  – коефіцієнт використання встановленої потужності.

Отже підставляємо дані у формулу (3.2) маємо:

$$P_{п1} = 2,2 \cdot 0,75 = 1,65 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт реактивної потужності  $\text{tg}\varphi$ :

$$\text{tg } \varphi = \text{tg}(\arccos(\varphi)). \quad (3.3)$$

Підставляємо в (3.3):

$$\text{tg}\varphi = \text{tg}(\arccos(0,85)) = 0,62.$$

Проміжна реактивна потужність розраховується за наступною формулою:

$$Q_{п1} = P_{п1} \cdot \text{tg}\varphi. \quad (3.4)$$

Підставляємо отримані дані у формулу (3.4), маємо:

$$Q_{п1} = 1,65 \cdot 0,62 = 1,023 \text{ квар.}$$

Сумарна кількість ЕП:

$$n_{ЩС1} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6. \quad (3.5)$$

Підставивши значення у формулу (3.5) отримаємо:

$$n_{ЩС1} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 = 7 \text{ од.}$$

Номинальна потужність всіх ЕС на ЩС1:

$$P_{нЩС1} = \sum P_{ни} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6. \quad (3.6)$$

Підставимо отримані значення у (3.6):

$$P_{нЩС1} = 7,76 \text{ кВт.}$$

Мінімальне та максимальне значення номінальної потужності ЩС1:

$$P_{н\text{max}} = \max(p_{ни}) = 2,2 \text{ кВт;}$$

$$P_{н\text{min}} = \min(p_{ни}) = 0,12 \text{ кВт.}$$

Проміжна потужність ЩС1:

активна визначається за формулою:

$$P_{пЩС1} = \sum P_{пi} = P_{п1} + P_{п2} + P_{п3} + P_{п4} + P_{п5} + P_{п6}. \quad (3.7)$$

Підставивши значення в формулу (3.7) маємо:

$$P_{\text{нЩС1}} = 5,276 \text{ кВт.}$$

Реактивна проміжна потужність визначається:

$$Q_{\text{нЩС1}} = \sum Q_{\text{пi}} = Q_{\text{п1}} + Q_{\text{п2}} + Q_{\text{п3}} + Q_{\text{п4}} + Q_{\text{п5}} + Q_{\text{п6}}; \quad (3.8)$$

підставляємо результати в (3.8):

$$Q_{\text{нЩС1}} = 5,471 \text{ квар.}$$

Коефіцієнт використання:

$$k_{\text{вЩС1}} = \frac{\sum P_{\text{п}}}{\sum P_{\text{нЩС1}}}. \quad (3.9)$$

Підставляємо значення:

$$k_{\text{вЩС1}} = \frac{5,276}{7,76} = 0,68.$$

Визначаємо  $n_{\text{p.e.}}$ :

Ми маємо  $n_{\text{щс1}}=7$  од., тому за однією з формул:

$$\begin{cases} n_{\text{щс1}} < 10, n_{\text{p.e.}} = \frac{(\sum P_{\text{нЩС1}})^2}{\sum (P_{\text{пi}})^2}; \\ n_{\text{щс1}} \geq 10, n_{\text{p.e.}} = \frac{2 \cdot \sum P_{\text{нЩС1}}}{P_{\text{нmax}}}. \end{cases} \quad (3.10)$$

Робимо перевірку заданих умов та знаходимо розрахунково ефективну кількість споживачів:

$$n_{\text{p.e.}} = 5,029.$$

Визначаємо ефективну кількість споживачів  $n_e$ :

$$\begin{cases} m < 3 \rightarrow n_e = \sum n_i; \\ m \geq 3 \rightarrow \begin{cases} n_{\text{p.e.}} \geq n_{\text{cn}} \rightarrow n_e = n_{\text{cn}}; \\ n_{\text{p.e.}} < n_{\text{cn}} \rightarrow n_e = n_{\text{p.e.}}. \end{cases} \end{cases} \quad (3.11)$$

За виконанням даних умов знаходимо ефективну кількість споживачів: ми маємо  $m > 3$  та  $n_{\text{p.e.}} > n_{\text{cn1}}$ , тому:

$$n_e = 5 \text{ од.}$$

Значення  $K_p$  обираємо з [8]:

$$K_p = f(n_e; k_{\text{всн}}) = 1,03.$$

Знаходимо розрахункові потужності:

активна:

$$P_{pщс1} = P_{nщс1} \cdot K_p, \quad (3.12)$$

$$P_{pщс1} = 5,276 \cdot 1,03 = 5,434 \text{ кВт};$$

реактивна:

$$Q_{pщс1} = Q_{nщс1} = 5,471 \text{ квар};$$

повна потужність знайдемо за формуло:

$$S_{pщс1} = \sqrt{(P_{pщс1})^2 + (Q_{pщс1})^2}; \quad (3.13)$$

за результатами попередніх розрахунків за (3.13) розраховуємо повну потужність:

$$S_{pщс1} = \sqrt{5,434^2 + 5,471^2} = 7,71 \text{ кВА}.$$

Визначено сумарне розрахункове навантаження на силові щитки:

$$S_{pщс1} = \sqrt{89,42^2 + 80,242^2} = 120,15 \text{ кВА}.$$

Аналогічний розрахунок проводиться для всіх груп споживачів. Отримані за тим самим алгоритмом результати розрахунків для кожної силової збірки наведені у таблицю 3.2.

№	Початкові дані										Проміжні потужності	$n_{р,с}$ , од	$n_{с}$ , од	$K_p$ (табл 2)	Розрахункові			
	За умовою						Довідникові			$P_p$ , кВт					$Q_p$ , квар	$S_p$ , кВ·А		
	Найменування ЕП	$n$ , од	Номінальна потужність, кВт				$m$	$k_z$	$\cos\varphi$								$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p$ , кВт
$P_{н.і}$			$P_n$	$P_{н.і.\max}$	$P_{н.і.\min}$													
ЦС 1	Припливна система	1	2,2	2,2				0,75	0,85	0,62	1,65	1,023						
	Припливна система	1	0,12	0,12				0,75	0,8	0,75	0,09	0,068						
	Осьовий вентилятор	1	0,12	0,12				0,7	0,8	0,75	0,084	0,063						
	Витяжна система	1	2,2	2,2				0,65	0,85	0,62	1,43	0,886						
	Витяжна система	1	0,12	0,12				0,6	0,8	0,75	0,072	0,054						
	Побутовий вентилятор	2	1,5	3				0,65	0,5	1,73	1,95	3,377						
		7		7,76	2,2	0,12	18,33	0,680			5,276	5,471	5,029	5	1,03	5,434	5,471	7,711
ЦС 2	Соковижималка	2	1,5	3				0,65	0,85	0,62	1,95	1,209						
	Хліборізка	1	0,4	0,4				0,6	0,72	0,96	0,24	0,231						
	Плита ел. ПЭСМ-4ШБ	2	16	31				0,8	0,9	0,48	25,6	2,399						
	Котел харчовий КПЭСМ -БОМ	2	9,45	18,9				0,8	0,5	1,73	15,12	6,189						
	М'ясорубка	1	1,1	1,1				0,7	0,6	1,33	0,77	1,027						
	Картопличистка	1	0,6	0,6				0,7	0,75	0,88	0,42	0,370						
	Електрорушник 2213	1	1,2	1,2				0,6	0,7	1,02	0,72	0,735						
	Швейна машина	1	0,25	0,25				0,4	0,75	0,88	0,1	0,088						
	11		57,45	16	0,25	64,00	0,782			44,92	42,25	7,181	7	1	44,92	42,25	61,67	
ЦС 3	Холодильна шафа	1	0,27	0,27				1	0,9	0,48	0,27	0,131						
	Холодильна шафа	1	1	1				1	1	0,0	1	0,00						
		2		1,27	1	0,27	3,70	1,000			1,27	0,131	1,50	2	1	1,27	0,131	1,277
ЦС 4	Барабан сушильний	1	10	10				0,7	0,9	0,48	7	3,390						
	Праска електрична	2	1	2				0,7	0,8	0,75	1,4	1,050						
	Центрифуга	1	0,55	0,55				1	0,85	0,62	0,55	0,341						
	Пральна машина	2	10,9	21,8				1	0,8	0,75	21,8	16,35						
	Електрорушник 2213	1	1,2	1,2				0,6	0,7	1,02	0,72	0,735						
	Котел електричний	1	9	9				0,7	0,5	1,73	6,3	10,91						
	Стерилізатор с-87	1	0,85	0,85				0,4	0,7	1,02	0,34	0,347						
	Комп'ютер	3	0,3	0,9				0,6	0,6	1,33	0,54	0,720						
	Водонагрівач(бойлер)	10	1,5	15				0,6	0,78	0,80	9	7,221						
	Ксерокс	1	0,6	0,6				0,4	0,7	1,02	0,24	0,245						
		23		61,9	10,9	0,3	36,33	0,77			47,89	41,31	11,36	11	1	47,89	41,310	63,25
<b>Сумарне на ЦС</b>	<b>43</b>		<b>28,83</b>	<b>16</b>	<b>0,12</b>	<b>33,333</b>	<b>0,77</b>			<b>99,35</b>	<b>89,16</b>	<b>16,04</b>	<b>16</b>	<b>0,9</b>	<b>89,42</b>	<b>80,2</b>	<b>120,15</b>	
<b>для ЦО</b>	<b>619</b>														<b>26,7</b>	<b>12,4</b>	<b>29,4</b>	
															<b>116,1</b>	<b>92,6</b>	<b>148,6</b>	

Перевіримо зроблені розрахунки для аварійного режиму для існуючої кабельної лінії:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (3.14)$$

Підставляємо отримані результати до формули (3.14) маємо:

$$I_p = \frac{148,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 225,4 \text{ А.}$$

За проектними даними відома марка кабельної лінії ААШв 3×120.

Допустиме струмове навантаження, даної марки кабельної лінії становить 248 А; опір  $r_0=0,320$  Ом/км.

Зробимо перевірку кабельної лінії за умови:

$$I_{\text{доп}} \cdot k_1 \cdot k_2 \geq I_p, \quad (3.15)$$

де  $k_1$  - коефіцієнт, який залежить від умов прокладання та температури;

$k_2$  - коефіцієнт, що враховує кількість поряд прокладених кабельних ліній, що працюють.

Порівнюючи розрахунковий струм з допустим підставляємо наші дані в нерівність (3.15):

$$248 \cdot 1 \cdot 1 \geq 225,4.$$

Перевірка виконується.

Втрати напруги в лінії розрахуємо за:

$$\Delta U_p = \frac{r_0 \cdot L \cdot P_F}{10 \cdot U_H^2}, \quad (3.16)$$

де  $L$  - довжина кабельної лінії, км;

$U_H$  - номінальна напруга, В.

Підставляємо в рівняння (3.16) отримаємо:

$$\Delta U_p = \frac{0,253 \cdot 0,19 \cdot 116,1}{10 \cdot 0,38^2} = 3,86\%.$$

Виконуємо перевірку по втратам напруги за формулою:

$$\Delta U_p \leq 5\%. \quad (3.17)$$

Проведені розрахунками за (3.16) визначають втрати напруги, порівняємо їх з допустимими за нерівністю (3.17):

$$3,86 \leq 5\%.$$

Можна зробити висновок, що проведені розрахунки силового навантаження та на щитків освітлення виконано вірно.

### **3.4.2 Перевірка можливості під'єднання додаткового устаткування**

Оскільки основним заходом з енергозбереження є модернізація теплового пункту, в якому будуть передбачено додаткові споживачі електричної енергії, а саме насоси та автоматика. В теплотехнічній частині розглядається два варіанта переоснащення: насосно змішувальний вузол або встановлення блочного теплового пункту. Прорахуємо додаткове силове навантаження саме для блочного теплового пункту, оскільки в ньому передбачається більша кількість насосів та автоматики.

Енергетичний аудит не передбачає розроблення технічної та проектної документації, тому марки та встановлена потужність додаткових споживачів не відома. Але відомо, що на сьогодні для модернізації використовують сучасні енергоефективні насоси з частотним приводом, на ринку України існують дві найпоширеніші марки насосів Wilo та Grundfos. Обладнання має бути під'єднано до мережі 220 В. Проаналізувавши продукцію цих двох торгівельних марок визначились з можливим додатковим навантаженням на систему електропостачання:

– для опалення встановлюють два насоси, встановлена потужність кожного становить – 350 Вт, отже додаткове навантаження буде становити 700 Вт;

– насос для рециркуляції на систему ГВП встановлюється один потужність якого – 38 Вт;

– насос для підживлення системи опалення зі встановленою потужністю 30 Вт.

Тобто загальна потужність насосів становить – 0,768 кВт. Встановлена потужність системи автоматики та клапанів з електроприводом буде складати не більше аніж 0,2 кВт. Отже сумарна приєднана потужність буде становити 0,968 кВт.

Розрахунок проводимо для аварійного режиму. Сумарне розрахункове навантаження садочка за результатами розрахунку буде становити 149,1 кВ·А (розрахунок на основі таблиці 3.2).

$$I_p = \frac{149,094}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 226,5 \text{ А}$$

Порівнюючи розрахунковий струм з допустим підставляємо наші дані в нерівність (3.15) маємо:

$$248 \cdot 1 \cdot 1 \geq 226,5.$$

Перевірка виконується.

Розрахуємо втрати напруги в лінії за формулою (3.16) :

$$\Delta U_p = \frac{0,253 \cdot 0,19 \cdot 116,1}{10 \cdot 0,38^2} = 3,9\%.$$

Порівняємо втрати напруги з допустимими за нерівністю (3.17):

$$3,9 \leq 5\%.$$

Можна зробити висновок, що можливо приєднати додаткові споживачі електричної енергії до існуючої системи електропостачання.

### 3.4.3 Розрахунок силового навантаження за ДБН В.2.5-23:2010

Проведемо розрахунки за [6]. Розрахункове навантаження силових ліній визначимо за наступною формулою:

$$P_{\text{сил}} = P_{\text{ел}} \cdot K_{\text{поп}}, \quad (3.18)$$

де  $P_{\text{ел}}$  – установа потужність електроприймачів;

$K_{\text{поп}}$  – розрахунковий коефіцієнт попиту.

Кухонне обладнання розподілимо на технологічне, механічне, холодильне, також виділимо групу вентиляційного устаткування, прального, офісної техніки та інше обладнання. Під час збору даних, були представлені дані, щодо встановленої потужності електроприймачів та їх кількість.

Значення коефіцієнту попиту беремо з довідникової таблиць ДБН. Якщо наявне одиничне обладнання, коефіцієнт попиту дорівнює 1 за [6], інші значення коефіцієнту обираємо в залежать від кількості обладнання для певної групи приймачів. Отже розрахунки за наведеною формулою та обрані коефіцієнти попиту зведемо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок силового навантаження

Обладнання	Кількість, шт	Номінальна потужність, $P_n$ кВт	Сумарна потужність, $\Sigma P_n$ кВт	$K_{\text{поп}}$	$P_{\text{сил}}$
<b>ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>					
Ел. плита ПЭСМ-4ШБ	2	16	32	0,8	25,6
Котел харчовий КПЭСМ - БОМ	2	9,45	18,9	0,8	15,12
<b>МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>					
Соковижималка	2	1,5	3	0,75	2,25
Хліборізка	1	0,4	0,4	1	0,4
М'ясорубка	1	1,1	1,1	1	1,1
Картоплечистка	1	0,6	0,6	1	0,6
<b>ХОЛОДИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>					
Шафа холодильна	1	0,27	1	0,9	0,9
Шафа холодильна	1	1	1	0,9	0,9
<b>СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ</b>					
Припливна система	1	2,2	2,2	0,6	1,32
Припливна система	1	0,12	0,12	0,6	0,07
Осьовий вентилятор	1	0,12	0,12	1	0,12
Витяжна система	1	2,2	2,2	0,6	1,32
Витяжна система	1	0,12	0,12	0,6	0,07
Побутовий вентилятор	2	1,5	3	0,6	1,8
<b>ПРАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>					
Сушильний барабан	1	10	10	1	10
Електропраска	2	1	2	0,5	1
Центрифуга	1	0,55	0,55	1	0,55



Продовження таблиці 3.3

Пральна машина	2	10,9	21,8	0,5	10,9
Електрорушник эр 2213	2	1,2	2,4	0,4	0,96
Стерилізатор с-87	1	0,85	0,85	1	0,85
<b>ОФІСНА ТЕХНІКА</b>					
Комп'ютер	3	0,3	0,9	0,5	0,45
Ксерокс	1	0,6	0,6	0,5	0,3
<b>ІНШЕ</b>					
Швейна машина	1	0,25	0,25	1	0,25
Котел електричний	1	9	9	1	9
Водонагрівач(бойлер)	10	1,5	15	0,6	9
<b>ЗАГАЛОМ</b>			<b>129,11</b>		<b>94,8</b>

**Висновки:**

Порівнюючи два розрахунки силового навантаження бачимо деяку відмінність в отриманих значеннях: за методом розрахункових коефіцієнтів отримали значення силового навантаження 89,42 кВт, а за ДБН В.2.5-23:2010 – 94,834 кВт, тобто різниця становить 5,7%. Ця різниця може бути обумовлена неточним вибором коефіцієнту попиту, коефіцієнтом реактивної потужності або коефіцієнту використання, оскільки більш точний розрахунок силового навантаження потребує інструментальних досліджень параметрів мережі, виміру споживання потужності електроприймачами у різні проміжки часу, виконання статистичних досліджень, щодо точних значень середніх ймовірностей включення електричних приладів протягом деякого часу. На основі багатьох вимірів, розрахунків та складання статистичних даних, можливий більш точний розрахунок силового навантаження.

**3.4.4 Розрахунок навантаження системи освітлення**

Внутрішнє освітлення в ДНЗ виконано з використанням люмінесцентних, а також ламп розжарення. Зовнішнє – ртутних ламп високого тиску (ДРЛ).

Проведемо розрахунок навантаження систем освітлення для садка [7].

Розглянемо розрахунок навантаження системи освітлення на прикладі ламп розжарювання на першому ЩО потужність лампи 60 Вт:

$$n_1 = \sum n_{1 \text{ пов}}, \quad (3.19)$$

де  $n_{1 \text{ пов}}$  - кількість встановлених ламп розжарення на першому поверсі.

Просумуємо кількість лам:

$$n_1 = 20 \text{ од.}$$

Навантаження, що припадає на споживання ламп розжарення знайдемо за формулою:

$$P_n = n_1 \cdot P_{\text{нл}}, \quad (3.20)$$

де  $P_{\text{нл}}$  – номінальна потужність лампи розжарення, Вт.

Підставимо:

$$P_n = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ Вт.}$$

Знайдемо проміжне навантаження:

$$P_{\text{пл}} = P_n \cdot k_{\text{в}}, \quad (3.21)$$

де  $k_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання.

Підставляємо дані до формули (3.21) та отримаємо:

$$P_{\text{пл}} = 1 \cdot 1200 = 1200 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнти потужності:  $\cos\varphi=1$ ,  $\text{tg}\varphi=0$  для ламп розжарювання.

Розрахуємо розрахункову потужність на ЩО1:

$$P_p = P_n \cdot \cos\varphi. \quad (3.22)$$

Підставляємо значення:

$$P_p = 1200 \cdot 1 = 1200 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо значення реактивної потужності:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg}\varphi. \quad (3.23)$$

Підставляємо значення до формули (3.23):

$$Q_{\text{щ01}} = 600 \cdot 0 = 0 \text{ квар.}$$

Для люмінесцентних ламп та для ламп ДРЛ (зовнішнє освітлення) коефіцієнт використання дорівнює 1,1 оскільки наявні втрати в ПРА.

Результати розрахунків зведемо до таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Розрахунок навантаження системи опалення

Тип ламп	n, од	R <sub>н.і</sub> , Вт	R <sub>н</sub> , Вт	cosφ	tgφ	P <sub>п</sub> , Вт	P <sub>р</sub> , Вт	Q <sub>р</sub> , квар
<b>ЩО 1 (1поверх)</b>								
люмінесцентні	145	40	5800	0,8	0,64	6380	5104	3284,43
розжарювання	5	75	375	1	0	375	375	0
розжарювання	20	60	1200	1	0	1200	1200	0
сумарне							6679	3284,43
<b>ЩО 2 (1 поверх)</b>								
люмінесцентні	120	40	4800	0,8	0,64	5280	4224	2718,15
розжарювання	10	75	750	1	0	750	750	0
розжарювання	20	60	1200	1	0	1200	1200	0
сумарне							6174	2718,15
<b>ЩО 3 (2 поверх)</b>								
люмінесцентні	100	40	4000	0,8	0,64	4400	3520	2265,12
розжарювання	5	100	500	1	0	500	500	0
розжарювання	15	60	900	1	0	900	900	0
сумарне							4920	2265,12
<b>ЩО 4 (2 поверх)</b>								
люмінесцентні	135	40	5400	0,8	0,64	5940	4752	3057,93
розжарювання	10	100	1000	1	0	1000	1000	0
розжарювання	20	60	1200	1	0	1200	1200	0
сумарне							6952	3057,92
<b>сумарне внутрішнє</b>							<b>24725</b>	<b>11325,6</b>
зовнішнє	14	150	2100	0,85	0,56	2310	1963,5	1089,37
<b>Загалом</b>							<b>26688,5</b>	<b>12414,99</b>

Сумарне навантаження складає:

$$\sum P_p = 26,68 \text{ кВт.}$$

### 3.4.5 Розрахунок навантаження системи освітлення за ДБН В.2.5-23:2010

Проведемо розрахунки за [6]. Розрахункове навантаження ліній що живлять робоче освітлення:

$$P_{\text{ос.р}} = P_{\text{ос.р.ус}} \cdot K_{\text{поп.оср}}, \quad (3.24)$$

де  $P_{\text{ос.р.ус}}$  –установлена потужність робочого освітлення, кВт,

$K_{\text{попоср}}$  – коефіцієнт попиту.

Коефіцієнт попиту для розрахунку аварійного освітлення та для освітлення будинків, тобто для зовнішнього освітлення дорівнює 1.

Коефіцієнт попиту для інших типів освітлювальних приладів визначаємо в залежності від їх потужності [6]. Отримані результати розрахунків занесемо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок навантаження системою освітлення

Обладнання	Кількість, шт	Номінальна потужність, $P_n$ кВт	Сумарна потужність, $\Sigma P_n$ кВт	$K_{\text{поп}}$	$P_{\text{осв}}$ , кВт
Люмінесцентні	500	0,04	20	0,796	15,92
Лампи розжарювання	75	0,06	4,5	0,796	3,58
Лампи розжарювання	15	0,075	1,125	0,796	0,9
Лампи розжарювання	15	0,1	1,5	0,796	1,19
Зовнішнє освітлення	14	0,15	2,1	1	2,1
<b>Сумарне</b>					<b>23,69</b>

## Висновки

Порівнюючи два розрахунки бачимо відмінність в отриманих значеннях: за методом розрахункових коефіцієнтів отримали значення навантаження систем освітлення 26,68 кВт, а за ДБН В.2.5-23:2010 – 23,69 кВт, тобто різниця становить 11,2%. Ця різниця може бути обумовлена аналогічними причинами, що при розрахунку силового навантаження.

## 3.5 Баланси річного споживання активної енергії

Складемо баланс споживання енергії електроспоживачами ДНЗ за 2017 рік. Споживання електричної енергії відповідної одиниці обладнання розраховується за формулою:

$$W_i = P_{\text{вст } i} \cdot n \cdot k_{\text{в } i} \cdot T_{\text{роб } i}, \quad (3.25)$$

де  $P_{вст\ i}$  – встановлена потужність одиниці відповідного обладнання, кВт,  
яка береться із паспортних даних обладнання;

$n$  – кількість одиниць обладнання, шт;

$k_{в\ i}$  – коефіцієнт використання встановленої потужності;

$T_{роб\ i}$  – тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

Визначимо загальне електроспоживання  $W$ , для електричної плити, використовуючи формулу (3.25):

$$W_{Плити} = 16 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 1000 = 25600 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Використовуючи формулу розраховуємо у програмі Microsoft Excel споживання електричної енергії за 2017 рік. Результат наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Корисне споживання електричної енергії за 2017 р.

Найменування	Встановлена потужність одиниці обладнання $P$ , кВт	Кількість одиниць обладнання $n$ , шт	Загальна встановлена потужність обладнання $P_{вст}$ , кВт	Тривалість роботи за рік $T_{роб}$ , год	Коефіцієнт використання максимальної потужності	Загальне електроспоживання, $W$ , кВт.год
Припливна система	2,2	1	2,2	455	0,75	750,75
Припливна система	0,12	1	0,12	750	0,75	67,5
Осьовий вентилятор	0,12	1	0,12	400	0,7	33,6
Витяжна система	2,2	1	2,2	550	0,65	786,5
Витяжна система	0,12	1	0,12	800	0,6	57,6
Побутовий вентилятор	1,5	2	3	200	0,65	390
Соковижималка	1,5	2	3	92	0,65	179,4
Хліборізка	0,4	1	0,4	170	0,6	40,8
Електрична плита ПЭСМ-4ШБ	16	2	32	1000	0,8	25600
Котел харчовий КПЭСМ - БОМ	9,45	2	18,9	1300	0,8	19656
М'ясорубка	1,1	1	1,1	400	0,7	308
Картопличистка	0,6	1	0,6	470	0,7	197,4
Електрорушник 2213	1,2	1	1,2	280	0,6	201,6
Швейна машина	0,25	1	0,25	70	0,4	7
Шафа холодильна	0,27	1	0,27	8735	1	2358,45

Продовження таблиці 3.6

Шафа холодильна	1	1	1	8730	1	8730
Барабан сушильний	10	1	10	100	0,7	700
Електропраска	1	2	2	250	0,7	350
Центрифуга	0,55	1	0,55	120	1	66
Пральна машина	10,9	2	21,8	540	1	11772
Електрорушник 2213	1,2	1	1,2	290	0,6	208,8
Котел електричний	9	1	9	148	0,7	932,4
Стерилізатор с-87	0,85	1	0,85	170	0,4	57,8
Комп'ютер	0,3	3	0,9	715	0,6	386,1
Водонагрівач	1,5	10	15	990	0,6	8910
Ксерокс	0,6	1	0,6	100	0,4	24
внутрішнє(люмінесцентні лампи)	17,6	1	17,6	750	1,1	14520
внутрішнє(лампи розжарювання)	7,125	1	7,125	750	1	5343,75
зовнішнє	1,9635	1	1,9635	1200	1	2356,2
<b>Загальне споживання</b>						<b>100991,7</b>

Загальний річний обсяг споживання електроенергії в дитячому садку становить: 100992 кВт·год/рік. Фактичні обсяги електроспоживання становлять близько 97167 кВт·год/рік, отже відмінність становить 3,8%, що є допустимим, тобто складений баланс можна використовувати для аналізу енергоспоживання груп обладнання. Представимо структуру корисного енергоспоживання (рисунок 3.1).

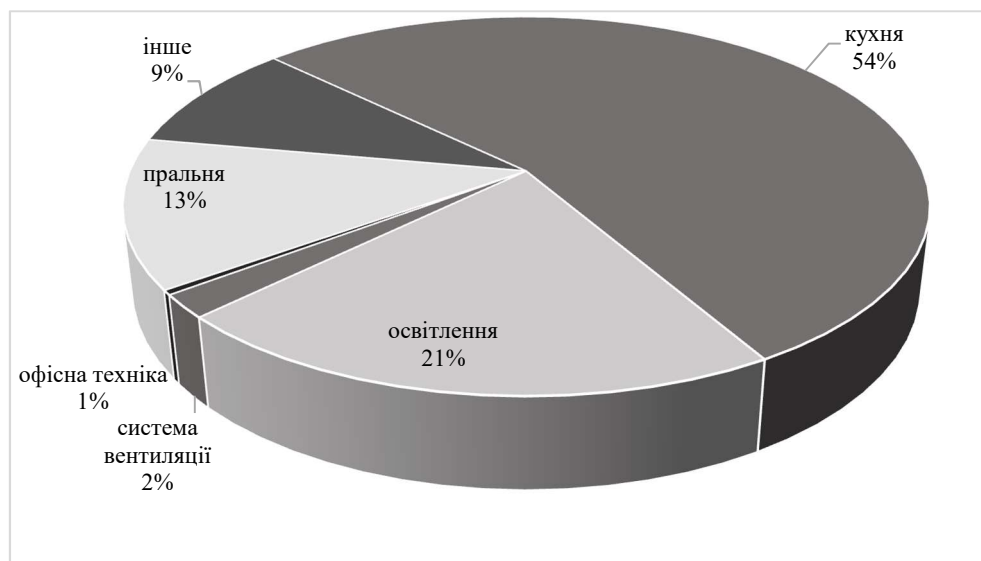


Рисунок 3.1 – Структура корисного енергоспоживання ДНЗ «Джерельце»

## Висновки

Аналізуючи баланс електричної енергії, бачимо, що найбільше споживання електричної енергії припадає на кухонне електрообладнання 54%, оскільки там знаходяться більш за все потужні споживачі електричної енергії, також значну частку в балансі становить споживання електричної енергії приладами освітлення – 21%. Зведений баланс споживання електричної енергії, дає нам можливість визначити найбільш енергоємне устаткування, та правильно обрати заходи для підвищення енергетичної ефективності.

### 3.6 Облік споживання електроенергії

В ДНЗ наявна система обліку електричної енергії. Облік споживання електричної енергії відбувається лічильниками котрі установлені у електрощитових. Засоби обліку електричної енергії, представлені лічильником типу СА4-У672М, які встановлені в електрощитових садочку (таблиця 3.7).

Параметри лічильника СА4-У672М:

- трьохфазний;
- механічний (індукційний);
- клас точності 2,0;
- для одноставкового тарифу;
- номінальна напруга: 3х380/220 В;
- номінальна частота: 50Гц;
- допустиме відхилення напруги мережі: від -20% до +15%;

Таблиця 3.7 – Характеристика приладів обліку електроенергії

Назва /Тип лічильника	Місце	Сер. No.	Трансформатор струму
СА4-У672М	ЕЩ	1040363	150/5
СА4-У672М	ЕЩ	1101295	150/5

## Висновки

- Комерційний облік реалізований із застосуванням лічильників з класом точності 2;
- 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;
- лічильники знаходяться в працездатному стані, але можливе технічне вдосконалення, що повинне містити у собі встановлення нових засобів обліку з можливістю їх інтегрування до автоматичної системи контролю та обліку.

### 3.7 Аналіз динаміки тарифів на електроенергію

На сьогодні ДНЗ використовує однофазні лічильник, тому садочок використовує одноставковий прогресивний тариф за лічильником. Електропостачання ДНЗ здійснює ПАТ «Чернігівобленерго».

Проаналізуємо динаміку зміни тарифів на електричну енергію в за три останні роки, та зведемо у наступну таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Тарифи на електричну енергію за 2015 – 2017 роки (з ПДВ)

Місяць	2015(грн/ кВт·год)	2016(грн/ кВт·год)	2017(грн/ кВт·год)	2018(грн/ кВт·год)
Січень	1,585	1,907	2,42	2,66
Лютий	1,585	1,907	2,45	2,74
Березень	1,666	1,907	2,44	2,75
Квітень	1,681	1,907	2,38	8,87
Травень	1,662	2,022	2,399	2,87
Червень	1,717	2,022	2,42	2,87
Липень	1,802	2,187	2,42	2,86
Серпень	1,802	2,157	2,43	2,86



Продовження таблиці 3.8

Вересень	1,802	2,157	2,43	2,86
Жовтень	1,823	2,364	2,44	2,87
Листопад	1,823	2,364	2,45	2,87
Грудень	1,823	2,364	2,46	2,87

Для більшої наочності зобразимо динаміку зміни на рисунку 3.2.

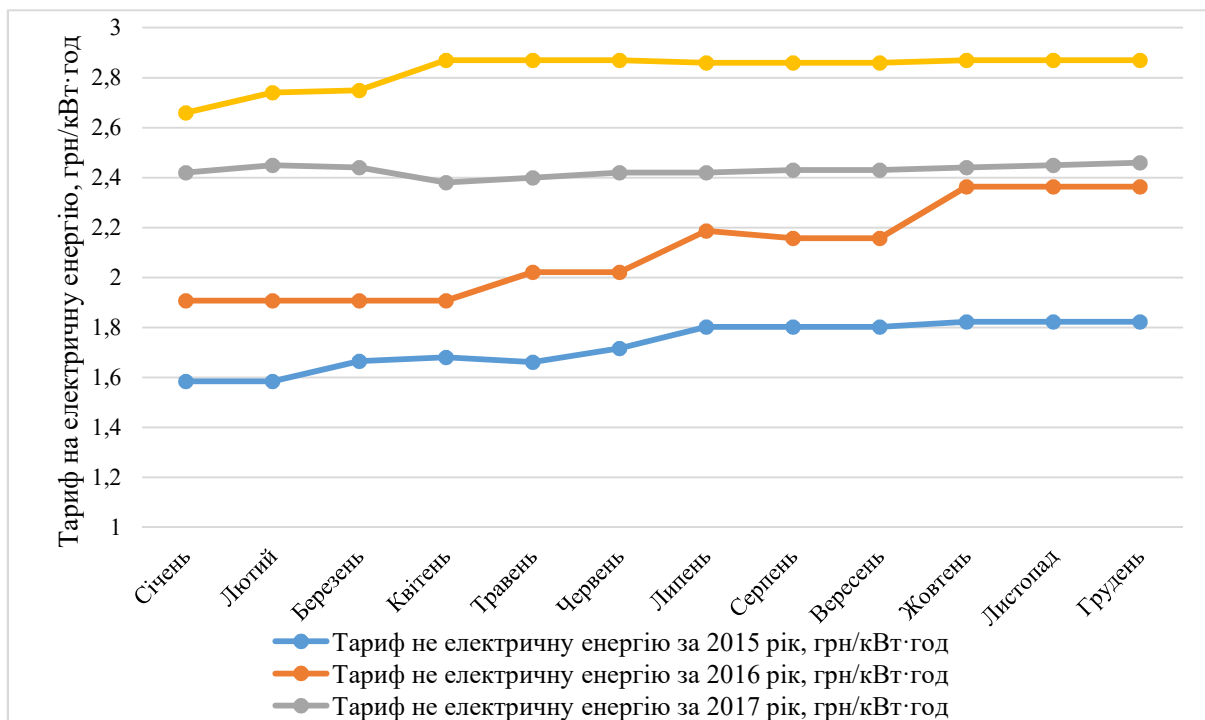


Рисунок 3.2 – Динаміка зміни тарифів на електричну енергію

На рисунку 3.2 добре видно, що зміна тарифів щороку має тенденцію до збільшення, відповідно і збільшуються витрати на електричну енергію, найбільш суттєвий скачок в зміні тарифу відбувся у 2016 році на 8,75% у жовтні місяці. Якщо порівнювати 2015 та 2018 роки, тариф виріс майже на 40%.

На наступній діаграмі, зображеній на рисунку 3.3 порівняємо залежність витрати на електричну енергію та зміни тарифу за 2017 рік.

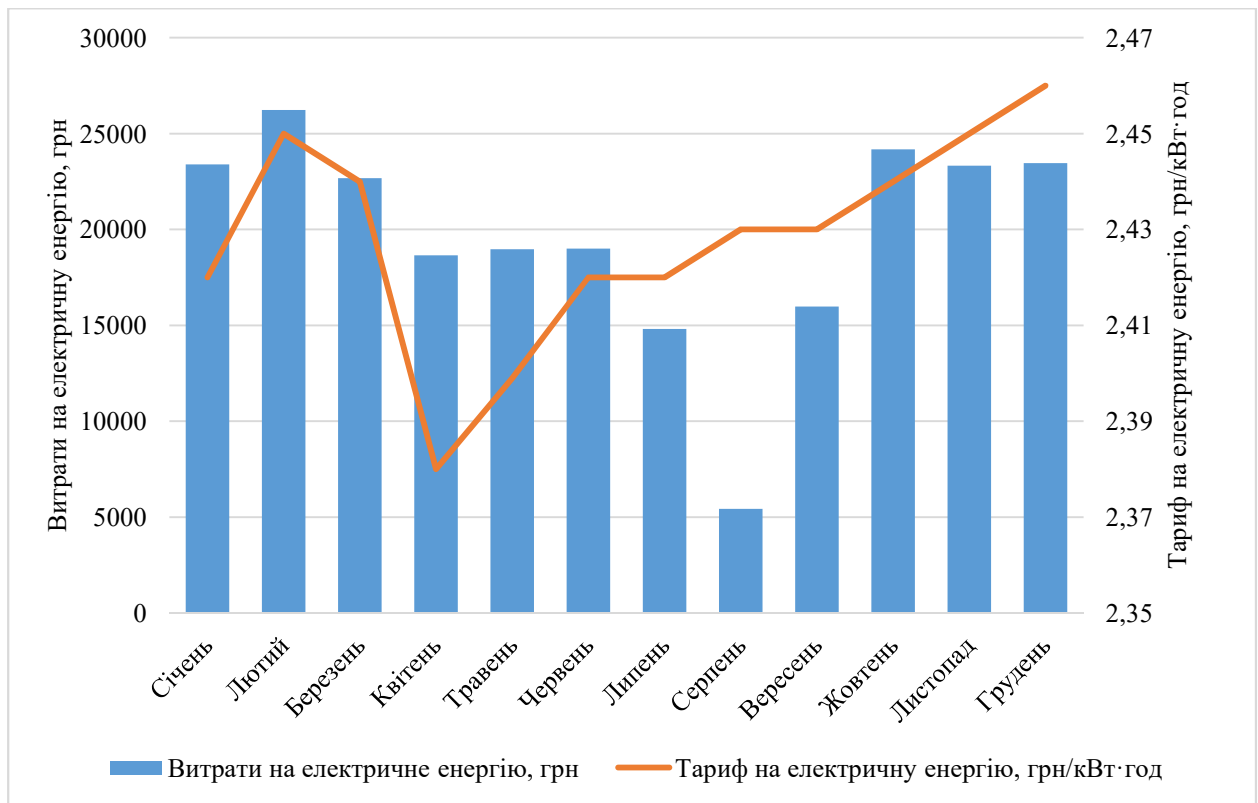


Рисунок 3.3 – Динаміка зміни витрат та тарифів на електроенергію за 2017 рік

Проаналізувавши рисунок 3.3 бачимо загалом зростаючу динаміку зміни тарифу на електроенергію та, як наслідок, зростання витрат на оплату електричної енергії. Різке зменшення тарифу на електроенергію спостерігається у квітні 2017 року на 2% порівнюючи з попереднім місяцем. Різке падіння сплати за електричну енергію у серпні, пов'язано, зі зменшенням споживання в ДНЗ (зачинення дитячого садочку на 2тижні). Отже витрати на електричну енергію протягом року збільшились майже на 4%.

Оскільки тарифи на електроенергію щороку зростають, для розрахунків економії від заходів з енергозбереження будемо використовувати актуальний тариф, тобто для листопада 2018 року.

На сьогоднішній день є дуже актуальним питання, щодо переходу на тризонні тарифи диференційованих за проміжком часу. Враховуючи режим роботи ДНЗ з 07:00–19:00, це не є доцільним, оскільки часи роботи припадають на пікове та напівпікове споживання. Приведений в попередньому пункті баланс по споживанню, показує, що 58% від всього споживання становить кухонне

обладнання, режим його використання припадає з 07:00–16:00. Також вагома частина становить освітлення 16%, внутрішнє освітлення від цієї частки становить більше 60%, оскільки існують санітарні норма, щодо освітленості ігрової зони, робочої поверхні в ДНЗ, споживання також буде припадати на пікові та напівпікові години. Години роботи системи вентиляції також припадає на пікове та напівпіковий проміжок часу. Отже більше аніж 70% обладнання, котре призначене для обслуговування ДНЗ неможливо перевести на нічний тариф.

### **3.8 Заходи з енергозбереження**

Аналіз балансу річного споживання електричної енергії за 2017 рік дає нам змогу оціни найенергоємну групу споживачів та правильно спрямувати заходи з підвищення рівня енергоефективності. Вагому частина споживання припадає на кухонне обладнання, також значна частина споживання енергії є засобами освітлення та пральним обладнанням. Тому беручи за основу зведений баланс можна запропонувати наступні заходи з енергозбереження.

#### **3.8.1 Заміна джерел світла**

Умовою реалізації цього заходу є однакова характеристика типу цоколю для кожного типу ламп.

##### **Описання можливості**

На даний момент в дитячому садку встановлені люмінесцентні лампи та лампи розжарювання. Кількість та характеристики ламп наведені зазначені в таблиці 3.9. Також аналізуючи баланс по споживанню електричної енергії, освітлювальні прилади займають вагому частину від загального споживання – 16%.

Таблиця 3.9

Тип ламп	Кількість, шт	Номинальна потужність, $P_n$ кВт	Сумарна потужність, $\Sigma P_n$ кВт
Люмінесцентні	500	0,04	20
Лампи розжарювання	75	0,06	4,5
Лампи розжарювання	15	0,075	1,125
Лампи розжарювання	15	0,1	1,5
Зовнішнє освітлення	14	0,15	2,1

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.

Складемо порівняльну таблицю X в яку занесемо паспортні дані лампи Philips Master LEDtube G13 STD 20W 865 T8, Global 1-GB-163 A60 та характеристики існуючих люмінесцентних та ламп розжарювання.

Споживання електричної енергії, котре споживаються різними типами ламп наведена в таблиці 3.6 при розрахунку балансу. Загальне споживання внутрішнього освітлення становить – 13586,5 кВт·год/рік, з якого 5842,5 споживається лампами розжарювання, що становить 43%, а інші 57% від споживання припадає на люмінесцентні лампами, що становить 7744 кВт·год/рік.

Порівняємо існуючі лампи з світлодіодними в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Порівняння світлодіодних ламп з люмінесцентними та лампами розжарювання

Тип	Номинальна потужність, Вт	Середня тривалість роботи, годин	Світловий потік, Лм
ЛБ 40-2	40	10000	1060
Лампа розжарювання А-ID-0872	100	1000	968
Лампа розжарювання А-ID-0871	75	1000	680
Лампа розжарювання А-ID-0870	60	1000	471
Світлодіодні лампи			

Продовження таблиці 3.10

Тип	Номинальна потужність, Вт	Середня тривалість роботи, годин	Світловий потік, Лм	Вартість однієї, грн
LEDSTAR G45 510lm 6W 3000K E27	6	20000	510	25
LEDSTAR A60 744lm 8W 4000K E27	8	20000	744	28
LEDSTAR A60 930lm 10W 4000K E27	10	20000	930	31
Enerlight T8 Glass 18Вт 6500K G13	18	40000	1600	62

**Капіталовкладення:**

Розрахуємо вартість обладнання:

$$B = C \cdot N, \quad (3.26)$$

де  $C$  – вартість однієї одиниці;

$N$  – кількість одиниць.

Розрахуємо вартість світлодіодних ламп:

$$B = 62 \cdot 500 + 31 \cdot 15 + 28 \cdot 15 + 25 \cdot 75 = 33\,760 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати будуть включати в себе:

вартість обладнання складає 33 760 грн,

встановлення: 2 500 грн,

транспортні витрати 500 грн.

Отже загальні витрати становитимуть: **36 760 грн.**

**Економія та термін окупності**

Розрахуємо споживання електричної енергії світлодіодними лампами за (3.25):

$$W_1' = N \cdot P \cdot t = (500 \cdot 0,018 + 15 \cdot 0,01 + 15 \cdot 0,008 + 75 \cdot 0,006) \cdot 750 = 7290 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Економія електричної енергії:

$$\Delta W = W_1 - W_2. \quad (3.27)$$

Підставляємо значення в формулу отримаємо:

$$\Delta W = 19863,75 - 7290 = 12\,573,8 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Розрахуємо економію в грошовому еквіваленті:

$$E = \Delta W \cdot b, \quad (3.28)$$

де  $b$  – тариф на електроенергію, грн/кВт·рік.

Підставимо в формулу отримані значення (3.28):

$$E = 12573,8 \cdot 2,87 = 36\,086,8 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Розрахуємо простий термін окупності:

$$T = \frac{B}{E}. \quad (3.29)$$

Отримані значення підставимо у (3.29), та отримаємо:

$$T = \frac{36760}{36086,8} = 1 \text{ рік.}$$

### 3.8.2 Заміна холодильних шаф

#### Описання можливості

В харчовому блоці дитячого садочку є в наявності дві холодильні шафи радянського зразка. За наявним технічними характеристиками даних споживачів електроенергії відомі номінальні потужності холодильного устаткування – 0,27 та 1 кВт, споживання електричної енергії за 2017 рік, за зведеним балансом становить  $11088,5 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$ .

Для покращення умов зберігання харчових продуктів та раціонального використання енергії слід замінити дані холодильні шафи на більш сучасні. Пропонуємо встановити POLAIR CM110-S. Номінальна потужність - 0,23 кВт. Вартість однієї одиниці товару становить 26 000 грн. Необхідна напруга, для даного устаткування 220В.

#### Капітальні витрати

вартість обладнання: 52 000 грн;

встановлення 2 500 грн;

гарантія та сервіс 1 500 грн;

транспортування 10 000 грн;

загальні витрати на заміну холодильних шаф **66 000 грн.**

### Економія та термін окупності

Замінивши старі машини на нові отримаємо за формулою (3.25):

$$W_2 = 0,23 \cdot 2 \cdot 8735 \cdot 1 = 4018,1 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Розраховуємо економію за (3.27):

$$\Delta W = 11088,5 - 4018,1 = 7\,070,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

В грошовому еквіваленті розрахуємо за (3.28):

$$E = 7\,070,4 \cdot 2,87 = 20\,292 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Підставляємо наші значення в (3.29), отримаємо термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{66000}{20292} = 3,3 \text{ роки.}$$

### 3.8.3 Заміна електричних плит

#### Описання можливості

Для приготування їжі в дитячому садку на даний час використовуються 2 електричні плити ПЭСМ-4ШБ. Потужність кожної складає 16 кВт, а сумарна складає 32 кВт, плити знаходяться в незадовільному технічному стані.

З метою економії енергетичних ресурсів на кухні пропонується встановити сучасні індукційні плити SKVARA SIF 4.8 у кількості 2 штук замість двох ПЭСМ-4ШБ. Потужність однієї плити становить 8 кВт, сумарна потужність складатиме 16 кВт. Характеристика плити наведена в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Порівняння плит ПЭСМ-4ШБ та ЭПК-4МП ТМ ЭФЕС

Тип	Номинальна потужність, кВт	Кількість конфорок	Матеріал	Макс./мін. робоча температура, °С	Наруга, В
ПЭСМ-4ШБ	16	4	Нержавіюча сталь	270/50	380
SKVARA SIF 4.8	8	4	склокераміка	240/ 0	380

**Капіталовкладення:**

Вартість за одиницю обладнання становить 35 000грн., загальна сума – 70 000грн.

посуд для індукційних плит: 45 000,

встановлення електричних плит 3 000 грн,

гарантія та обслуговування 2 500 грн,

транспортні витрати 7 000 грн.

Отже загальні витрати складуть **127 500 грн.**

**Економія та термін окупності**

Споживана потужність за рік старими електричними плитами:

$$W_1 = 25\,600 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Замінивши старі плити на нові отримаємо споживання електричної енергії за (3.25):

$$W_2 = 1000 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,8 = 12800 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Економі електричної енергії обчислюємо за формуло (3.27):

$$\Delta W = 25600 - 12800 = 12\,800 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Економію в грошовому еквіваленті (3.28):

$$E = 12800 \cdot 2,87 = 36\,736 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Термін окупності обраховуємо (3.29):

$$T = \frac{B}{E} = \frac{127500}{36736} = 3,5 \text{ роки.}$$

**3.8.4 Заміна старих пральних машин****Існуючий стан**

В дитячому садку є пральна кімната, яка облаштована пральними машинами радянського зразка. Вони не є енергоефективні, відсоток споживання прального обладнання від загального становить 13,5%, споживання



пральних машин в даній групі становить 88%, що становить  $11772 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$ .

### Капіталовкладення:

З метою економії енергетичних ресурсів пропонується встановити сучасні пральні машини WCI 320 WPS PWash2.0 XL у кількості 2 штук замість двох радянського зразка. Ціна машини 46 800 грн. Ціна за дві плити становить 93 600 грн.

Капітальні витрати включають в себе:

вартість обладнання 93 600 грн

встановлення пральних машин 1 500 грн;

гарантія та обслуговування 2 000 грн;

транспортування 7 000 грн;

загальні витрати по заміні пральних машин складатимуть: **104 100 грн.**

### Економія та термін окупності

За паспортними даними пральної машини, відома встановлена потужність, котра становить 2,4 кВт·год, отже споживання електроенергії за рік під час використання пральної машини буде становитиме за (3.25):

$$W_2 = 2,4 \cdot 540 \cdot 2 = 2592 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$$

Розрахуємо економію електричної енергії за (3.27):

$$\Delta W = 11772 - 2592 = 9180 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$$

Економія в грошовому еквіваленті буде становити за формулою (3.28):

$$E = 9180 \cdot 2,87 = 26346,6 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Термін окупності рахуємо за (3.29):

$$T = \frac{B}{E} = \frac{104100}{26346,6} = 3,9 \text{ років.}$$

### 3.8.5 Встановлення датчиків присутності

#### Описання можливості

В ДНЗ є 10 групових кімнат, для кожної з яких передбачені туалет та переодягальня. Частіше за все, в даних кімнатах увімкнене світло, а також і у коридорах.

Датчики присутності використовуються для зниження витрат на освітлення. Інфрачервоні датчики руху призначені для автоматичного включення і виключення освітлення в разі появи (руху) людини в контрольованій зоні. Витрати на електроенергію після установки датчика руху (присутності) знижуються до 75%.

Датчик E.Next e.sensor.pir.07 який має огляд 360°, починає реагувати при появі руху до 6м від датчика.

Маємо 10 туалетів та 10 переодягальнь, в коридори по 3 на кожному поверсі, загальна кількість датчиків 26 шт. Вартість одного датчика становить 204грн. Отже порахуємо капітальні витрати.

#### Капітальні витрати

обладнання 5 304 грн;

встановлення 4 000 грн;

інспектування і випробування 2 000 грн;

транспортування 800 грн;

загальні витрати на встановлення будуть становити **12 104 грн.**

#### Економія та термін окупності

Встановлювати датчики рекомендують після заміни ламп на LED, тому визначимо споживання електричної енергії після їх встановлення по кімнатам розраховуємо за (3.25):

В туалетах  $W_1 = 0,008 \cdot 750 \cdot 20 \cdot 1 = 150$  кВт·год;

В переодягальнях  $W_2 = 0,018 \cdot 750 \cdot 80 \cdot 1 = 1200$  кВт·год;

В коридорах  $W_3 = 0,018 \cdot 750 \cdot 32 \cdot 1 = 480$  кВт·год;

Сумарне споживання :  $W=1830$  кВт·год.

Розрахуємо економію при використанні датчиків:

$$\Delta W = 1830 \cdot 0,75 = 1372,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Економія в грошовому еквіваленті рахується за формулою (3.28):

$$E = \Delta W \cdot C = 1372,5 \cdot 2,87 = 3939,1 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Термін окупності розраховуємо за (3.29):

$$T = \frac{B}{E} = \frac{12104}{3939} = 3,1 \text{ роки.}$$

### 3.8.7 Потенціал енергозбереження

В результаті проведення енергетичного обстеження було сформовано рекомендований перелік енергозберігаючих заходів та розраховані енергетичні та економічні розрахунки для кожного заходу.

Зменшення витрат на енергію оцінювалось за тарифами на енергоресурси станом на листопад 2018 року (тарифи враховують ПДВ зі ставкою 20%). Величина інвестицій розрахована також станом на листопад 2018 року.

Проаналізуємо запропоновані заходи з енергозбереження в попередньому пункті. Для зручності представимо отримані дані у вигляді таблиці 3.12 та визначимо загальну економію.

Таблиця 3.12 – Запропоновані заходи з енергозбереження

Назва заходу	Простий термін окупності	Економія, кВт·год/рік	Економія за рік, грн/рік
Заміна ламп на світлодіодні	1 рік	12 574	36 087
Заміна електричних плит	3 роки 5 місяців	12 800	36 736
Заміна холодильних шаф	3 роки 3 місяці	7 070	20 292
Заміна пральних машин	3 роки 9 місяців	9180	26347
Встановлення датчиків присутності	3 років 2 місяці	1373	3 939
<b>Загальна економія</b>		<b>42 997</b>	<b>123 401</b>

Складемо баланс споживання енергії таблиця 3.13 електроспоживачами після введення заходів енергозбереження. Розрахунки проведемо аналогічним чином як в пункті 3.5.

Таблиця 3.13 – Корисне споживання електричної енергії після введення можливостей з енергозбереження

Найменування	Встановлена потужність одиниці обладнання P, кВт	Кількість одиниць обладнання n, шт	Загальна встановлена потужність обладнання P <sub>вст</sub> , кВт	Тривалість роботи за рік T <sub>роб</sub> , год	Коефіцієнт використання максимальної потужності	Загальне електроспоживання, W, кВт.год
Припливна система	2,2	1	2,2	455	0,75	750,75
Припливна система	0,12	1	0,12	750	0,75	67,5
Осьовий вентилятор	0,12	1	0,12	400	0,7	33,6
Витяжна система	2,2	1	2,2	550	0,65	786,5
Витяжна система	0,12	1	0,12	800	0,6	57,6
Побутовий вентилятор	1,5	2	3	200	0,65	390
Соковижималка	1,5	2	3	92	0,65	179,4
Хліборізка	0,4	1	0,4	170	0,6	40,8
Електрична плита	8	2	16	1000	0,8	12800
Котел харчовий КПЭСМ - БОМ	9,45	2	18,9	1300	0,8	19656
М'ясорубка	1,1	1	1,1	400	0,7	308
Картопличестка	0,6	1	0,6	470	0,7	197,4
Електрорушник 2213	1,2	1	1,2	280	0,6	201,6
Швейна машина	0,25	1	0,25	70	0,4	7
Шафа холодильна	0,23	2	0,46	8735	1	4018
Барaban сушильний	10	1	10	100	0,7	700
Електропраска	1	2	2	250	0,7	350
Центрифуга	0,55	1	0,55	120	1	66
Пральна машина	5,3	2	10,6	540	1	2592
Електрорушник 2213	1,2	1	1,2	290	0,6	208,8
Котел електричний	9	1	9	148	0,7	932,4
Стерилізатор с-87	0,85	1	0,85	170	0,4	57,8
Комп'ютер	0,3	3	0,9	715	0,6	386,1

## Продовження таблиці 3.13

Водонагрівач	1,5	10	15	990	0,6	8910
Ксерокс	0,6	1	0,6	100	0,4	24
внутрішнє(світлодіодні)	9,72	1	9,72	520	1	5917,5
зовнішнє	1,9635	1	1,9635	1200	1	2356,2
<b>Загальне споживання</b>						<b>61995,05</b>

Загальний річний обсяг споживання електроенергії в дитячому садку становить: 97167 кВт·год/рік, споживання електроенергії після впровадження заходів скоротиться до 61995,05 кВт·год/рік.

**Економія:**

$$\Delta W = 97167 - 61995,1 = 35\,171,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}.$$

Розрахуємо економію в грошовому еквіваленті:

$$E = 35\,171,9 \cdot 2,87 = 100\,943 \text{ грн}/\text{рік}.$$

На рисунку 3.4 показано зменшення споживання групами споживачів електричної енергії після впровадження заходів з енергозбереження.

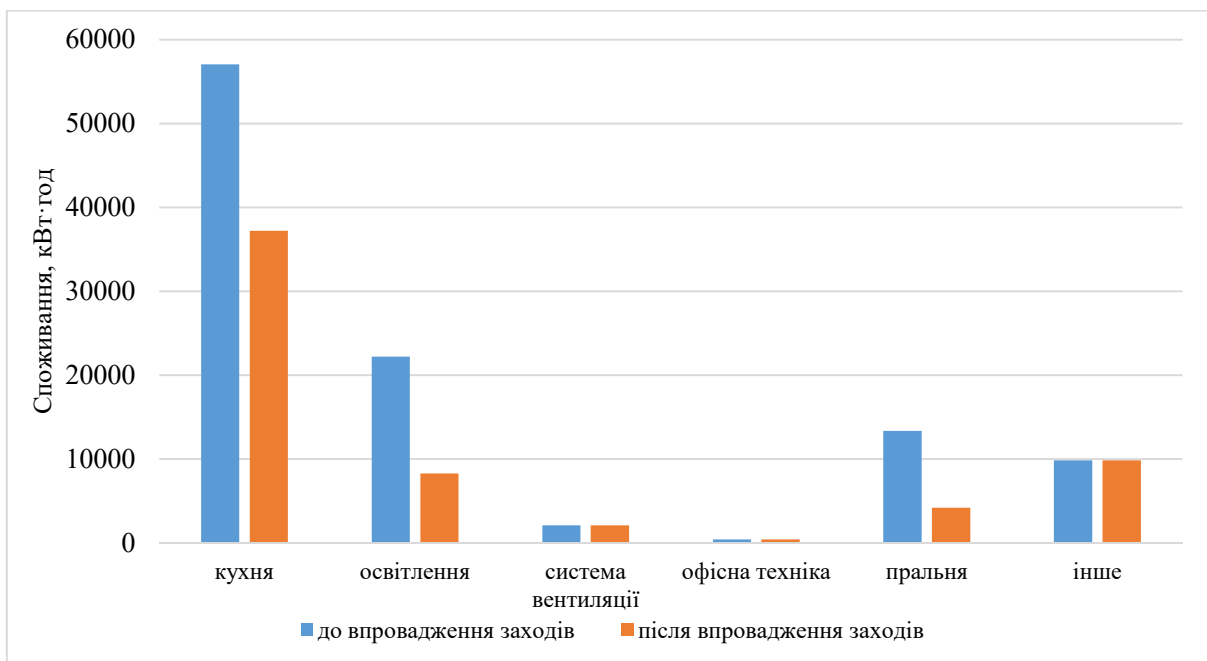


Рисунок 3.4 – Зменшення споживання після впровадження ЗЕЗ

## **4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА**

### **4.1 Підвищення рівня енергоефективності громадської будівлі за рахунок модернізації інженерних систем**

На сьогодні є дуже актуальним питання зменшення споживання теплової енергії, оскільки щороку ще більш гостро постає питання забезпеченості паливно-енергетичними ресурсами, погіршення стану навколишнього середовища та відповідно постійного зростання вартості теплової енергії. Також не менш важливим питанням є підтримання комфортних параметрів мікроклімату в приміщеннях будівлі.

В багатьох будинках, що були збудовані за радянських часів, абонентські вводи в будівлю облаштовані елеваторним вузлом, основна задача якого, полягає в забезпеченні відповідного коефіцієнта змішування, щоб не допустити перевищення температури у подавальному трубопроводі системи опалення будівлі вище 95°C. Ця конструкція доволі проста в експлуатації, також елеваторний вузол зменшував початкові капіталовкладення, але він не дозволяє керувати системою опалення будівлі, не дозволяє ефективно використовувати теплову енергію, також таке під'єднання залежить від параметрів теплових мереж. Ще однією причиною для реконструкцій індивідуального теплового пункту (ІТП) є невідповідність елеваторного вузла відповідним Державним будівним нормам [12,13].

Все вище сказане виступає підґрунтям для модернізації ІТП з точки зору ефективного регулювання теплопостачанням.

### **4.2 Описання можливості**

На даний момент теплопостачання ДНЗ «Джерельце» здійснюється за допомогою місцевою котельні. Приєднання системи опалення здійснюється через елеватор, розташований в приміщенні теплового вузла, який показано на рисунку 2.1.

В існуючій схемі, зміна параметрів теплоносія відбувається за допомогою місцевої котельні відповідно до прийнятого «температурного графіку» при постійній витраті. Як було зазначено вище на абонентському вводі в будівлю садочку встановлено елеваторний вузол, тобто контур опалення будівлі підключено безпосередньо до контуру теплових мереж без елемента, котрий розділив би ці контури. Таким чином ці системи гідравлічно зв'язані між собою. Відповідно до цього регулювання якості теплоносія, тиску в системі відбувається централізовано на місцевій котельні.

Так як відсутня система автоматики, котра б контролювала залежність витрати теплоносія від актуальної потреби в тепловій енергії, система працює не ефективно. Отже модернізація теплового воду будівлі, за допомогою встановлення індивідуального теплового пункту з автоматичним регулюванням температури є основним заходом з енергозбереження.

Така концепція модернізації дозволить адаптувати споживання теплової енергії до поточної потреби в залежності від температури зовнішнього повітря та дотримання нормативної температури в приміщенні. Тепловий пункт дозволяє не тільки раціонально використовувати теплову енергію, а і забезпечити підґрунтя для впровадження централізованої дистанційної системи моніторингу та управління.

Представимо порівняння двох різних схем конфігурації теплових пунктів у таблиці 4.1, вони відрізняються наявністю теплообмінного апарату для гідравлічного відокремлення первинного / вторинного контуру системи опалення.

Таблиця 4.1 – Порівняння схем теплових пунктів

Експлуатаційні відмінності		
Критерій	Залежна схема	Незалежна схема
Основна конфігурація	Пряме під'єднання	Непряме під'єднання, наявний теплообмінник

Продовження таблиці 4.1

Гідравлічні характеристики	Гідравлічна залежність контуру опалення будівлі та централізованого теплопостачання	Два контури не мають гідравлічну незалежність (контур опалення будівлі та контур теплових мереж)
Режим тиску	Тиск в системі опалення будівлі змінний в залежності від гідравлічних умов теплових мереж	Тиск в системі опалення будівлі постійний
Якість води	Не можна вплинути на якість мережевої води	Можливо покращення води в системі опалення будівлі
Енергоефективність	Немає значної різниці	Немає значної різниці
Температурний рівень	Відсутні температурні втрати в теплообмінному апараті	Різниця температур у первинному/вторинному контурі
Контроль роботи	Не має значної різниці	Не має значної різниці
Експлуатація	Незначне технічне обслуговування	Необхідна чистка ТО, за яку відповідальний ДНЗ

#### **4.3 Відмінності в експлуатації між тепловими пунктами з залежним та незалежним підключенням до теплової мережі**

ІТП на базі теплообмінного апарату (незалежне підключення) дозволить гідравлічно відокремити систему опалення будівлі та мережу централізованого теплопостачання, що дає змогу змінювати витрату та тиск зі сторони вторинного контуру від необхідного рівня потреби в тепловій енергії, тому втрати тиску в будівлі можуть бути набагато нижчими. Але, температура подачі зі сторони контуру опалення будівлі буде нижча в порівнянні з залежним підключенням системи опалення до системи теплопостачання, через різницю температури між контурами теплообмінника.



На наступних рисунку 4.1 та 4.2 зображено принципові схеми теплових пунктів з залежним і незалежним під'єднанням до теплової мережі відповідно.

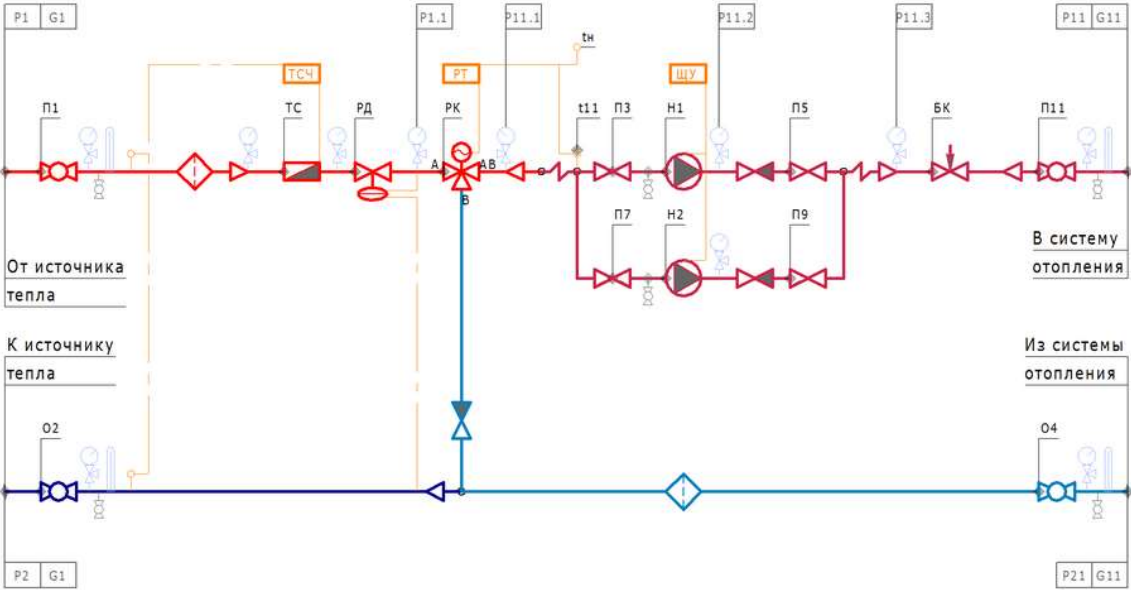


Рисунок 4.1 – Тепловий пункт з залежним під'єднанням системи опалення будівлі до системи теплопостачання

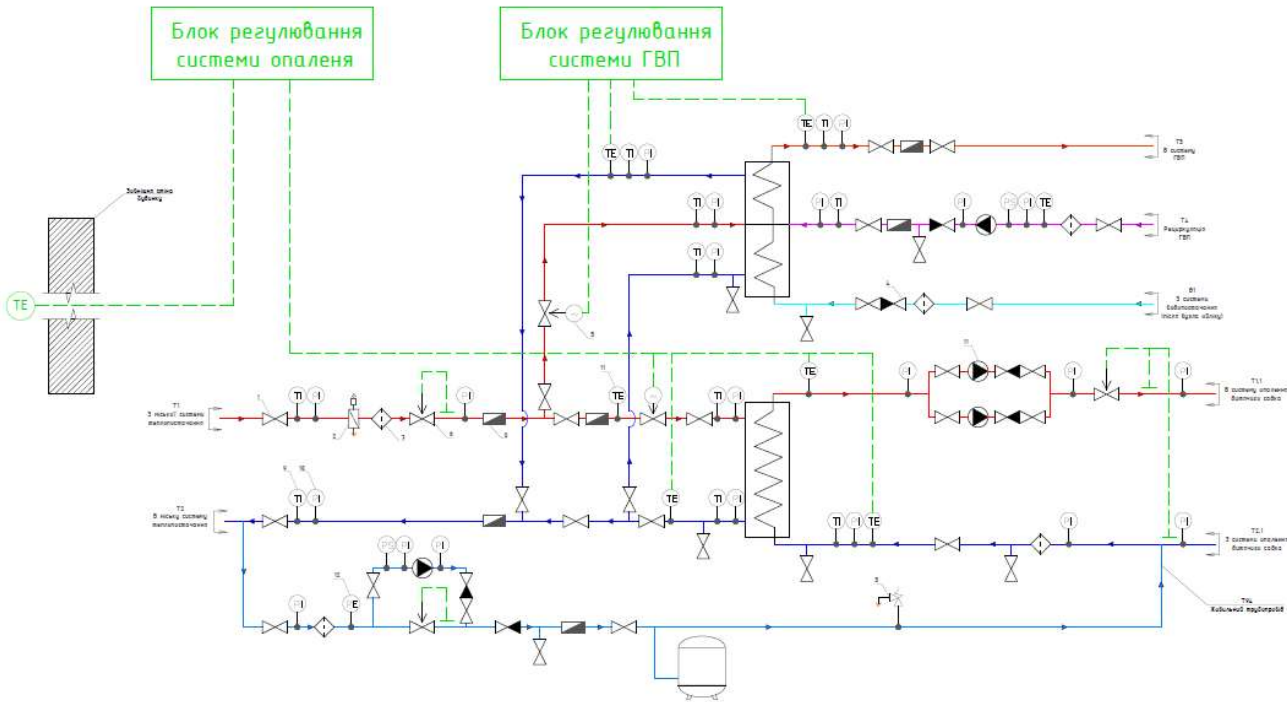


Рисунок 4.2 – Тепловий пункт з незалежним під'єднанням системи опалення будівлі до системи теплопостачання

Обидві запропоновані схеми регулюють споживання теплової енергії відповідно до зовнішньої температури. Суттєвої різниці в споживанні електричної енергії не очікується, оскільки модернізація теплових пунктів відбувається за допомогою сучасного енергоефективного устаткування.

Недоліком модернізації теплового пункту з незалежною схемою під'єднання є те, що експлуатаційні витрати по обслуговуванню теплообмінного апарату лягають на плечі дитячого садочку, що є неприйнятним через відсутність спеціалізованого персоналу та коштів на обслуговування адміністративних будівель.

#### 4.4 Розрахунок основних параметрів

Оскільки переоснащений тепловий пункт, повинен задовольняти потреби в опалені та ГВП, а саме пікові навантаження в години максимуму водозабору та енергопотребу холоднішої п'ятиденки, проведемо розрахунки цих максимальних навантажень.

Знайдемо максимальне навантаження на систему опалення, використовуючи попередні розрахунки в теплотехнічній частині:

$$Q_{\text{оп}} = (H_{\text{tr,adj}} + H_{\text{ve,adj}}) \cdot (\theta_{\text{in,set,H}} - \theta_{\text{c}}), \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (4.1)$$

$\theta_{\text{c}}$  – температура найхолоднішої п'ятиденки, °С.

$$Q_{\text{оп}} = (5198,83 + 3397,12) \cdot (22 - (-23)) = 386,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Розрахуємо витрату теплоносія в системі опалення:

$$G = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{оп}}}{\Delta t} \quad (4.2)$$

де  $Q_{\text{оп}}$  – теплове навантаження системи опалення.

Розрахуємо за (4.2) витрату теплоносія:

$$G = \frac{0,86 \cdot 386,8}{95 - 70} = 13,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

### Визначмо навантаження на ГВП

Оскільки відома кількість загальна кількість людей в дитячому садочку-264, знаємо загальну кількість водозбірних пристроїв 120 шт. (72-споживання гарячої та холодної води та 48 споживання тільки холодної), можемо спираючись на [] визначити навантаження на ГВП.

Зазначимо нормативні данні по витраті води на одну дитину

Найбільшого водоспоживання:

Гарячої  $q_{hr,u}^h$ , – 35л/добу.

В годину найбільшого водоспоживання:

гарячої  $q_{hr,u}^h$ , – 8л/добу.

Витрата води приладами:

загальна  $q_o^{tot}$ , – 0,2 л/с;

гаряча  $q_o^h$  або холодна  $q_o^c$  – 0,14 л/с;

загальна - 100 л/год;

гаряча  $q_{o,hr}^h$  або холодна  $q_{o,hr}^c$  - 60 л/год.

Вірогідність дії санітарно-технічних приладів:

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_o^h \cdot N}, \quad (4.3)$$

де  $U$  – загальна кількість людей в дитячому садочку,

$N$  – кількість водозбірних пристроїв для гарячої та холодної води.

Підставляємо початкові дані у формулу (4.3):

$$P^h = \frac{8 \cdot 264}{3600 \cdot 0,14 \cdot 72} = 0,0582.$$

Визначимо вірогідність використання санітарно-технічних приладів протягом розрахункового часу:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_o^h}{q_{ohr}^h}, \quad (4.4)$$

отже маємо:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,0584 \cdot 0,14}{60} = 0,489.$$

За довідковим матеріалом знаходимо [14] значення  $\alpha_h=9,6547$ .

Максимально година витрати гарячої води:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{ohr}^h \cdot \alpha_h, \quad (4.5)$$

підставляємо значення до формули (4.5):

$$q_{hr}^h = 0,005 \times 60 \times 9,6547 = 2,89 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Середньогодинна витрата гарячої води м<sup>3</sup>/год:

$$q_T^h = \frac{q_u^h \cdot U}{1000 \cdot T}; \quad (4.6)$$

де T – час роботи системи водопостачання за добу, год.

Підставимо в (4.6) наші значення:

$$q_T^h = \frac{35 \cdot 265}{1000 \cdot 10} = 0,39 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Середньо тепловий потік на ГВП:

$$Q_T^h = q_T^h \cdot \Delta t \cdot 1000 + Q_{втр}, \quad (4.7)$$

де  $Q_{втр}$  – втрати в системі 5%.

Тобто маємо:

$$Q_T^h = 0,39 \cdot (55 - 5) \cdot 1000 \cdot 1,05 = 20475 \text{ ккал/год} = 23,8 \text{ кВт}.$$

Максимальне теплове навантаження на ГВП визначаємо за формулою:

$$Q_{hr}^h = q_{hr}^h \cdot \Delta t \cdot 1000 + Q_{втр}, \quad (4.8)$$

підставимо значення в (4.8):

$$Q_{hr}^h = 2,89 \cdot (55 - 5) \cdot 1000 \cdot 1,05 = 151725 \text{ ккал/час} = 176,46 \text{ кВт}.$$

#### **4.5 Моделювання економії в програмному середовищі DesignBuilder до впровадження заходів**

Для оцінки ефекту від облаштування теплового пункту насосно-змішувальним вузлом, змодельюємо споживання до впровадження даного заходу у програмному продукті DesignBuilder. Результати розрахунку занесемо до наступної таблиці 4.2, де зазначене споживання теплової енергії до впровадження заходу з модернізації теплового пункту.

Таблиця 4.2– Споживання за результатами моделювання, до модернізації ІТП

Energy consumption category/ Категорія споживачів енергії	Electricity [kWh] / Електрична енергія [кВт·год]	District Heating [kWh] / Теплова енергія [кВт·год]
Heating / Опалення	-	477385,64
Interior Lighting / Освітлення	60091,90	-
Interior Equipment / Внутрішнє обладнання	31524,31	-
Pumps / Насоси	2111,52	-
Total End Uses / Загальне кінцеве енергоспоживання	93727,73	477385,64

Як бачимо розраховане споживання теплової енергії становить 477385,64 кВт·год, а фактичне 478144,19 кВт·год, тобто різниця становить менше 1%, що свідчить про правильність розрахунку.

Для більш наглядного прикладу, зобразимо на рис. 5 споживання енергії ДНЗ «Джерельце» для потреб опалення та електропостачання.

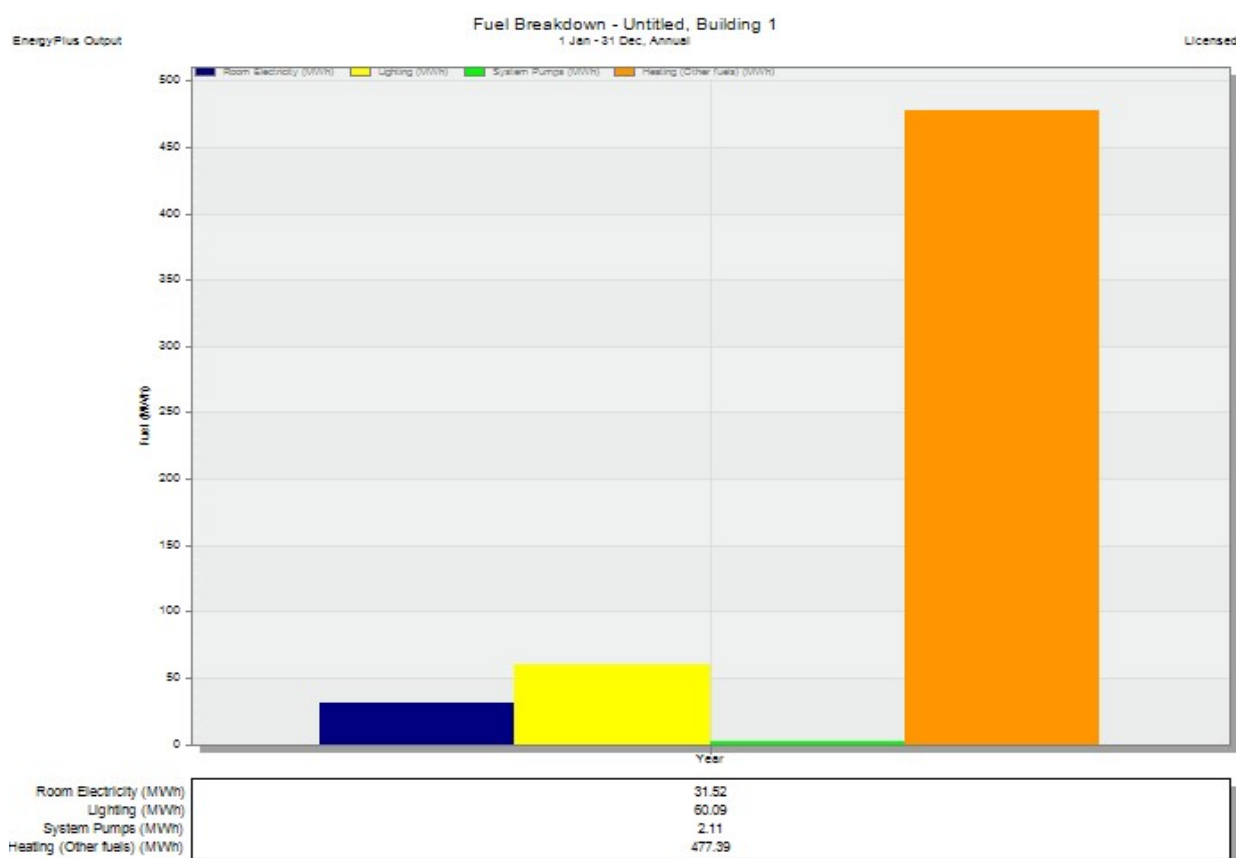


Рисунок 4.3– Споживання електричної та теплової енергії до модернізації теплового ІТП

Для оцінки ефективності модернізації теплового пункту садочка за допомогою насосно-змішувального вузла, змодельємо споживання після цього заходу. Системою автоматики буде зменшуватись температура у приміщеннях садочку у неробочі години до 19°C. Отже, як змінилось споживання теплової енергії зведено до таблиця 4.3.

Таблиця 4.3 – Споживання за результатами моделювання, після модернізації ІТП

Energy consumption category/ Категорія споживачів енергії	Electricity [kWh] / Електрична енергія [кВт·год]	District Heating [kWh] / Теплова енергія [кВт·год]
Heating / Опалення	-	374214,33
Interior Lighting / Освітлення	60091,90	-
Interior Equipment / Внутрішнє обладнання	33113,65	-
Total End Uses / Загальне кінцеве енергоспоживання	93205,55	374214,33

Як бачимо споживання після заходу буде складати 374214,33 кВт·год, а до становило 477385,64 кВт·год, отже економія складатиме 103171,31 кВт·год (88,7 Гкал), що у відсотках складає 21,6%.

Покажемо споживання енергії після заходу у графічному вигляді на рисунку 4.4.

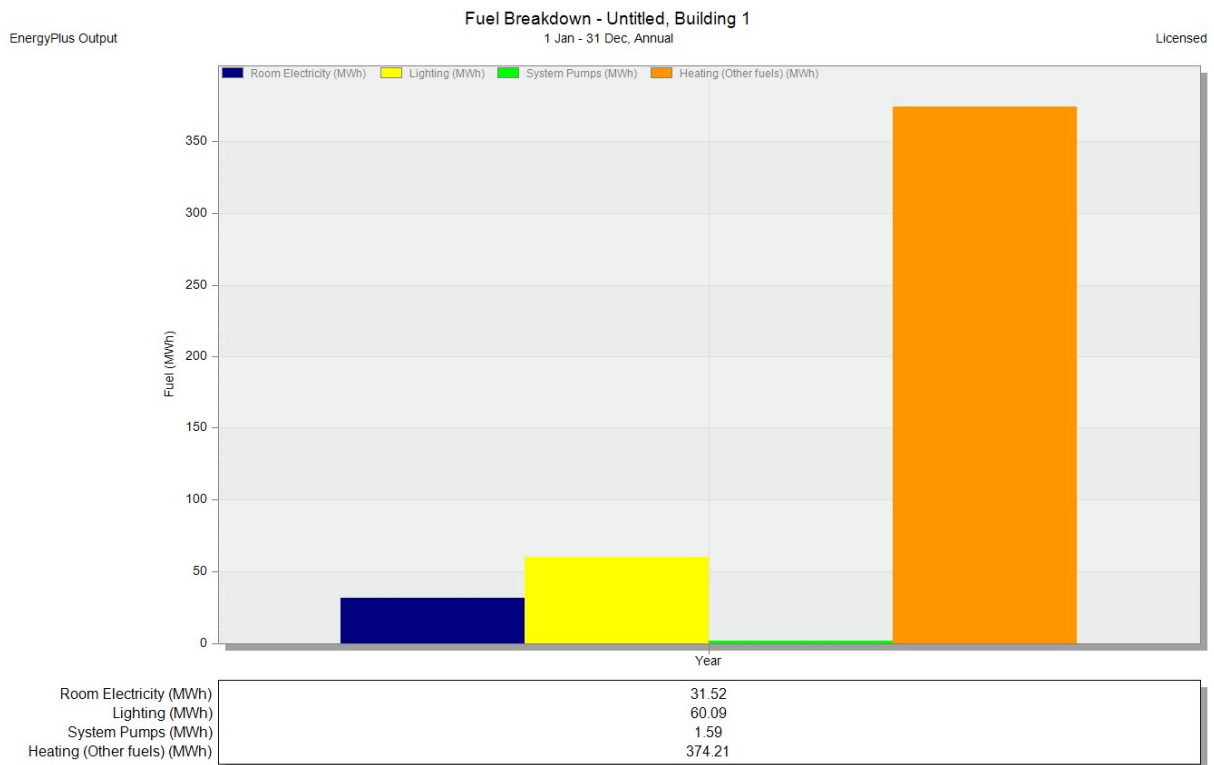


Рисунок 4.4– Споживання електричної та теплової енергії після модернізації ІТП

#### 4.6 Розрахунок економії до впровадження заходів

Проведемо розрахунки економії від модернізації теплового пункту, та порівняємо їх з результатами моделювання. Розрахунок до впровадження заходів з енергозбереження.

Фактичне годинне теплове навантаження будівлі на опалення, Гкал/год:

$$q_{\text{ч}} = \frac{Q}{z \cdot 24}, \quad (4.9)$$

де  $Q$  Гкал – річне споживання теплової енергії на опалення будинку;  
 $z$  діб– тривалість опалювального періоду.

Наші розрахункові дані підставляємо до виразу (4.9)

$$q_{\text{ч}} = \frac{386,8}{204 \cdot 24} = 0,079 \text{ Гкал/год.}$$

Організація ІТП передбачає зниження температури повітря до  $t_e^0 = 19^{\circ}\text{C}$ .

Годинне навантаження на опалення, Гкал/год:

$$q_{\text{ч}}^{\text{д}} = q_{\text{ч}} \frac{(t_{\text{в}}^{\text{д}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп}})}, \quad (4.10)$$

де  $t_{\text{н}}^{\text{сп}}$  – середня температура оточуючого повітря за опалювальний період,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{в}}^{\text{д}}$  – середня температура в приміщенні, в неробочі години,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$q_{\text{ч}}^{\text{д}} = 0,079 \frac{(19 - (-1,7))}{(22 - (-1,7))} = 0,069 \text{ Гкал/год.}$$

Річна витрата теплової енергії на опалення будівлі при налаштування чергового опалення при дванадцятигодинному робочому дні Гкал:

$$Q_{\text{д}} = (q_{\text{ч}} \cdot 12 + q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot 12) z_{\text{р}} + q_{\text{ч}}^{\text{д}} \cdot z_{\text{в}}, \quad (4.11)$$

де  $z_{\text{р}}$  – кількість робочих днів в опалювальний період;

$z_{\text{в}}$  – кількість вихідних та святкових днів в опалювальний період.

$$Q_{\text{д}} = (0,079 \cdot 12 + 0,069 \cdot 12) 137 + 0,069 \cdot 67 = 247,9 \text{ Гкал.}$$

Економія теплової енергії від впровадження чергового опалення за опалювальний період Гкал:

$$\Delta Q_{\text{д}} = Q - Q_{\text{д}}, \quad (4.12)$$

$$\Delta Q_{\text{д}} = 386,8 - 247,9 = 138,9 \text{ Гкал.}$$

Загальна економія теплової енергії за рахунок організації автоматизованого теплового пункту Гкал:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{д}} + k \cdot Q, \quad (4.13)$$

де  $k$  – коефіцієнт ефективності керування тепловим навантаженням в осінній – весняний період.

Підставляємо наші значення до формули (4.13), звідки маємо:

$$\Delta Q = 138,9 + 0,07 \cdot 386,8 = 165,98 \text{ Гкал.}$$

Річна економія в грошовому еквіваленті за формулою (2.42):

$$\Delta E = 165,98 \cdot 1342,52 = 222831 \text{ грн.}$$



#### 4.7 Розрахунок терміну окупності

Розрахуємо строки окупності даного проекту:

Облаштування теплового пункту: проект, монтажні роботи, випробовування системи, транспортні витрати в середньому на ринку коштують 360 260 грн.

Термін окупності будемо розраховувати, на економію отриману в результаті моделювання, отже економія в грошовому еквіваленті буде становити:

$$E = 88,7 \cdot 1342,52 = 119\,082 \text{ грн.}$$

Термін окупності по формулі (2.43), дорівнює:

$$T = \frac{360260}{119082} = 3 \text{ роки.}$$

Розрахунок дисконтованого терміну окупності запропонованої модернізації. Значення вартості капіталу була обрана відповідно до даних НБУ України, як облікова ставка. Результати розрахунку занесені до таблиці 4.4, а на рисунку 4.5 покажем грошові потоки протягом 10 років.

Таблиця 4.4 – Дисконтований термін окупності

Вартість капіталу (Коефіцієнт дисконтування) (WACC), %	18,00%
Інвестиційний капітал (IC), тис.грн.	360 260,00
NPV (за 3 роки), тис.грн.	-110044,4
NPV (за 5 років), тис.грн.	-387,3
NPV (за 10 років), тис.грн.	156909,6
PI, роки	1,44
Простий термін окупності, роки	3,03
Дисконтований термін окупності (DPP), роки	5,0
Внутрішня норма дохідності на 3 роки (IRR), %	-2,1%
Внутрішня норма дохідності на 5 років (IRR), %	18,0%
Внутрішня норма дохідності на 10 років (IRR), %	29,5%

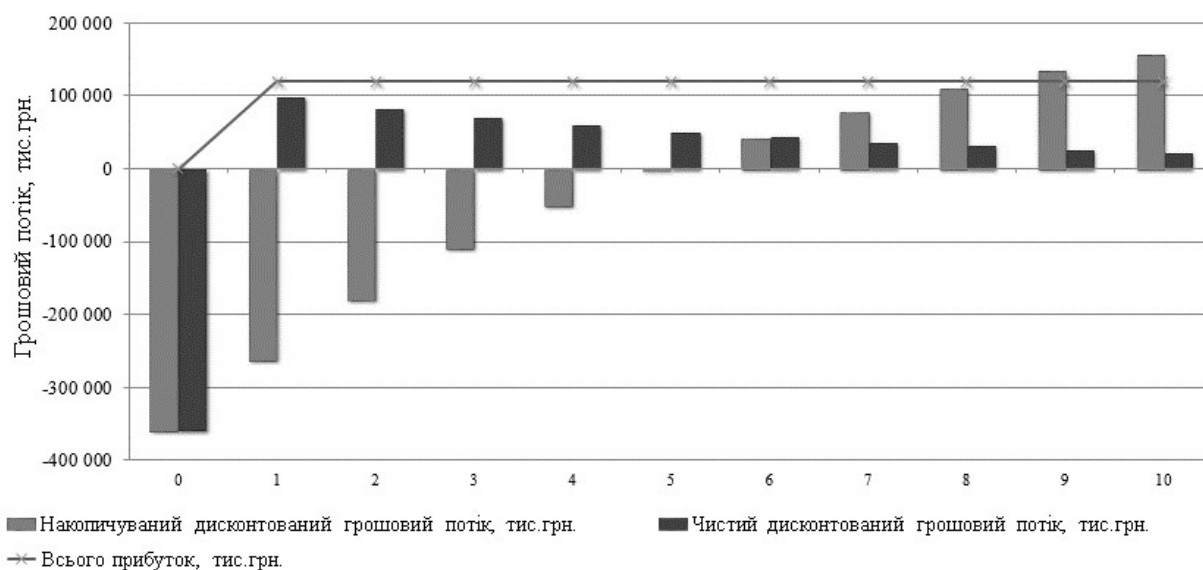


Рисунок 4.5– Кумулятивний грошовий потік протягом 10 років

## Висновки по розділу

Отже, за результатами розрахунку економія від переоснащення теплового вводу становить 138,9 Гкал, при зниженні температури у приміщенні до 19 °С, у неробочі години та у вихідні дні, а при врахуванні погодного керування, економія буде складати –165,98 Гкал. Економія при моделюванні, від аналогічного заходу з енергозбереження становить 88,7 Гкал, тобто відмінність становить майже 47% відсотків. Така відмінність, пояснюється тим, що моделювання використовує погодинний метод розрахунку, враховуючи щогодинну зміну температури навколишнього середовища, тобто ми отримаємо розраховану динамічну модель. В той час як наш розрахунок він більш інерційний, іншими словами ми робимо припущення, щодо постійності температури навколишнього середовища, тобто використовуємо середню температуру зовнішнього середовища за опалювальний період (-1,7 °С). Щоб зробити більш точним наш розрахунок економії від модернізації, необхідно мати дані хоча б добового споживання теплової енергії від ДНЗ «Джерельце», але на жаль добовий та погодинний контроль на об'єкті не присутній, є тільки помісячне споживання.

## **5 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

### **5.1 Завдання енергетичного менеджменту**

Енергетичний менеджмент – діяльність, що спрямована на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів і базується на отриманні енерготехнологічної інформації за допомогою обліку, проведенні типового енерготехнологічного вимірювання та перевіряння, аналізування ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та впровадження енергозберігаючих заходів [9].

Енергетичний менеджмент включає в себе такі основні задачі: моніторинг енергоспоживання; аналіз існуючих показників, з метою прогнозування подальшого споживання; оцінка потенціалу впровадження нових енергозберігаючих заходів; розроблення ефективних систем та засобів контролю за енергоспоживанням; визначення базової лінії енергоспоживання, та складання енергетичного балансу.

Для різних об'єктів можуть бути запропоновані багато різних і цікавих заходів зі зменшення споживання енергетичних ресурсів, але всі вони не будуть достатньо ефективними, якщо не впроваджена система енергетичного менеджменту, котра дозволить керувати витратами енергоресурсів.

### **5.2 Існуюча ситуація з енергетичного менеджменту**

В ДНЗ «Джерельце» системи енергетичного менеджменту тільки починає зароджуватись. На міському рівні починають впроваджено автоматизовану систему енергетичного моніторингу. Цей захід входить до однієї з мети програми енергозбереження в Київській області [10].

Головна мета даної програми:

– оптимізація виробництва і споживання паливно-енергетичних ресурсів, та підвищення частки генерації енергії за допомогою нетрадиційних видів палива та використанням відновлювальних джерел енергії, з метою підвищення якості енергетичних послуг та товарів;

– підвищення рівня енергетичної ефективності в бюджетній сфері та житлово-комунальному господарстві;

– скорочення видатків бюджетних коштів та коштів громадян на оплату енергоресурсів;

– збільшення обсягів інвестицій у енергоефективну модернізацію та відновлювальну енергію.

Завдання програми:

– впровадження системи енергетичного менеджменту, моніторингу енергоспоживання, аналіз існуючих показників, як основи складання нових бюджетів, розроблення енергетичної політики, планування нових енергозберігаючих заходів згідно вимог серії європейських стандартів.

– визначення реального енергетичного балансу області шляхом проведення енергетичного обстеження об'єктів, який покаже реальний потенціал економії енергетичних ресурсів;

– створення платформи навчально-освітнього забезпечення, інформаційно-консультаційної підтримки у сфері енергоефективності та екологічної безпеки.

Отже одне із завдань даної програми було виконано. І як наслідок енергоменеджери можуть повноцінно відслідковувати та оцінювати споживання енергоресурсів і на основі оброблених даних вносити пропозиції щодо впровадження заходів з енергозбереження [10].

Ще однією з основних напрямків даної програми є утеплення зовнішніх конструкцій. Даний напрямок також успішно розвивається, оскільки в усіх ДНЗ міста були замінені старі вікна на нові – металопластикові.

Діюча програма, дозволяє поліпшувати рівень енергоефективності, але для ефективної її реалізації необхідно створювати повноцінну систему енергетичного менеджменту, а саме створювати служби з енергоменеджменту, котрі зможуть аналізувати отримані данні з автоматизованої системи енергетичного моніторингу, та пропонувати заходи на основі проведеного аналізу енергоносіїв.

Також ефективним є робота з громадою. Проведення заходів та семінарів з важливості раціонального використання енергоресурсів. Встановлення «інформаційних» плакатів для раціонального використання ресурсів.

Основним напрямком діяльності зі споживачами є провадження заохочувальних програм, що до заходів зі збереження енергетичних ресурсів, та штрафові санкцій.

Існує багато шляхів для реалізацію запропонованих заходів, звернення до банку з позикою на кредит по енергозбереження. Підтримання в належному стані існуючих систем.

### **5.3 Структура енергетичного менеджменту**

Вдала система енергетичного менеджменту складається з наступних базових елементів, котрі обов'язково повинні входити до впроваджувальної системи, при відсутності однієї з складових, вона втрачає свої функції:

- кваліфікований персонал;
- сучасний автоматизований облік енергоресурсів;
- аналіз вихідної інформації та прийняття управлінських рішень.

Кваліфікований персонал, є базовою вимогою для впровадження системи енергетичного менеджменту, адже ті хто буде контролювати та аналізувати дані, повинні відмінно розумітися на існуючих нормативних актах, особливостях енергоспоживання кожного об'єкту, вміти привально визначати причини втрат

енергії та приймати влучні рішення для раціоналізації споживання енергії та паливно енергетичних ресурсів (ПЕР).

Сучасний та автоматизований облік споживання, це засоби котрі дозволять отримувати оперативну та точну інформацію по споживанню, для контролю витрат тих чи інших ПЕР та енергії. Чим краще рівень організації обліку, тим збільшується якість та точність керування споживанням. Сучасний облік енергоресурсів повинен виконувати наступні функції:

- забезпечувати облік усіх вхідних і вихідних енергетичних ресурсів;
- забезпечувати автоматичний контроль енергоспоживання;
- забезпечувати для експлуатаційного персоналу оперативний та постійний доступ до інформації (можливість отримання інформації у різному вигляді графіки, таблиці, діаграми). Система повинна сповіщати про відхилення енергоспоживання від заданих величин і допомагати реагувати на причини зростання витрат енергії.

- Автоматично виводити матеріальні й енергетичні баланси підприємства і його підрозділів, обчислювати питомі витрати

Аналіз енергоспоживання та прийняття управлінських рішень

Енергоменеджери використовують певні методики для обробки й аналізу даних про енергоспоживання. На підставі отриманих даних та проаналізованого енергоспоживання енергоменеджери приймають рішення, для встановлення оптимального рівня витрат ПЕР та споживання енергії.

На сьогодні існують такі основні методики контролю й аналізу енергоспоживання – методика питомого нормування і методика Контролю й Нормалізації.

Для бюджетних та громадських будівель для аналізу енергоспоживання частіше за все використовують метод Контролю і Нормалізації енергоспоживання (КіН).

В основі даної методики (КіН) лежить аналіз регресійної залежності двох вибірок даних, одна з яких – значення витрат енергії, друга вибірка – значення

фактору, від якого залежить витрата енергії. Для нашого випадку, як правило, впливовим фактором, від якого залежить споживання теплової енергії (як наприклад) є кількість градусо-днів.

Градусо-доба являє собою різницю нормативної температури повітря усередині опалювального приміщення й середньодобової температури зовнішнього повітря.

$$ГД = \left[ \left( T_{\text{вн}} - T_{\text{вн}}^{\text{ср}} \right) \right],$$

де ГД - фактична градусо-доба;

$T_{\text{вн}}$  – нормативна температура повітря всередині опалювального приміщення, °С;

$T_{\text{зов}}^{\text{ср}}$  – фактична середньодобова температура зовнішнього повітря, °С.

Застосування регресійного аналізу дозволить одержати залежність між значенням споживання теплової енергії та зміною температури навколишнього середовища, тобто кількістю градусо-днів. Найбільш проста й досить достовірна модель – лінійна модель залежності споживання теплової енергії від кількості градусо-днів:

$$Y = a \cdot x + b,$$

де: Y – витрата енергоресурсу;

x - кількість градусо-днів;

a – характеризує міру впливу незалежної змінної (x) на залежну змінну (Y), тобто вказує на скільки зміниться споживання теплової енергії, при збільшенні або зменшенні кількості градусо-днів;

b – параметр характеризує, значення залежної змінної (Y), при нульовому значенні незалежної змінної (x).

Математичною базою лінійного регресійного аналізу є метод найменших квадратів. Якісно-кількісну оцінку тісноти зв'язку між споживанням теплової енергії та кількістю градусо-днів характеризує величина коефіцієнта кореляції r.

Також широко використовують квадрат коефіцієнта кореляції – коефіцієнт детермінації  $R^2$ , який оцінює частку дисперсії (змінності) споживання теплової енергії, котра пояснюється кількістю градусо-днів. Тобто цей коефіцієнт дозволяє дати оцінку ступені залежності між споживання та градусо-днями (в нашому випадку).

#### **5.4 Моніторинг енергоспоживання та система диспетчеризації**

Моніторинг енергоспоживання здійснюється за допомогою системи обліку. Для моніторингу необхідно забезпечити відповідні технічні засоби контролю (АСКОЕ), через які енергоменеджери постійно відслідковують величину споживання всіх енергоресурсів. У процесі моніторингу відбувається накопичення інформації про енергоспоживання.

Для забезпечення системи диспетчеризації (віддаленого управління), а необхідно щоб інформація про енергоспоживання надходила до служби енергетичного менеджменту, необхідно у тепловій садовій передбачити встановлення відповідного устаткування. Основним завданням даного комплексу є - оптимальне узгодження всіх режимів роботи системи і безперебійного постачання теплової енергії споживачам.

#### **Висновки по розділу**

У даному розглянута існуюча ситуація щодо енергетичного менеджменту і моніторингу в ДНЗ «Джерельце» та в цілому в м. Славутич. Досліджена мета та основні задачі програми енергозбереження в Київській області, також розглянуті результати її реалізацій в житті. До реалізованих заходів відносяться:

- започаткування впровадження автоматизованої системи енергетичного моніторингу;
- замінені старі дерев'яні вікна, на нові металопластикові.



Також були запропоновано маловитратні організаційні та управлінські заходи:

- проведення семінарів та тренінгів для підняття рівня обізнаності в області енергозбереження;

- встановлення інформаційних плакатів для заклику раціонального використання енергії;

Було розглянуто структуру енергетичного менеджменту, основні елементи, засоби аналізу та механізм керування отриманою інформацією.

## 6 СТАРТАП-ПРОЕКТ

В даному розділі розглядається перший етап створення стартап-проекту, розглядається ідея для подальшої реалізації, напрямки застосування, оцінка існуючих пропозицій на ринку, розгляд перспективи реалізації.

Метою даного розділу є оцінка можливості впровадження наукових розроблень в життя, з оцінкою ринкових перспектив.

Завданням даного розділу є маркетинговий аналіз стартап проекту, для визначення можливості впровадження запропонованої ідеї на об'єкт дослідження. Завдання виконано на основі [11].

В наступній таблиці 6.1 писана опис ідеї стартап-проекту та напрямки застосування запропонованої ідеї, та вигоди для користувача.

Таблиця 6.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Аналіз та контроль грошових потоків витрачених на оплату енергоресурсів, за допомогою програмного продукту для моніторингу та управлінням споживання енергоносіями	1.Бюджетні установи	1. Моніторинг та прогнозування енергоспоживання
	2.Приватне використання	2. Можливість дистанційного керування споживанням
		3. Зменшення споживання ПЕР

Визначення техніко-економічних переваг зазначеної ідеї порівнюючи пропозиції конкурентів (таблиця 6.2)

Таблиця 6.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари / концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент 1	Конкурент 2			
1	Оперативність	+	–	+			+
2	Точність	+	+	+		+	
3	Надійність	+	–	+			+
4	Доступність	+	–	+			+
5	Простота управління	–	+	–	–		
6	Інформативність	+	+	+		+	

### Технологічний аудит ідеї проекту

Аналізуємо доступні пристрої, за допомогою яких можливо впровадити запропоновану ідею, даний аналіз зводимо до таблиці 6.3

Таблиця 6.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Моніторинг енергоспоживання	EXEL, C++	+	+
2.	Керування споживанням	GSM-зв'язок, C++	+	+
3.	Прогнозування споживання	EXEL	+	+

Проект можливо технологічно реалізувати. На базі програми C++ розробляється додаток, в котрий, будуть заноситись фактичні данні по споживанню ПЕР. Далі формується база, котра буде вливатися в середовище EXEL. Далі оператор відслідковує динаміку по споживанню енергоносіїв, наприклад контролює залежність споживання теплової енергії від параметрів

зовнішньої температури та параметрів мікроклімату в приміщенні ( ці дані він буде отримувати від термодатчиків встановлених в приміщеннях та на вулиці, GSM-зв'язок). Потім, при наявності перетопів чи недотопів, або для зменшення температури в приміщенні на вихідні дні або в неробочі години, подає команду через додаток на автоматику ІТП (GSM-зв'язок), через що контролюється кількість споживання енергоносіїв. Також на основі формування бази по споживанню, на базі програми EXEL робиться прогнозування по споживанню енергоносіїв.

### Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

В даному пункті, аналізуємо існуючі ринкові можливості, які можна застосовувати під час реалізації проекту на об'єкті дослідження (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	4 500
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає

Визначення потенційних клієнтів для впровадження запропонованої ідеї, аналіз потенційних покупців, визначення вимог до даного продукту від споживача, результати аналізу заносимо до наступної таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Контроль та ефективність	1. Бюджетні установи;	1. Постійне зростання тарифів на енергоносії;	1. Безперебійна робота;

## Продовження таблиці 6.5

	енергоспоживання	2. Приватне використання	2. Неенергоєфективне використання енергоресурсів; 3. Купівля частіше за все проводиться після проведення ЗЕЗ Бажання підтримувати комфортні параметри мікроклімату в приміщенні	2. Зручність та зрозумілість інтерфейсу; 3. Якісне та кількісне споживання
--	------------------	--------------------------	---	---

Досліджуємо ринкове середовище, аналіз сприяючих факторів до впровадження та існуючі перешкоди, проаналізовані дані заносимо до таблиці 6.6 та до таблиці 6.7.

Таблиця 6.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Низький попит	Потенційні покупці, можуть бути не достатньо інформовані про можливості та необхідність енергомоніторингу.	Рекламні компанії по роз'ясненню важливості збереження енергії та суті моніторингу. Проведення семінарів та конференцій про необхідність контролю енерговикористання після впровадження ЗЕЗ.
2	Виникнення технічних проблем	Відсутність інтернету. Некоректність передачі даних для зміни споживання.	Підвищення контролю та наявність резервних каналів зав'язків. Додаткове тестування програм та наявність технічного обслуговування.

Таблиця 6.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Великі замовлення на рівні міст та областей	Оскільки тема енергозбереження є дуже актуальною, та розглядається на	Проведення презентацій для ознайомлення з особливостями програмного продукту. Встановлення та консультація

## Продовження таблиці 6.7

		державному рівня, міські влади мають певні грошові фонди для підняття рівня енергоефективності.	по використанню. Технічна підтримка.
2.	Збільшення можливостей продукту	При збільшенні попиту на продукт, та зацікавленості підприємств теплопостачання та електропостачання програмним продуктом.	Модифікація програми для відпусків теплової енергії. Можливість моніторингу кількості відпущеної та виробленої енергії її залежності від ГД, попиту. Облаштування керування відпуском, та можливість прогнозування споживання ПЕР.

Дослідження існуючих конкурентів та визначення загальної характеристики існуючої конкуренції. Результати заносимо до таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	монополістична	Виявлення індивідуальності та унікальності запропонованого товару. Пошук партнерів та інвесторів
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний/національний/...	локальна	Необхідно постійно приймати участь в виставках, конференціях та семінарах для збільшення аудиторії контра ознайомлена з продуктом
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	внутрішньогалузева	Пошук партнерів та постійне удосконалення програмного продукту

## Продовження таблиці 6.8

4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	товарно-видова	Забезпечення якісного та надійного контролю енергоспоживання
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	нецінова	Якісний представлений товар та його унікальність
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	не марочна	Вибір товару за задоволення потреб

Далі проводимо більш детальний аналіз конкурентного середовища заносимо результати дослідження до таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
		Навести перелік прямих конкурентів	Визначити бар'єри входження в ринок	Визначити фактори сили постачальників	Визначити фактори сили споживачів
	Можлива конкуренція з тими компаніями, що пропонують товари-замінники.	Є бар'єри при входженні на ринок. Поява нових, схожих програмних продуктів, може зменшити поширення власного.	Так є певні встановлені правила для прогнозування, також обмеження при керуванні споживанням.	Клієнти прагнуть знайти привабливі ціни. Також важливим є доступність та зрозумілість програми.	Є схожі товари, але запропонований товарний продукт є поєднання декількох, та має свої унікальні можливості.

**Висновки:** Отже проаналізувавши конкуренцію на ринку, можна зазначити що вона є, оскільки існують товари-замінники, тому на першому етапі входженні на ринок необхідно презентувати унікальність та додаткові можливості програми.

Визначення факторів конкурентоспроможності базуючись на результатах дослідження існуючої конкуренції, визначення основних споживачів, визначення основних вимог до запропонованої ідеї, наші результати зводимо до таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1. Унікальність продукту 2. Невелика кількість існуючих програмних продуктів 3. Багатофункціональність програми 4. Технічна підтримка для споживачів 5. Актуальність теми енергозбереження	1. Є можливість одночасного моніторингу та прогнозування споживання. 2. Існування невеликої кількості програм для моніторингу, дало можливість в існуючих погромних продуктах врахувати недоліки та їх усунути. 3. Дуже важливим для споживачів є консультація при користуванні, це свідчить про клієнтоорієнтованість
	5. Оскільки відбувається імплементація європейських стандартів в Україні, даний програмний продукт для контролю, прогнозування та можливістю керуванням споживання є дуже актуальним.

В таблиці 6.11 приведено аналіз сильних та слабих сторін запропонованого проекту.



Таблиця 6.11– Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг запропонованого програмного продуктам з конкурентом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Унікальність продукту	18						+	
2	Невелика кількість існуючих програмних продуктів	15							+
3	Багатофункціональність програми	20							+
4	Технічна підтримка для споживачів	17						+	
5	Актуальність теми енергозбереження	15					+		

Складання SWOT- аналізу для запропонованої програми, з метою визначення загроз та сприятливих факторів зі сторони зовнішнього середовища (ринку), та проаналізувати власні недоліки та сильні сторони, аналіз факторів заносимо до таблиці 6.12

Таблиця 6.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

<p><b>Сильні сторони:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наявність мотивованої та добре організованої команди;</li> <li>2. Виявлення потенційних покупців</li> <li>3. Наявність унікальної ідеї;</li> <li>4. Наявність ресурсної бази</li> </ol>	<p><b>Слабкі сторони:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уповільнення процесу випуску, через додаткові тестування</li> <li>2. Недостатність вмінь проведення переговорів зі держслужбовцями</li> <li>3. Слабка PR-компанія</li> </ol>
<p><b>Можливості:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Актуальність теми на ринку енергетики</li> <li>2. Постійне збільшення зацікавленості енергоощадним споживанням, та його контролем</li> <li>3. Можливість появи масштабних замовлень, для груп об'єктів</li> </ol>	<p><b>Загрози:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наявність товарів-замінників;</li> <li>2. Не повністю адаптованість європейських стандартів</li> <li>3. Поява нових програм-конкурентів</li> <li>4. Можливість збоїв в послугах інтернет.</li> </ol>

На основі SWOT-аналізу проводимо розробку альтернативної поведінки для запуску проекту на ринку, та оцінка часу реалізації ідеї враховуючи існуючих конкурентів 6.13

Таблиця 6.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	облаштування системи моніторингу	висока	0,5 року
2	Технічний нагляд (правильність роботи точність отриманих даних), налаштування процесу при наявності недоліків	висока	0,8 року
3	Облаштування системи диспетчеризації	висока	1 рік

### Розроблення ринкової стратегії проекту

Проводимо аналіз цільових груп споживачів, та їх готовність до впровадження проекту (таблиця 6.14).

Таблиця 6.14– Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Бюджетні установи (ДНЗ, школи, ліцеї, ВУЗ та інші)	1. Зацікавлені група споживачів. Також зацікавленість з боку держави.	1. Передбачається великий попит на даний продукт.	1. Є один чи два конкуренти (товари заміники)	1. Робота на конференціях виставках
2.	Приватні споживачі (члени будинки,		2. Передбачається зацікавленість споживачів	2. Є декілька конкурентів	2. Активна реклама

Продовження таблиці 6.14

	квартири та інші)	2. Менш зацікавлена група	товаром, та його покупка		
Які цільові групи обрано: на двох сегментах					

Оскільки, працюємо із кількома сегментами, розробляючи для них окремо програми ринкового впливу – використовуємо стратегію диференційованого маркетингу.

В наступній таблиці 6.15 зазначмо формування базової стратегії розвитку для поліпшення роботи з обраними групами споживачів

Таблиця 6.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні і позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1.	Стратегія спеціалізації	Стратегія диференціації	Концентрація на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок. Задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти.	Надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів.

Обираємо стратегію конкурентної поведінки, що зазначимо в таблиці 6.16.

Таблиця 6.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати	Чи буде компанія копіювати основні характеристики	Стратегія конкурентної поведінки*

Продовження таблиці 6.16

		існуючих у конкурентів?	товару конкурента, і які?	
1	ні	так	так/ні	Стратегія лідера (розширення)

Стратегія позиціонування базується на основі потреб та вимог потенційних покупців, та беручи до уваги обрану базову стратегію та стратегію конкурентної поведінки, обрану стратегію описуємо в таблиці 6.17.

Таблиця 6.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до послуги цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту
1	точність та безперервність роботи	Стратегія спеціалізації	Точність, безперебійність, комплексних підхід	Зручний, швидкий, комплексних підхід

### Висновки по розділу

Було розглянуто ідею і оцінено її подальша реалізація. Оцінка існуючих пропозицій на ринку, конкурентного середовища, попиту дає нам змогу зрозуміти про доцільність впровадження даного проекту. Також були оцінені певні ризики, та запропоновані альтернативні стратегії виводу стартап-проекту на конкурентний ринок. Але це є першим етапом оцінки доцільності впровадження ідеї в життя, необхідно більш детально вивчати конкурентів, прораховувати ризики та давати оцінку життєздатності проекту.

## ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації було проведено аналіз енергетичних потоків в ДНЗ «Джерельце». Було виконано розрахунок втрат теплової енергії, визначено енергопотребу та клас енергетичної ефективності будівлі за діючими нормативними документами. В результаті аналізу отриманого балансу теплових втрат, були запропоновані наступні заходи з енергозбереження, як : утеплення фасаду будівлі; утеплення даху; встановлення децентралізованої вентиляції.

Аналіз системи електрозабезпечення дозволив нам виявити енергоємне та неенергоефективне обладнання, що дало нам змогу запропонувати наступні заходи з підвищення рівня енергетичної ефективності: заміна джерел світла, заміна застарілого устаткування, а саме плит, холодильних шаф та пральних машин. Для підвищення комфорту користування системою освітлення в місцях короткострокового перебування людей було запропонована встановлення датчиків руху, а також це дозволить зменшити споживання електричної енергії.

Основною метою дослідження було оцінка ефективності та доцільності модернізації теплових інженерних систем будівлі, а саме переоснащення існуючого теплового воду будівлі на сучасні з можливістю погодного керування. В результаті оцінки існуючої системи було визначено, що вона є застарілою та працює не енергоефективно. Було проведено ряд розрахунків, для існуючих характеристик зовнішньої оболонки будівлі, було визначено економію від модернізації. Використовуючи програмне середовище Design Builder було визначено економію від модернізації ІТП і було зроблено порівняння отриманих результатів в результаті моделювання з розрахунковими, та зроблено відповідні висновки. Також важливим доповненням до модернізації теплового пункту буде виступати можливість впровадження системи енергетичного менеджменту, моніторингу та диспетчеризації, що дасть можливість аналізу, контролю енергоспоживання та оцінки ефекту від впроваджених заходів.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чин. від 2011-11-01]– К.: Мінрегіон, 2011. – 123 с. – (Державний стандарт України);
2. Новий санітарний регламент для дитсадків Офіційний вісник України № 234//Офіційний вісник України.– Офіц. Вид. – К. – 2016. – (Бібліотека офіційних видань);
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. - [Чинний від 2017-04-01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2016. – 31 с. – (Державні будівельні норми України);
4. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6-189. [Чин. від 2014-01-01]– К.: Мінрегіон, 2013. – 51 с. – (Національний стандарт України);
5. Енергетична ефективність. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні: ДСТУ Б А.2.2-12:2015. [Чин. від 2016-01-01]– К.: Мінрегіон, 2015. – 140 с. – (Державний стандарт України);
6. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. . [Чин. від 2010-10-01]– К.: Мінрегіон, 2010. – 165 с. – (Державні будівельні норми України);
7. Попов В.А., Ткаченко В.В., Ярмолюк О.С., Журавльов А.О., Притискач І.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з системи електропостачання – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 70 с.
8. Попов В.А., Ткаченко В.В., Ярмолюк О.С. Системи електропостачання. Методичні вказівки до виконання практичних занять, контрольних і самостійних робіт, курсового проекту з дисципліни для студентів напрямів підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» та 6.05060

«Теплоенергетика» за спеціальністю «Енергетичний менеджмент» – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 17 с.

9. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги: ДСТУ 4472:2005. – [Чин. від 2006-07-01]– К.: Мінрегіон, 2005. – 123 с. – (Державний стандарт України);

10. Про схвалення проекту програми енергозбереження (підвищення енергоефективності) Київської області на 2017 – 2020 РОКИ. Розпорядження голови адміністрації 263 –№ 365-19-VII від 2017 -12-14– 17 с.

11. Гавриш О.А., Сонцев С.О., Дергачова В.В., Зозульов О.В., Юдіна Н.В., Царьова Т.О., Бояринова К.О., Кравченко М.О. Розроблення стартап-проекту. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертації для студентів інженерних спеціальностей – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

12. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013–[Чинний від 2014-01-01]– К.: Мінрегіон, 2013. – 141 с. – (Національний стандарт України);

13. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008–[Чинний від 2008-12-09]– К.: Мінрегіон, 2009. – 56 с. – (Національний стандарт України);

14. Внутрішній водопровід та каналізація: ДБН В.2.5-64:2012– [Чинний від 2013-03-01]–К.: Мінрегіон, 2013. – 105 с. – (Національний стандарт України).