

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М.ПОТЕБНІ**

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота
перший бакалаврський
(рівень вищої освіти)

на тему Шляхи зниження енергоспоживання будівлі школи-інтернату
«Дивосвіт», с. Мала Білозерка

Виконав: студент 5 курсу, групи ТЕ-17-1бз
спеціальності теплоенергетика
(код і назва спеціальності)
освітньої програми теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

Чоботар Владислав Станіславович
(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доцент Радченко В.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та
прізвище)

Рецензент проф., д.т.н. Чейлитко А.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та
прізвище)

Запоріжжя
2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики

Рівень вищої освіти бакалаврський

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(код та назва)

Освітня програма Теплоенергетика

(код та назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 2022 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Чоботар Владислав Станіславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) Шляхи зниження енергоспоживання будівлі школи-інтернату «Дивосвіт», с. Мала Білозерка

керівник роботи Радченко Віталій Васильович к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «17» січня 2022 року № 91-с

Строк подання студентом роботи: 01 травня 2022 р.

Вихідні дані до роботи: Кліматологія місця будівництва. Геометричні параметри будівлі. теплофізичні характеристики огорожуючих конструкцій.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загальна інформація про об'єкт обстеження. Огороджувальні конструкції будівлі. Характеристика системи опалення. Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів. Структура загального споживання енергії. Витрати на паливо-енергетичні ресурси. Утеплення стін. Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Характеристика будівлі. Електроспоживаюче обладнання. Нормативні кліматичні показники та умови мікроклімату. Споживання палива. Аналіз споживання енергоресурсів. Баланс розподілення теплової енергії

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Радченко В.В.		
2	Радченко В.В.		
3	Радченко В.В.		
4	Радченко В.В.		
5	Радченко В.В.		

Дата видачі завдання 02 травня 2022 р**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкту обстеження		
2	Нормативні кліматичні показники та умови мікроклімату		
3	Заходи підвищення енергоефективності		
4	Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності		
5	Оформлення пояснювальної записки		
6	Підготовка презентації		

Студент _____

Чоботар В.С.

Керівник роботи (проекту) _____

Радченко В.В.**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер _____

Чижов С.Є.

РЕФЕРАТ

Об'єкт енергоаудиту - система споживання енергоносіїв КЗ "Школа-інтернат "Дивосвіт" ЗОР.

Мета енергоаудиту - визначення базового споживання енергії, визначення ефективності використання енергоносіїв, складання енергетичного сертифікату та паспорту будівель, пошук можливостей зменшення споживання енергоресурсів.

Для свого функціонування установа споживає: електричну енергію, вугілля, та холодну воду. Електрична енергія використовується для освітлення, роботи периферійних пристроїв та допоміжного обладнання.

Ключові слова: енергоефективність, енергоаудит, теплова енергія, електрична енергія, паливо, гаряче водопостачання

ЗМІСТ

ВСТУП

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ

- 1.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження
- 1.2 Огороджувальні конструкції будівлі
- 1.3 Характеристика системи опалення
- 1.4 Характеристика системи вентиляції
- 1.5 Характеристика електроспоживаючого обладнання

2. НОРМАТИВНІ КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УМОВИ МІКРОКЛІМАТУ

- 2.1 Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів
 - 2.1.1 Електрична енергія
 - 2.1.2 Холодна вода
 - 2.1.3 Паливо
 - 2.1.4 Структура загального споживання енергії
- 2.2 Витрати на паливо-енергетичні ресурси
 - 2.2.1 Тарифи на паливо енергетичні ресурси
 - 2.2.2 Витрати на електричну енергію
 - 2.2.3 Витрати на холодну воду
 - 2.2.4 Витрати на паливо
 - 2.2.5 Структура загальних витрат на паливо-енергетичні ресурси
- 2.3 Аналіз споживання енергоресурсів
 - 2.3.1 Електрична енергія
 - 2.3.2 Кам'яне вугілля

3. БАЛАНС РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

4. ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

- 4.1 Утеплення стін
- 4.2 Утеплення даху
- 4.3 Утеплення підлоги
- 4.4 Заміна вікон на енергозберігаючі

4.5 Встановлення локальних рекуператорів тепла вентиляційного повітря

4.6 Встановлення системи автоматичного регулювання опалення

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ВИСНОВКИ
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Під енергетичним аудитом розуміють обстеження підприємств, організацій і окремих виробництв з їх ініціативи з метою визначення можливостей економії споживаної енергії і надання допомоги в здійсненні цієї економії шляхом впровадження механізмів ефективного енерговикористання.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук шляхів надання допомоги суб'єктам господарювання для визначення напрямків ефективного енерговикористання.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або фірми, уповноважені на це суб'єктами господарської діяльності.

Енергетичний аудит призначений для вирішення таких завдань:

- обстеження стану використання енергетичних ресурсів на об'єкті;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження енергетичних витрат;
- визначення потенціалу заощадження енергії;
- економічного обґрунтування організаційно-технічних заходів.

Опис об'єкта і його будівель і споруд характеризує наявність на об'єкті установок і обладнання, режим їх роботи, продуктивність, а також дає можливість оцінити ефективність виробничого обладнання.

Завданням розділу звіту про вивчення стану енерговикористання є визначення кількості енергій та енергоносіїв, які використовуються різними користувачами досліджуваного об'єкта, а також їх вартості. Крім того, проводиться порівняння фактичного споживання енергії на об'єкті з прийнятими нормативами. В результаті створюється база для аналізу енерговикористання та пошук шляхів підвищення ефективності енерговикористання, які дадуть можливість виявити ділянки об'єкта, в яких спрямовані на енергозбереження інвестиції дадуть найбільший економічний ефект.

Рекомендаційна частина звіту містить пропозиції щодо ефективності використання енергії, які розроблені під час обстеження. Запропоновані практичні проекти повинні бути обґрунтовані техніко-економічними розрахунками. Описи заходів з енергозбереження повинні містити такі ключові моменти:

- що потрібно робити, щоб зберігати енергію;
- яким чином ці дії приведуть до заощадження енергії.

Заключним документом енергоаудиту є звіт, який містить підсумки вивчення станів використання енергії та енергоресурсів на об'єкті, опис об'єкта і рекомендації щодо ефективного використання енергії.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ОБСТЕЖЕННЯ

Визначемо основні терміни та поняття.

1. Енергетична ефективність будівлі – це властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов.
2. Енергетичний паспорт будівлі – документ, в якому зазначаються енергетичні характеристики під час проектування об'єкта будівництва, обраховані відповідно до вимог цих норм.
3. Енергетичні характеристики будівлі – розрахована та/або виміряна кількість енергії, яка необхідна для задоволення попиту на енергію за типових умов використання будівлі, що включає енергію, яка використовується для опалення, охолодження, гарячого водопостачання, кондиціонування, вентиляції та освітлення.
4. Енергетичний сертифікат - електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано.
5. Клас енергетичної ефективності будівлі – визначений рівень енергетичної ефективності за інтервалом значень енергетичних характеристик будівлі, які встановлюються відповідно до цих норм.
6. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі – мінімальні значення показників, що характеризують здатність будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання (в тому числі нормативно допустима

енергопотреба на одиницю опалювальної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі, що визначається на підставі економічно обґрунтованого рівня енергетичної ефективності будівлі) забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі.

7. Термомодернізація будівель - комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж встановлено мінімальними вимогами щодо енергетичної ефективності будівель, що здійснюється під час виконання робіт з реконструкції, капітального чи поточного ремонту будівель або робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію.

8. Питома енергопотреба – показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлю.

9. Опалювальна площа - визначається відповідно до наявної проектної документації. У разі її відсутності опалювана площа визначається як площа поверхів (у тому числі мансардного, опалюваного цокольного й підвального) будинку, яка вимірюється в межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, включаючи площу, що займають перегородки й внутрішні стіни. В опалювану площу включаються опалювані сходові клітки, ліфтові та інші шахти з урахуванням їх площі на рівні кожного поверху. В опалювану площу будинку не включаються площі теплих горищ і техпідпілля, неопалюваних технічних поверхів, підвалу (підпілля), холодних неопалюваних веранд, сходових клітин, а також холодного горища або його частини, не зайнятої під

мансарду. При визначенні площі мансардного приміщення житлового будинку враховують площу цього приміщення з висотою похилої стелі не менше 1,5 м при нахилі 30 град. до горизонту; 1,1 м при 45 град.; 0,5 м при 60 град. і більше. Площу приміщення з меншою висотою враховують у загальній площі з коефіцієнтом 0,7.

10. Опалювальний об'єм - визначається відповідно до наявної проектної документації. У разі її відсутності опалюваний об'єм визначається як добуток опалюваної площі поверху на внутрішню висоту, що вимірюється від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху. У разі складних форм внутрішнього об'єму будинку опалюваний об'єм визначається як об'єм простору, що обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, покриття або горищного перекриття, цокольного перекриття). Для підземних автостоянок опалюваний об'єм обмежується перекриттям над автостоянкою.

11. Мікроклімат приміщення - умови внутрішнього середовища приміщення, що впливають на тепловий обмін людини з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи; ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

12. Система чергового опалення - система (окрема система або режим використання основної системи) для опалення будівлі (приміщення) у неробочий час або під час перерв у використанні приміщень.

13. Опалювальний період/період охолодження - період року, протягом якого є потреба в споживанні суттєвої кількості енергії для опалення/охолодження будівлі або окремих приміщень.

1.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження

КЗ "Школа-інтернат "Дивосвіт" ЗОР має наступне призначення. Заклад є спеціалізованим загальноосвітнім навчальним закладом II-III ступенів, художньо-естетичного профілю з класами з поглибленим вивченням окремих предметів та курсів



Рисунок 1.1 - КЗ "Школа-інтернат "Дивосвіт" ЗОР

Основні дані про об'єкт обстеження наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні дані про об'єкт обстеження

Назва установи	КЗ "Школа-інтернат "Дивосвіт" ЗОР
Адреса	Запорізька область, Василівський район, с. Мала Білозерка, вул. Шахтарська, 95
Контакти	Телефон:
Температурна зона	II
Середня температура опалювання періоду, °С	0,6
Тривалість опалюваного періоду, діб	166
Рік будівництва	1980
Опалювальна площа, м ²	1187,5
Джерело теплопостачання	два котли НДІСТУ-5
Наявність лічильника теплової енергії	відсутній

Джерело ГВП	ємнісні електроводонагрівачі
Наявність лічильника ГВП	відсутній
Наявність власного трансформатора	відсутня
Наявність лічильника електричної енергії	наявний

Загальна характеристика будівлі, що опалюється, представлена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Загальна характеристика будівлі

	Одиниця вимірювання	Значення
Загальна площа поверхні будівлі	м ²	2437,1
Сумарна кондиційована площа	м ²	1187,5
Загальний об'єм	м ³	3598,5
Сумарний кондиційований об'єм	м ³	3562,5
Площа першого поверху	м ²	680,5
Периметр першого поверху	м ²	146
Габаритна довжина будівлі	м	52
Кількість поверхів	шт.	2
Чиста висота приміщення	м	3

1.2 Огороджувальні конструкції будівлі

Загальна характеристика зовнішніх стін представлена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Характеристика зовнішніх стін

№з/п	Конструкція	Товщина стіни, м	Термічний опір R, м ² К/Вт
1	Стіни будівлі самонесучі, виконані з червоної цегли на цементно-піщаному розчині та облицюванням силікатноюцеглою. Загальна товщина стіни складає - 510 мм.	0,51	0,80

Площа зовнішніх стін по сторонам світу представлена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Площа зовнішніх стін по сторонам світу

Орієнтація	Пн	Сх	Пд	Зх	Загальна площа, м ²
Площа стіни (м ²)	219,56	80,28	241,60	90,70	632,14
Коеф. теплопередачі, U	1,25	1,25	1,25	1,25	

Характеристика світлопрозорих огорожувальних конструкцій представлена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Характеристика світлопрозорих огорожувальних конструкцій

Орієнтація	Розмір		Площа одного елементу	Кількість	Загальна площа	Тип матеріал у	Тип заскл.	Термічний опір, R
	а, м	b, м	м ²	шт.	м ²	(Д, П, ...)	1,2 зас	м ² К/Вт
Пн	2,2	2	4,40	16	70,40	П-3к	2	0,386
Пн	2,2	2	4,40	3	13,20	П-3к	2	0,386
Пн	2,2	2	4,40	3	13,20	П-3к	2	0,386
Пн	2,2	2	4,40	1	4,40	П-3к	2	0,386
Пн	2,2	2	4,40	1	4,40	П-3к	2	0,386
Пн	0,8	0,8	0,64	4	2,56	П-3к	2	0,386
Пн	1,7	0,8	1,36	1	1,36	П-3к	2	0,386
Пд	2,2	2	4,40	2	8,80	П-3к	2	0,386
Пд	2,2	2	4,40	2	8,80	П-3к	2	0,386
Пд	2,2	2	4,40	2	8,80	П-3к	2	0,386
Пд	2,2	2	4,40	15	66,00	П-3к	2	0,386
З	2,2	2	4,4	9	39,6	П-3к	2	0,386
Сх	1,8	3,4	6,12	6	36,72	П-3к	2	0,386

Характеристика зовнішніх дверей представлена в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Характеристика зовнішніх дверей

Орієнтація	Розмір		Площа одного елементу	Кількість	Загальна площа	Тип матеріалу дверей	Термічний опір, R
	а, м	б, м	м ²	шт.	м ²	(Д, П, М)	м ² К/Вт
Пн	2,3	2,4	5,52	1	5,52	ПУ	0,6
Пн	1,7	2	3,40	1	3,40	М	0,16
Пд	1	2	2,00	1	2,00	ПУ	0,6
Пд	1	2	2	1	2	М	0,16
З	1,6	2	3,2	1	3,2	М	0,16
З	1,5	2	3	1	3	М	0,16

Характеристика даху представлена в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Характеристика даху

№з/п	Тип даху	Конструкція перекриття даху	Товщина перекриття даху, м	Площа перекритт я, м ²	Термічн ий опір R, м ² К/Вт
1	Холодне горище	Залізобетонна плита перекриття утеплена шаром утеплювача товщиною 150 мм.	0,37	753,8	1,14

Характеристика підлоги представлена в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Характеристика підлоги

№з/п	Тип підлоги	Конструкція підлоги	Товщина перекриття підлоги, м	Площа перекриття, м ²	Термічний опір R, м ² К/Вт
1	Технічне підпілля	Плити перекуття 220 мм, стяжка цементним розчином товщиною 50 мм та керамічної плитки.	0,28	753,8	0,329

1.3 Характеристика системи опалення

Джерелом опалення виступає два котли НДІСТУ-5. Система - двотрубна.

Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення та гарячого водопостачання не ведеться.

Підсистема розподілу.

Тип внутрішньої системи опалення: водяна, двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів. Система не налагоджена. Відсутні балансувальні клапани на стояках системи. Підсистема розподілу виконана з металопластикових трубопроводів, трубопроводи які розміщені в неопалювальних приміщеннях утеплені. Температурний графік 95/70°C.

Характеристика системи опалення представлена в таблицях 1.9

Таблиця 1.9 - Характеристика системи розподілу

Система розподілу	
Теплопостачання від:	власна котельня
Введено в експлуатацію:	До 1994
Тип	двотрубна
Збалансованість системи розподілу	розбалансована
Балансувальні клапани	відсутні
Теплоносій	вода
T1/T2 (°C)	95/70
Стан теплової ізоляції	-

Таблиця 1.10 – Характеристика системи подачі теплоти

Система подачі теплоти			
Нагрівальний елемент №1	Сталеві радіатори "Термія"	Кількість, (шт.)	65

1.4 Характеристика системи вентиляції

Централізована система охолодження в будівлі відсутня. Декілька приміщень охолоджується локальними спліт-системами. Централізована система вентиляції будівлі відсутня. Присутня примусова витяжна система вентиляції на кухні. Вентиляція приміщень будівлі відбувається в природний спосіб за рахунок перепаду тиску зовні та в середині будівлі та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через нещільності у дверних конструкцій та відкривання вікон).

Характеристика вентиляторів наведена в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 - Характеристика вентиляторів

Приміщення, що обслуговується	Тип вентилятора	Тип двигуна	Кількість	Потужність, кВт	Період роботи год/добу
Кухня	Systemair K 250L TW	Асинхронний	2	0,145	2

1.5 Характеристики електроспоживаючого обладнання

Характеристика електричного обладнання КЗ "Школа-інтернат "Дивосвіт" ЗОР представлена в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 - Характеристика і споживання електричного обладнання

Назва	Кількість, шт.	Потужність, Вт	Період роботи, год/тижд.	Кількість тижнів на рік	Споживання в тиждень, кВт·год	Коефіцієнт завантаження	Інше споживання, кВт·год/рік
Системний блок	154	450	40	52	914,6	0,3	47559,2
Монітор	175	200	40	52	342,5	0,3	17810
Принтер	104	150	20	52	89,2	0,3	4638,4
Сканер	44	150	20	52	23,2	0,3	1206,4

МФУ	18	200	10	52	11,1	0,3	577,2
УПС	89	400	40	52	423,3	0,3	22011,6
Кондиціонер	33	1600	20	12	176,8	0,3	9193,6
Електр. чайник	56	2100	5	52	125,4	0,3	6520,8
Холодильник	21	800	24	52	78,9	0,3	4102,8
Мікроволн. піч	24	800	5	52	58,5	0,7	3042

Розрахункове річне споживання електроенергії з урахуванням освітлення склало 106,9 тис. кВт·год. Це значення дуже близьке к фактичному значенню, яке складає 102,6 тис. кВт·год.

Система освітлення

Освітлення внутрішніх приміщень представлено різними освітлювальними приладами. Характеристика освітлювальних приладів представлена в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 - Характеристика внутрішніх освітлювальних приладів

Тип	Потужність однієї лампи, Вт	Кількість ламп, шт.
Люмінесцентні	21	200
Світлодіодна (квадрат)	36	30
Світлодіодна	12	16
лампа розжарювання	60	11
Люмінесцентні	42	20

2 НОРМАТИВНІ КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УМОВИ МІРОКЛІМАТУ

В таблиці 2.1 приведені нормативні та прийняті кліматичні дані згідно з Meteonom Software (<http://www.meteonom.com>) та в таблиці 3.2 згідно ДСТУ-НБВ.1.1 27:2010 «Будівельна кліматологія».

Таблиця 2.1 - Температура зовнішнього повітря згідно з Meteonom Software

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середня температура місяця (Запоріжжя)	-3,5	-2,6	2	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1

Таблиця 2.2 - Нормативні кліматичні показники

Найменування	Показники
Температурна зона	II
Розрахункова температура зовнішнього повітря, °C	-21
Середня температура за опалювальний період, °C	0,6
Кількість днів опалювального періоду	166

Нормативні умови мікроклімату представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Нормативні умови мікроклімату у приміщенні

Найменування	Показники
Відносна вологість повітря, %	50-60
Внутрішня температура повітря, °C	+20
Кратність повітрообміну, год ⁻¹	0,8-1,5

2.1 Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів

2.1.1 Електрична енергія

Споживання електричної енергії по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки заданими організацією представлено в таблиці 3.1 та на рисунку 3.1.

Таблиця 2.4 - Кількість спожитої електроенергії

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт·год		
	2016	2017	2018
Рік	2016	2017	2018
Січень	19920	15090	8980
Лютий	4860	13976	11160
Березень	10500	15549	19140
Квітень	26100	14520	14400
Травень	9480	9360	8340
Червень	6720	8040	7440
Липень	6660	5100	5460
Серпень	2940	3000	3600
Вересень	11400	10920	10500
Жовтень	12000	12120	9660
Листопад	14700	15960	15000
Грудень	15690	16159	16600
Разом	140970	139794	130280

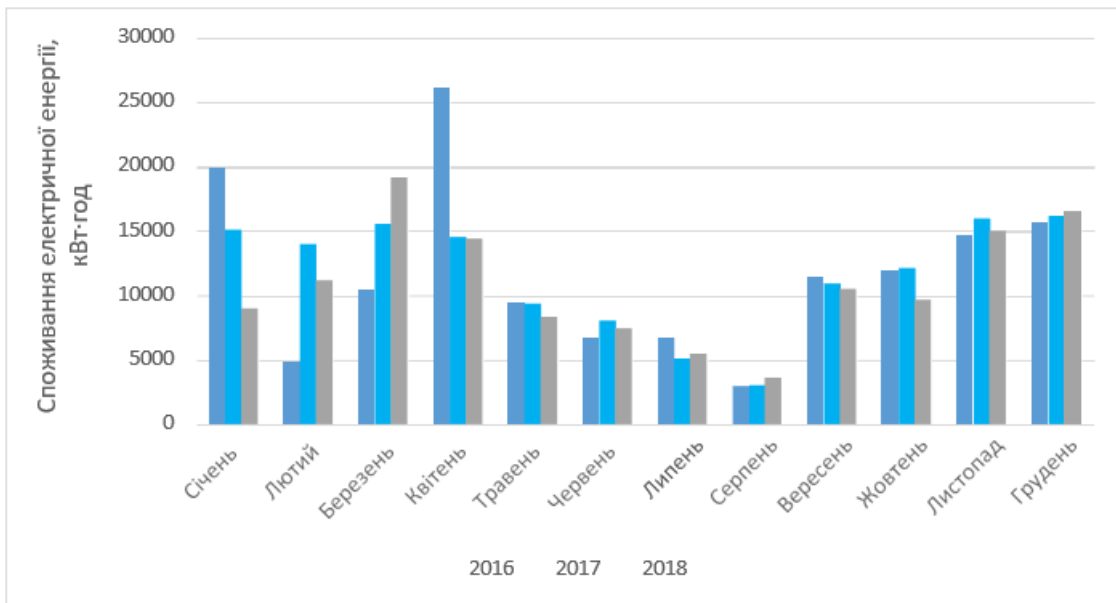


Рисунок 2.1 - Споживання електроенергії по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що споживання електричної енергії протягом останніх років знаходиться в діапазоні 2,94 - 26,1 тис. кВт·год на місяць. Протягом року споживання електричної енергії досить нерівномірне, це пояснюється тим, що у літній період діти йдуть на канікули. Можна констатувати постійність споживання електричної енергії у 2016, 2017 та 2018 р.

2.1.2 Холодна вода

Споживання холодної води по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки за даними організації представлено в таблиці 2.5 та на рисунку 2.2.

Таблиця 2.5 - Споживання холодної води по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

Місяць	Споживання холодної води, м ³		
	2016	2017	2018
Рік			
Січень	5	153	50
Лютий	60	147	115

Березень	85	122	160
Квітень	153	155	204
Травень	140	171	309
Червень	157	121	196
Липень	246	119	60
Серпень	156	138	204
Вересень	267	278	222
Жовтень	243	165	128
Листопад	74	321	238
Грудень	450	163	190
Разом	2036	2053	2076

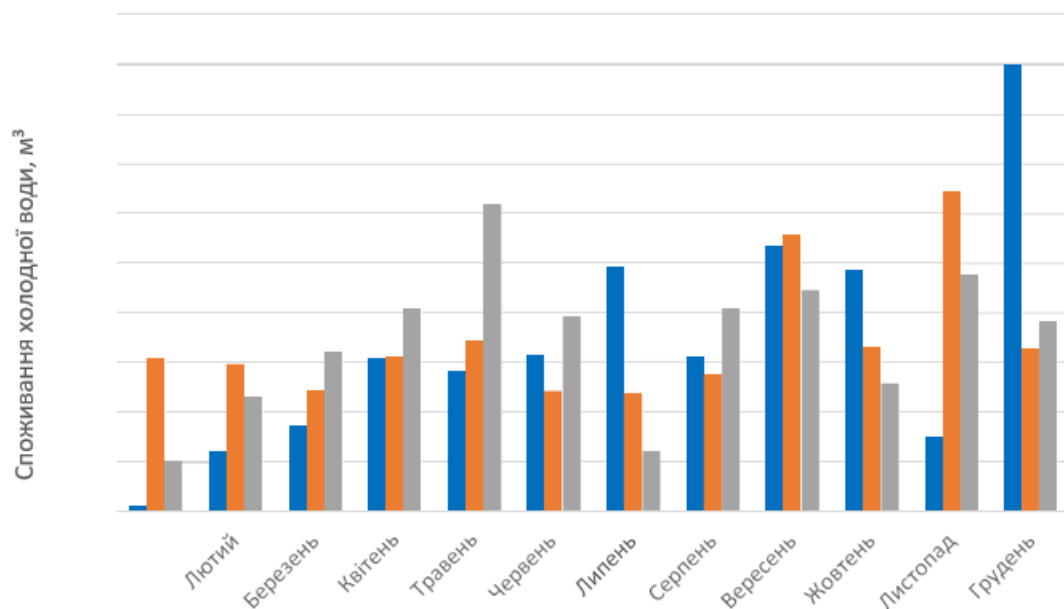


Рисунок 2.2 - Споживання холодної води по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що споживання холодної води протягом року знаходиться в діапазоні 5 - 450 м³ на місяць. Протягом року споживання води досить нерівномірне, це зв'язано з несвоєчасним зняттям показників лічильника.

2.1.3 Паливо

Організація використовує кам'яне вугілля на потреби опалення. Споживання вугілля дров та пресованої деревини по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки за даними організації представлено в таблицях 2.6, 2.7, 2.8 та на рисунку 2.3.

Таблиця 2.6 - Споживання вугілля по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

Місяць	Споживання палива, т			Споживання палива, кВт·год		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Рік						
Січень	79,44	81,66	48,42	590696,4	607203,8	360039,28
Лютий	56,22	53,1	31,32	418038,2	394838,6	232887,86
Березень	32,34	46,56	25,32	240472,3	346208,8	188273,33
Квітень	6,18	21,84	3,3	45952,97	162396,9	24537,993
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	10,92	11,76	0	81198,45	87444,49	0
Листопад	46,92	31,14	21,84	348885,7	231549,4	162396,9
Грудень	54,42	43,26	50,532	404653,8	321670,8	375743,6
Разом	286,44	289,32	180,732	2129898	2151313	1343879

Таблиця 2.7 - Споживання дров по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

Місяць	Споживання палива, м ³			Споживання палива, кВт·год		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Рік						
Січень	18	28,5	29,1	42750	67687,5	69112,5
Лютий	17,4	25,2	26,7	41325	59850	63412,5
Березень	18,6	7,5	10,5	44175	17812,5	24937,5
Квітень	9,588	11,7	0,96	22771,5	27787,5	2280
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0

Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	0	6,6594	0	0	15816,08	0
Листопад	26,1	10,68	20,7	61987,5	25365	49162,5
Грудень	27,6	28,5	30,72	65550	67687,5	72960
Разом	195,48	197,899	197,8	464265	470010	469775

Таблиця 2.8 - Споживання пресованої деревини по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

Місяць	Споживання палива, т			Споживання палива, кВт·год		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Рік						
Січень	6	6,18	0	14250	14677,5	0
Лютий	3,06	1,8	0	7267,5	4275	0
Березень	0	0	0	0	0	0
Квітень	1,2	0	0	2850	0	0
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	0	0	0	0	0	0
Листопад	15,6	0	0	37050	0	0
Грудень	25,5	0	0	60562,5	0	0
Разом	85,6	13,3	0	203300	31588	0

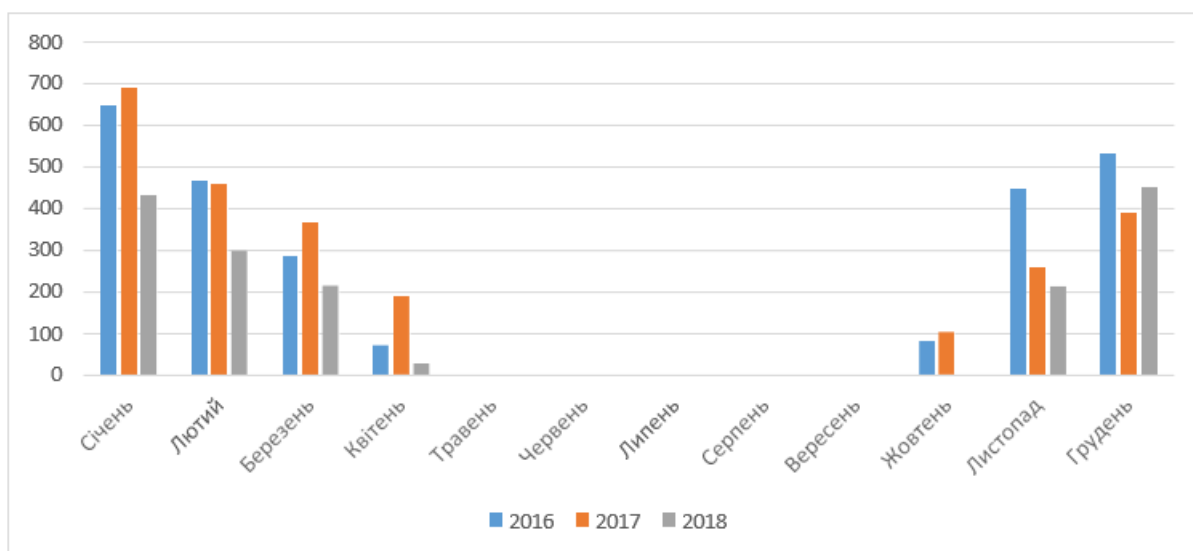


Рисунок 2.3 - Споживання палива на опалення у тис. кВт·год по місяцях за 2016,2017 та 2018 роки

З таблиці видно, що споживання кам'яного вугілля протягом останніх років знаходиться в діапазоні 180,73 - 289,32 м³. Протягом року споживання кам'яного вугілля досить рівномірне. Можна констатувати деяке зниження споживання палива у 2018 р.

2.1.4 Структура загального споживання енергії

Структура загального споживання енергії за 2016, 2017 та 2018 роки за даними організації представлена на рисунку 2.4.

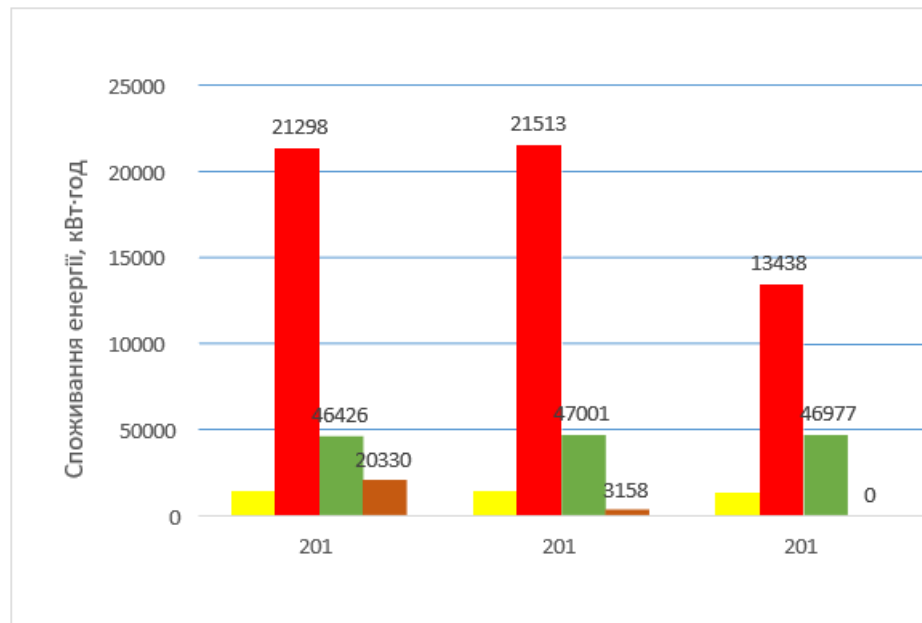


Рисунок 2.4 - Структура загального споживання енергії за 2016-2018 роки

З діаграми видно що основне споживання енергії припадає на споживання кам'яного вугілля. Загальне споживання енергії на опалення за останні три роки складає близько 2421 тис. кВт·год на рік.

2.2 Витрати на паливо-енергетичні ресурси

2.2.1 Тарифи на паливо-енергетичні ресурси

Діючі тарифи на паливо-енергетичні ресурси за даними організації представлений в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Діючі тарифи

Найменування	Вартість
Електроенергія, грн/кВт·год	2,75
Холодна вода (з водовідведенням), грн/м ³	13,06
Кам'яне вугілля, грн/т	4257
Дрова, грн/м ³	1032
Пресована деревина, грн/м ³	2500

Згідно розрахунку ціна на теплову енергію для забезпечення опалення становить 2,2 грн за 1 кВт·год. Ця ціна буде використовуватися для знаходження економічної доцільності заходів.

2.2.2 Витрати на електричну енергію

Витрати на електричну енергію по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки представлені в таблиці 2.10 та на рисунку 2.5.

Таблиця 2.10 - Витрати на електроенергію за 2016, 2017 та 2018 роки

Місяць	Витрати електроенергії в грошовому виразі, грн		
	2016	2017	2018
Січень	69,58	34105,66	38787,02
Лютий	38371,72	15825,72	9900,06
Березень	9362,02	49262,43	31969,28
Квітень	20357,09	1169,74	58341,87
Травень	74364,51	21623,68	30645,19
Червень	15211,68	15484,34	17354,09
Липень	5599,59	10586,75	13436,22
Серпень	19987,86	10893,72	39917,79
Вересень	16962,33	19332,31	26966,05
Жовтень	29781,91	28115,16	29349,95
Листопад	30926,77	26274,92	26146,28
Грудень	36747,37	34947,09	16379
Разом	297742	267622	339193

З таблиці видно, що за останні три роки організація на електричну енергію витрачає близько 302 тисяч гривень щорічно. Найбільші витрати на електричну енергію протягом року припадають на зимовий період.

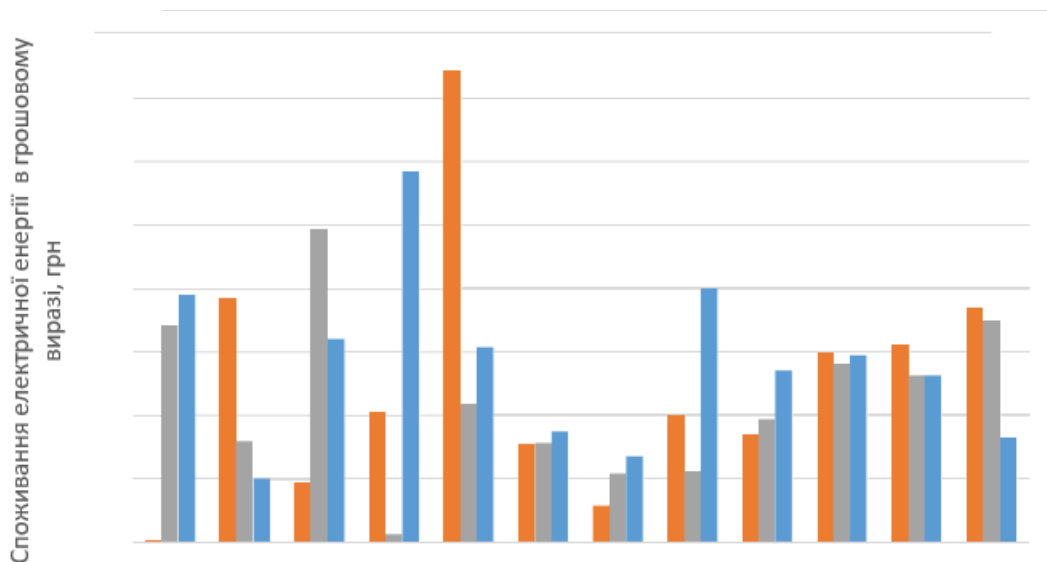


Рисунок 2.5 - Витрати на електричну енергію по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

2.2.3 Витрати на холодну воду

Витрати на воду по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки за даними організації представлені в таблиці 2.11 та на рисунку 2.6.

Таблиця 2.11 - Витрати на холодну воду за 2016, 2017 та 2018 роки

Місяць	Витрати на холодну воду в грошовому виразі, грн		
	2016	2017	2018
Рік	2016	2017	2018
Січень	0	0	479
Лютий	44	0	0
Березень	525	451	1278
Квітень	744	1170	4045
Травень	1339	1486	0
Червень	1225	1640	3434
Липень	1374	1160	2178
Серпень	2153	1141	667
Вересень	1491	1323	2256
Жовтень	2560	2665	3889
Листопад	2330	1582	2645
Грудень	5024	4641	2111

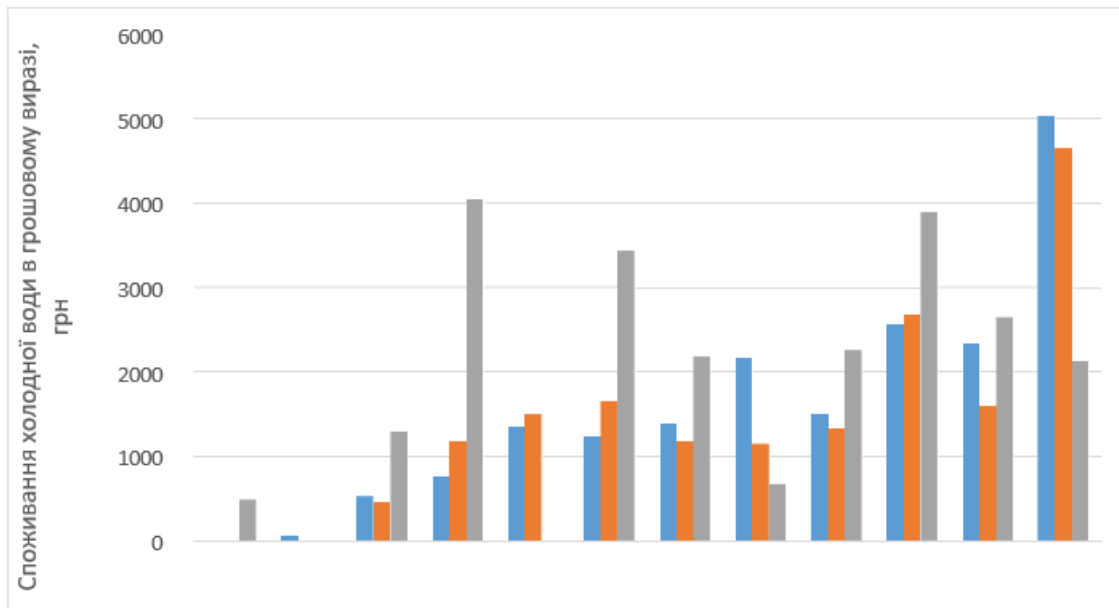


Рисунок 2.6 - Витрати на холодну воду по місяцях за 2016-2018

Бачимо що, витрати на холодну воду дуже незначні у порівнянні з витратами на інші ресурси.

2.2.4 Витрати на паливо

Витрати на вугілля, дрова та пресовану деревину по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки за даними організації представлені в таблиці 2.12 та на рисунку 2.7.

Таблиця 2.12 - Витрати на паливо за 2016, 2017 та 2018 роки

Місяць	Витрати на паливо в грошовому виразі, грн		
	2016	2017	2018
Рік	2016	2017	2018
Січень	252492	283031	221728
Лютий	190287	184609	151930
Березень	111309	144949	113248
Квітень	29289	75323	13647
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0

Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	33809	40880	0
Листопад	203315	133908	112785
Грудень	249429	200782	245244
Разом	106931	1063482	858582

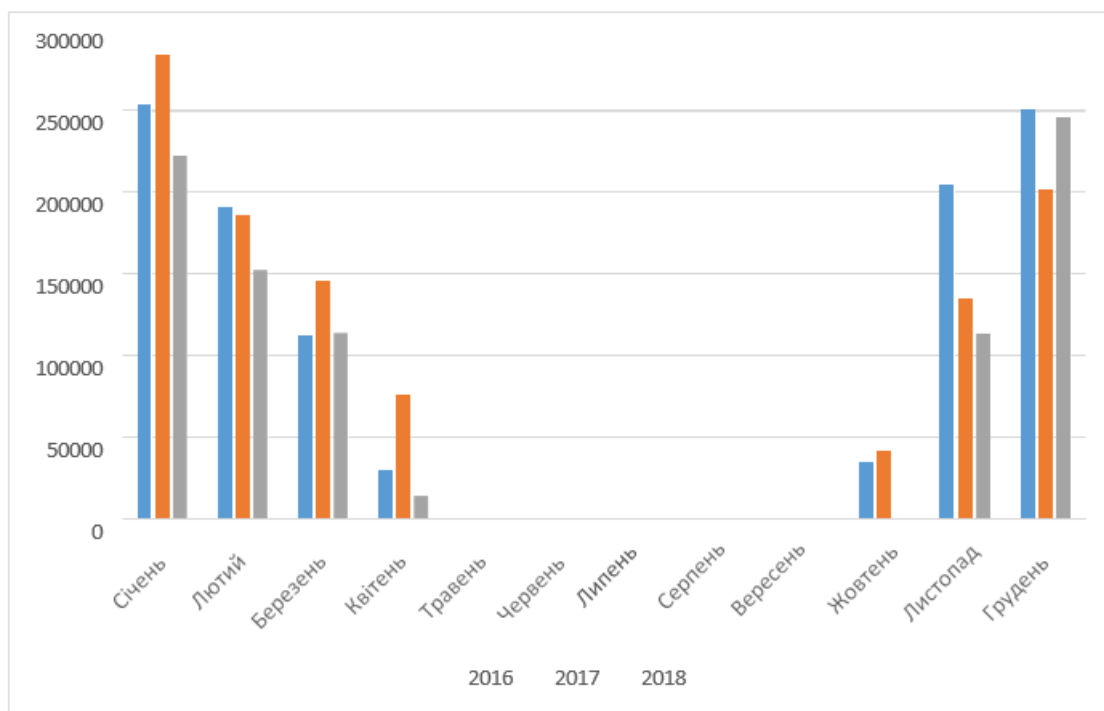


Рисунок 2.7 - Витрати на паливо по місяцях за 2016, 2017 та 2018 роки

2.2.5 Структура загальних витрат на паливо-енергетичні ресурси

Витрати на паливо-енергетичні ресурси представлені на рисунку 2.8.

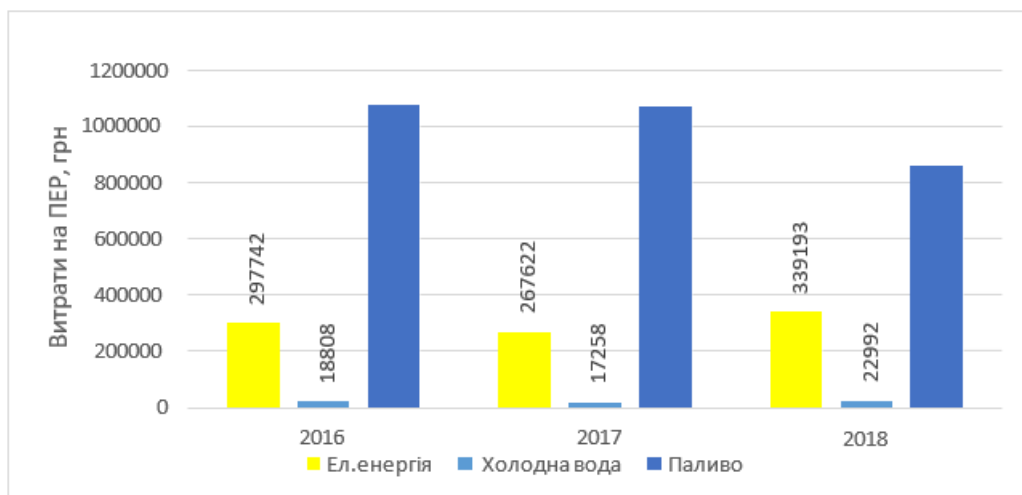


Рисунок 2.8 - Структура загальних витрат на енергію та холодну воду за 2017-2018 роки

Витрати на паливо сильно перевищують витрати на електричну енергію.

2.3 Аналіз споживання енергоресурсів

2.3.1 Електрична енергія

Споживання електричної енергії з січня 2018 року по грудень 2018 року заданими організацією представлені на рисунку 2.9.

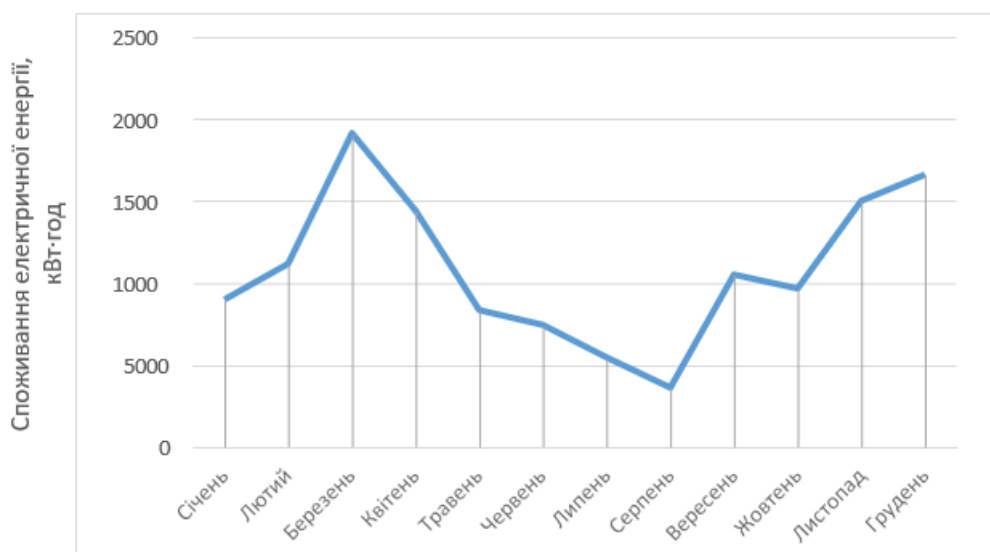


Рисунок 2.9 - Споживання електричної енергії

Можна констатувати, що споживання електричної енергії непостійне з місяця вмісяць. На графіку можна побачити зменшення у літку, на це впливає наявність канікул, також це може свідчити про несвоєчасність зняття показників лічильника.

2.3.2 Кам'яне вугілля

Споживання кам'яного вугілля з січня 2018 року по грудень 2018 року за даними організації представлені на рисунку 2.10.

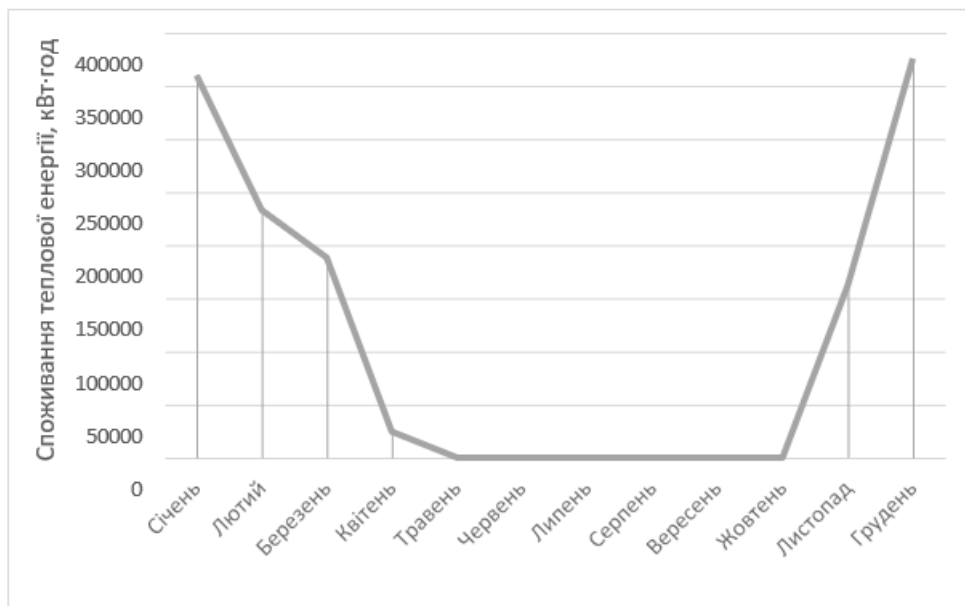


Рисунок 2.10 - Споживання палива

Змінення споживання кам'яного вугілля, що використовується на опалення відповідає зміні температури зовнішнього повітря.

3 БАЛАНС РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

На основі результатів обстеження, теплофізичних характеристик огороджувальних конструкцій та фактичних даних про обладнання, що споживає теплову та електричну енергію, згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 «Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» розраховані теплові втрати будівлі і складено розрахунковий баланс розподілення споживання енергії.

Структуру витрат на опалення представлено в таблиці 3.1 та рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 - Структура витрат на опалення

	тис. кВт·год/рік	тис. кВт·год/м ²	%
Стіни	70	0,06	18,8
Вікна і двері	71	0,06	19,0
Дах	53	0,04	14,2
Підлога	47	0,04	12,6
Вентиляція	132	0,11	35,4
Сума	372	0,31	100

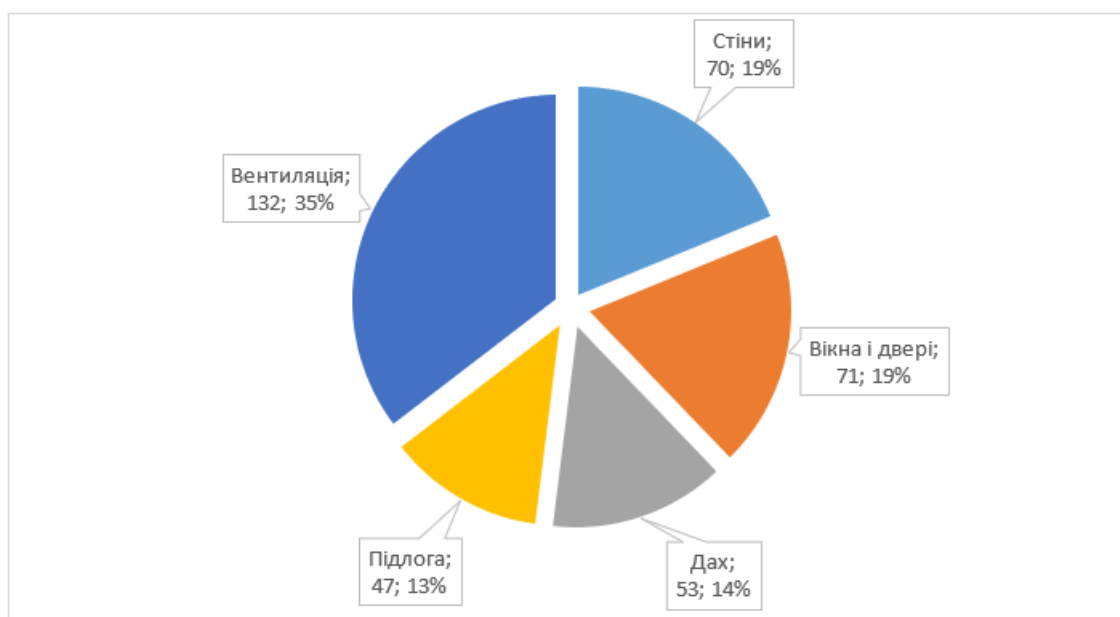


Рисунок 3.1 - Структура витрат на опалення

Найбільші витрати відбуваються через вікна та стіни, а також з вентиляцією, тому нижче будуть розглянуті заходи, направлені на суттєве зменшення цих витрат.

Температура води на вході у котли прийнята постійною, рівною 70 °С, за рахунок рециркуляції мережевої води. Температура мережевої води в подаючому трубопроводі за опалювальний період не знижується нижче 70 °С, що диктується споживачами гарячого водопостачання [7]. В котельній встановлено газовий котел КВа 2.0

Існуюча розрахункова відпустка тепла на опалення і вентиляцію, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_{\text{ов}} = 20,02.$$

Коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря

$$K_{\text{ов}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{н.изл}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{нр}}} = \frac{18 - (-21)}{18 - (-21)} = 1.$$

Розрахункова відпустка тепла на опалення і вентиляцію, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_{\text{ов}} = (Q_{\text{ов.макс}}^{\text{ж}} - Q_{\text{ов.макс}}^{\text{н}}) = (20,019 + 0) \cdot 1 = 20,02.$$

Значення коефіцієнта $K_{\text{ов}}$ в ступені 0,8

$$K_{\text{ов}}^{0,8} = 1^{0,8} = 1.$$

Температура прямої мережевої води на виході з котельні, °С

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot K_{\text{ов}}^{0,8} + 57,5 \cdot K_{\text{ов}} = 18 + 64,5 \cdot 1 + 57,5 \cdot 1 = 140.$$

Температура зворотної мережної води на вході в котельню, °С

$$t_2 = t_1 - 80 \cdot K_{об} = 140 - 80 \cdot 1 = 60.$$

Сумарний відпуск тепла на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_{гв.об} = Q_{об} + (Q_{г.в.}^{ср.ж} + Q_{г.в.}^{ср.н}) = 20,02 + (0,16213 + 0) = 20,18113.$$

Розрахункова витрата мережної води, кг/с

$$G_{гв.об} = \frac{Q_{гв.об} \cdot 10^3}{(t_1 - t_2)} = \frac{20,18113 \cdot 10^3}{(150 - 70)} = 60,206.$$

Розрахунок підживлювальної води на заповнення втрат в тепломережі, кг/с

$$\begin{aligned} G_{ут} &= \frac{0,5}{100} \cdot [(Q_{об.макс}^{ж} + Q_{гв}^{ср.ж}) \cdot q_{сист}^{ж} + (Q_{об.макс}^n + Q_{гв}^{ср.н}) \cdot q_{сист}^n] \cdot \frac{K_{ут}}{3600} \\ &= \frac{0,5}{100} \cdot \\ &\cdot [(20,02 + 0,16213) \cdot 42900 + (0 + 0) \cdot 0] \cdot \frac{1}{3600} = 1,204. \end{aligned}$$

Кількість зворотної мережної води, кг/с

$$G_{сет.обр} = G_{гв.об} - G_{ут} = 60,206 - 1,204 = 59,0021.$$

Температура гріючої води, що поступає до деаератора, °С

$$t_d = t_{BK1} = 150.$$

Кількість гріючої води, що поступає до деаератора, кг/с

$$G'_d = \frac{1,002 \cdot G_{yT} \cdot (T_5 - T_4)}{(t_{BK1} - T_5) \cdot 0,98} = \frac{1,002 \cdot 1,204 \cdot (70 - 60)}{(150 - 70) \cdot 0,98} = 0,154.$$

Продуктивність деаератора, кг/с

$$G_d = G_{yT} + G'_d = 1,204 + 0,154 = 1,36.$$

Випар з деаератора, кг/с

$$D_{вип} = 0,002 \cdot G_d = 0,002 \cdot 1,36 = 0,00272.$$

Кількість пом'якшеної води, що поступає в деаератор, кг/с

$$G_y = G_{yT} + D_{вип} = 1,204 + 0,00272 = 1,21.$$

Кількість сирій води, відповідно витраті пом'якшеної води, кг/с

$$G_{св} = K_{ХВО}^{сн} + G_y = 1,1 + 1,21 = 2,31.$$

Витрата теплоти на підігрів сирій води перед водо підготовкою, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_c = \frac{G_{св} \cdot (T_3 - T_1) \cdot 10^{-3} \cdot 4,19}{0,98} = \frac{2,31 \cdot (25 - 5) \cdot 10^{-3} \cdot 4,19}{0,98} = 0,20.$$

Кількість нагріваючої води, відповідно витраті Q_c , кг/с

$$G'_c = \frac{Q_c \cdot 10^3}{(t_{\text{BK1}} - t_5) \cdot 4,19} = \frac{0,20 \cdot 10^3}{(150 - 70) \cdot 4,19} = 0,59.$$

Витрата теплоти на підігрів пом'якшеної води перед деаератором, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_y = \frac{G_y \cdot (T_4 - T_3) \cdot 10^{-3} \cdot 4,19}{0,98} = \frac{1,21 \cdot (60 - 25) \cdot 10^3 \cdot 4,19}{0,98} = 0,18.$$

Кількість гріючої води, відповідно величині Q_y , кг/с

$$G'_{y'} = \frac{Q_y \cdot 10^3}{(t_{\text{BK1}} - t_5) \cdot 4,19} = \frac{0,18 \cdot 10^3}{(150 - 70) \cdot 4,19} = 0,54.$$

Загальна витрата теплоти на підігрів сирої, пом'якшеної води і на деаерацію, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$\begin{aligned} Q_o &= Q_c + Q_y + G'_d \cdot (t_{\text{BK1}}^{\text{пост}} - t_{2\text{макс}}) \cdot C_B \cdot 10^{-3} = \\ &= 0,20 + 0,18 + 0,154 \cdot (150 - 70) \cdot 4,19 \cdot 10^{-3} = 0,43. \end{aligned}$$

Загальна витрата гріючої води відповідно величині Q_o , кг/с

$$G_o = G'_c + G'_y + G'_d = 0,59 + 0,54 + 0,154 = 1,28.$$

Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_T = Q_{\text{ов+гв}} + Q_o = 20,18 + 0,43 = 20,61.$$

Теплове навантаження на котел, що працює в постійному режимі, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_T^{\text{пост}} = Q_K^{\text{ном}} \cdot N_{\text{кр}} = 2 \cdot 1 = 2.$$

Відсоток завантаження водогрійного котла, що працює в постійному режимі, %

$$K_{\text{загр}}^{\text{пост}} = \frac{Q_T^{\text{пост}} \cdot 100}{Q_K^{\text{ном}}} = \frac{2 \cdot 100}{2} = 100.$$

Кількість води, яка пропускається крізь кожний працюючий водогрійний котел, кг/с

$$G_{\text{вк}} = \frac{Q_T^{\text{пост}} \cdot 10^3}{C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вк1}}^{\text{пост}} - t_{\text{вк2}})} = \frac{Q_T^{\text{пер}} \cdot 10^3}{C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вк1}}^{\text{пер}} - t_{\text{вк2}})} = 5,97.$$

Сумарна кількість води, що пропускається через працюючі водогрійні котли, кг/с

$$G_{\text{вк}\Sigma} = G_{\text{вк}} \cdot N_{\text{кр}}^{\text{в}} = 5,97 \cdot 1 = 5,97.$$

Додаткова кількість мережної води на ГВС, кг/с

$$\Delta G_{\text{ГВ}} = G_{\text{ОВ+ГВ}} - G_{\text{ОВ+ГВmax}} = 0.$$

Кількість води, яка проходить через нерегульований перепуск, кг/с

$$G_{\text{нп}} = N_{\text{кр}}^{\text{в}} \cdot N_{\text{вк}} + \Delta G_{\text{зв}} = 1 \cdot 5,97 + 0 = 5,97.$$

Температура мережної води на виході з водогрійного котла, що працює в постійному режимі, °С

$$t^{\text{пост}} = 150.$$

Сумарна кількість води перед мережними насосами, кг/с

$$\begin{aligned}\Sigma G_{\text{обр}}^{\text{сет}} &= G_{\text{с.обр}}^{\text{об.гв}} + (G_{\text{підж}} + G'_{\text{д}}) + G'_{\text{у}} + G'_{\text{с}} = \\ &= 59,002 + (1,204 + 0,154) + 0,54 + 0,59 = 61,49.\end{aligned}$$

Температура мережної води в зворотному трубопроводі перед мережним насосом, °С

$$\begin{aligned}t_3 &= \frac{G_{\text{обр}}^{\text{сет}} + t_2}{\Sigma G_{\text{обр}}^{\text{сет}}} + \frac{(G_{\text{підж}} + G'_{\text{д}})T_5 + (G_{\text{у}} + G'_{\text{с}})T_4}{\Sigma G_{\text{обр}}^{\text{сет}}} = \\ &= \frac{59,002 + 70}{61,49} + \frac{(1,204 + 0,154) \cdot 70 + (1,21 + 0,59) \cdot 60}{61,49} = 70.\end{aligned}$$

Кількість води на рециркуляцію, кг/с

$$G_{\text{рц}} = G_{\text{вк}\Sigma} \cdot \frac{t_{\text{вк}2} - t_3}{t_{\text{вк}1} - t_3} = 14,92 \cdot \frac{70 - 70}{150 - 70} = 0.$$

Кількість води на регульований перепуск, кг/с

$$G_{\text{рп}} = G_{\text{рц}} = 0.$$

На підставі вимог європейського законодавства, актів Енергетичного Співтовариства та інших нормативних документів розроблена методика, за якою здійснюється енергетичне обстеження будівель.

При проведенні енергообстеження обов'язково береться до уваги наступна інформація:

- клімат конкретного регіону;
- сфера використання будови і конструктивне її рішення;
- енергобаланс будови, розташування огорож і енергетичні параметри споруди;
- санітарні норми в будівлі;

- термін використання інженерних мереж і конструктивних елементів будівлі;

- особливості комунальних мереж;

- застосування альтернативних поновлюваних джерел енергії, використання захисних від сонця конструкцій.

Проведення енергетичного обстеження здійснюється за кошти замовника. Якщо споруда продається або здається в оренду, то на вимогу покупця або наймача власник зобов'язаний надати такий енергетичний сертифікат на будівлю.

Якщо майно не відноситься до такого, на яке потрібне обов'язкове енергетичне обстеження та оформлення подібного сертифіката, то його отримання є добровільним за рішенням власника.

Сертифікацію проводить незалежний енергоаудитор, за результатами якої видається енергетичний сертифікат і робиться розрахунок класу енергоефективності будівлі.

Енергетичний аудит – це процес обстеження будови технічної та документальної для отримання відомостей про енергосистеми конкретного підприємства. По закінченні заходів аудитор робить висновок про стан об'єкта, виявляє джерела втрат ресурсів, знаходить причини зайвих витрат, розробляє рекомендації щодо усунення проблем.

Завдання проведення енергоаудиту підприємства або житлової будови:

- виявлення причин зайвої витрати енергоресурсів;

- визначення реального використання енергії та потенціалу енергозбереження;

- розрахунок чисельних показників;

- розробка програм зниження витрат енергії і способів їх впровадження.

Енергоаудит промислових підприємств і житлових об'єктів своїм результатом має енергетичний паспорт будівлі, технічний звіт і рекомендації по зменшенню споживання ресурсів і витрат.

З 2019 року енергопаспорт будівлі є невід'ємною частиною документації

на об'єкт. Виготовляють його при проектуванні споруди, а дані вимагають оновлення через кожні 5 років, тобто термін дії енергетичного паспорта дорівнює цьому терміну.

Дані, які містить паспорт енергозбереження, вносяться на підставі проведення енергетичного обстеження і формальних відомостей про будову.

Також в енергетичний паспорт житлового будинку вносять особливості та заходи щодо збільшення енергоефективності споруди:

- які матеріали використані для теплоізоляції;
- наявність кліматичних систем всередині будівлі;
- тривалість використання опалення;
- клас енергоефективності будівлі;
- порівняння фактичних відомостей з розрахунковими;
- рекомендації професіоналів щодо поліпшення показників енергоефективності.

Енергопаспорт будівлі також містить в собі відомості про фахівця, який складав його. Оформлення енергетичного паспорта – непростий процес, і для цього необхідний експерт з високим рівнем кваліфікації.

Паспорт енергоефективності буде потрібно в таких випадках:

- при створенні проекту споруди і прив'язці його до конкретної місцевості:
 - енергетична паспортизація може знадобитися в процесі здачі об'єкта в експлуатацію, якщо були внесені зміни в проектні технічні рішення;
 - в процесі експлуатації на підставі проведення обов'язкового енергетичного обстеження.

Енергетичний (тепловий) баланс рівня зони будівлі включає наступні складові [27]:

- трансмісійну теплопередачу між кондиціонованим об'ємом та зовнішнім навколишнім середовищем, що обумовлена різницею між температурою кондиціонованої зони та температурою зовнішнього повітря;
- вентиляційну теплопередачу (від природної вентиляції або системи

механічної вентиляції), спричинену різницею між температурою кондиціонованої зони та температурою припливного повітря;

- внутрішні теплонадходження (включаючи від'ємні надходження від тепловідводу), від людей, устаткування, освітлення та теплота, що виділена або поглинута з систем опалення, охолодження, ГВП, вентиляції тощо;

- сонячні теплонадходження (які можуть бути прямими, наприклад, через вікна, або непрямыми, наприклад, поглинені непрозорими елементами будівлі);

- акумульовану теплоту в будівлі або вивільнений запас теплоти з масиву будівлі;

- енергопотребу для опалення: якщо зона опалюється, система опалення постачає теплоту для підвищення внутрішньої температури до мінімально необхідного рівня (завданого для опалення);

- енергопотребу для охолодження: якщо зона охолоджується, система охолодження відбирає теплоту для зниження внутрішньої температури до максимально необхідного рівня (завданого для охолодження).

ермічний опір шару багат шарової конструкції R_i визначається за формулою, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$

$$R_i = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

де δ_i - товщина шару, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності матеріалу багат шарової конструкції, що приймається за [33], Вт/(м·К)

Конструкція зовнішньої стіни: вентиляований фасад на сталевому каркасі з товщиною повітряного прошарку 0,05 м, теплова ізоляція із базальтової вати 0,05 м, стіна із газобетону товщиною 0,4 м і вапняно-піщаний розчин 0,02 м.

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції, визначається за

формулою, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

де R_1, R_2, R_n , - термічний опір окремих шарів конструкції, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

$\alpha_{\text{в}}$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ [3];

$\alpha_{\text{н}}$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції для зимових умов, $\alpha_{\text{н}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

4 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Утеплення стін

Зовнішні стіни будівлі в задовільному стані. Приведений опір теплопередачі ($0,799 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31.

Нормативне значення опору теплопередачі зовнішніх стін громадських та житлових будівель, розміщених у II температурній зоні, складає $R_{q \text{ min}} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Пропонується провести термомодернізацію зовнішніх стін будівлі таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опору теплопередачі зовнішніх стін для житлових та громадських будівель $R_q = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Для виконання норми по опору теплопередачі зовнішніх стін пропонується провести монтаж утеплювача на стіну, утеплювач – мінераловатні плити. Теплопровідність утеплювача – $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Розрахуємо товщину утеплювача, м

$$\delta = (R_{q \text{ min}} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

де $R_{q \text{ min}}$ – мінімально допустимий опір теплопередачі згідно ДБН В 2.6-31, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

R_q – фактичний опір теплопередачі, без урахування демонтованої теплоізоляції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$\lambda_{\text{ут}}$ – теплопровідність утеплювача, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

$$\delta = (2,8 - 0,8) \cdot 0,04 = 0,08.$$

Відповідно до розрахунку товщина утеплювача складає $0,08 \text{ м}$. Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає $0,09 \text{ м}$. При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі стін

після термомодернізації складає $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Втрати на впровадження заходу

Загальна площа утеплення складає – $632,14 \text{ м}^2$. З урахування утеплення відкосів загальна площа утеплення включає в себе площу вікон та дверей і складає – $929,5 \text{ м}^2$.

Вартість утеплення 1 м^2 стіни орієнтовно складає – 50 грн/м^2 .

Вартість утеплення включає в себе:

- виїзд спеціаліста на заміри;
- складання кошторису;
- монтаж теплоізоляційного матеріалу;
- виконання армуючого шару;
- фарбування стін;
- демонтаж/монтаж відливів;
- утеплення відкосів.
- вартість утеплювача та додаткових матеріалів.

Загальні капітальні витрати складають – $697,13 \text{ тис. грн}$.

Економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає $41649 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$.

З урахуванням вартості природного газу $2,2 \text{ грн}$ за $1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ економія грошових коштів складає

$$€ = 41649 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} = 91,6 \text{ тис. грн./рік}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 4.1 та рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	91,63
2	Капітальні витрати, тис. грн.	697,13
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-136,32
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,20
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	5,31%
11	Простий строк окупності, років	7,61
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	15,19



Рисунок 4.1 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

4.2 Утеплення даху

Горище, що неопалюється. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДСТУ 2.6-31. Нормативне значення опору теплопередачі перекриття неопалювального горища громадських та житлових будівель, розміщених у II температурній зоні, складає $R_{q \min} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Пропонується

Провести термомодернізацію даху таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опору теплопередачі.

Опис заходу

Для виконання норми по опору теплопередачі покриття неопалювального горища пропонується виявити та усунути негерметичних стиків та провести термомодернізацію, утеплювач – мінеральна вата. Теплопровідність утеплювача – 0,045 Вт/(м·К).

Розрахуємо товщину утеплювача, м

$$\delta = (R_{q \min} - R_q) \cdot \lambda_{yt}$$

де $R_{q \min}$ – мінімально допустимий опір теплопередачі, м²·К/Вт;

R_q – фактичний опір теплопередачі, м²·К/Вт;

λ_{yt} – теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К);

$$\delta = (4,5 - 1,14) \cdot 0,045 = 0,151.$$

Відповідно до розрахунку, якщо використовувати демонтовану теплоізоляцію, товщина утеплювача складає 0,151 м. Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає 0,16 м. При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі перекриття даху після термомодернізації складає 4,7 м²·К/Вт.

Витрати на впровадження заходу

Загальна площа утеплення складає – 753,8 м². Вартість утеплення на 1 м² перекриття складає – 700 грн/м².

Вартість утеплення включає в себе:

- виїзд спеціаліста на заміри;
- складання кошторису;
- монтаж теплоізоляційного матеріалу;
- вартість утеплювача та додаткових матеріалів.

Загальні капітальні витрати складають – 527,66 тис. грн.

Економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 30935кВт·год/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії 2,2 грн за 1 кВт·год. економія грошових коштів складає

$$Є=30935 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3}=68,06 \text{ тис. грн/рік}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 4.2 та рисунку 4.2.

Таблиця 4.2 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	68,06
2	Капітальні витрати, тис. грн.	527,7
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	-111,10
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	-0,21
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	4,92%
11	Простий строк окупності, років	7,75
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	15,87



Рисунок 4.2 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

4.3 Заміна вікон на енергозберігаючі

Існуюча ситуація

На даний момент в будівлях усі вікна замінено на металопластикові, але усі вони невідповідають сучасним вимогам.

Частина дверей у будівлі також потребує заміни на енергоефективні. Діючі норми на опір теплопередачі зовнішніх дверей громадських та житлових будинків згідно ДБН В 2.6-31 складає $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Пропонується

Провести заміну склопакетів та утеплення дверей таким чином, щоб виконувалась нормативна умова по опору світлопрозорих конструкцій для житлових та громадських будівель $R_q > 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Опис заходу

Пропонується заміна склопакетів на склопакети 4М-16-4І П=100%, що забезпечить $R_q = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, та утеплення металевих дверей шаром мінеральної вати 30 мм та облицювання МДФ.

Витрати на впровадження заходу

Загальна площа склопакетів які потрібно встановити у існуючі металопластикові профілі складає – 278,24 м².

Вартість 1 м² склопакета з урахуванням монтажу складає – 1000 грн/м².

Загальні капітальні витрати на заміну склопакетів складає – 278,24 тис. грн.

Загальна площа дверей які потрібно утеплити 11,6 м².

Вартість 1 м² утеплення з урахуванням роботи складає – 1500 грн/м². Загальні капітальні витрати на утеплення дверей складає – 17,4 тис. грн.

Загальні капітальні витрати на впровадження заходу складає - 295,64 тис. грн.

Економія енергії та коштів

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 27411 кВт·год/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії 2,2 грн за 1кВт·год економія грошових коштів складає

$$Є = 27411 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} = 60,31 \text{ тис. грн/рік}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 4.3 та рисунку 4.3.

Таблиця 4.3 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	60,31
2	Капітальні витрати, тис. грн.	295,64
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	73,48
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	0,25
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	15,6%
11	Простий строк окупності, років	4,90
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	7,10



Рисунок 4.3 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р

4.4 Встановлення локальних рекуператорів тепла вентиляційного повітря

Локальний рекуператор тепла вентиляційного повітря («тепла кватирка») – це пристрій для вентиляції приміщень. Являє собою трубку з вбудованим теплообмінником, в якому повітря, що виходить з приміщення нагріває вхідне повітря. Трубка діаметром близько 100 мм встановлюється біля вікна. Використання теплої кватирки істотно знижує теплові втрати при вентиляції приміщення взимку.

Пропонується встановити локальні рекуператори приблизно в 80% приміщень (в ті приміщення, що експлуатуються).

Розрахунок виконаємо на загальний опалювальний об'єм. Для розрахунку візьмемо рекуператор повітря Прана 150 з наступними характеристиками:

- продуктивність – 115 м³/год;
- коефіцієнт корисної дії – 75 %;
- вартість з встановленням – 8300 грн/шт.

Витрати на впровадження заходу

Встановити у кількості 30 шт. Загальні витрати складають 249 тис. грн.

Економія енергії та коштів

Приймаючи в розрахунках середній ККД пристрою, та те, що локальні рекуператори встановлюються у приміщеннях з найбільшою експлуатацією, цей захід дозволить зекономити 60 % витрат на вентиляцію в опалювальний період. А саме, економія енергії за рік складе 79418,77 кВт·год.

З урахуванням вартості теплової енергії 2,2 грн за 1 кВт·год економія грошових коштів складає

$$€ = 79419 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} = 174,73 \text{ тис. грн/рік}$$

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 4.4 та рисунку 4.4.

Таблиця 4.4 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	174,73
2	Капітальні витрати, тис. грн.	249,00
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	820,42
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	3,29
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	69,8%
11	Простий строк окупності, років	1,43
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	1,63

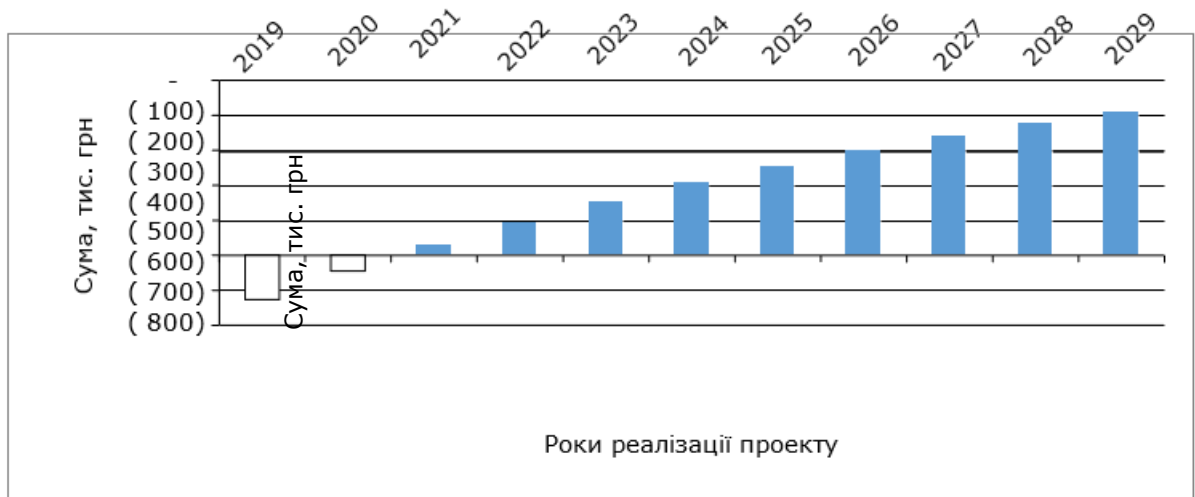


Рисунок 4.4 – Дисконтвані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

4.5 Утеплення зарядіаторних ділянок пінофолом

В будівлі опалювальні прилади встановлені в ніші стіни. Теплота, що віддається приладом в приміщення, передається конвекцією і випромінюванням. Ділянки стін, що знаходяться за опалювальними приладами, нагріваються сильніше. Через них відбуваються підвищені теплові втрати.

Пропонується утеплити зарядіаторні ділянки теплоізоляцією пінофол.

Пінофол - це шар теплоізоляції 5 мм з фольгованим покриттям. Фольговане покриття повинне бути спрямоване в бік опалювального приладу.

Загальна площа зарядіаторних ніш під вікнами – 134,5 м². Рулон розміром 1 м² та товщиною 5 мм, коштує 55 грн. З урахуванням роботи це складе 85 грн. за 1 м².

Загальні капітальні витрати складають – 11,44 тис. грн.

Економія енергії від впровадження цього заходу складає 2 %, а саме 13495,37 кВт·год/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії, вартість 1 кВт·год енергії складає 2,2 грн.

Отже, економія грошових коштів складає

$$Є=674768,6 \cdot 1,48 \cdot 10^{-3}=29,69 \text{ тис. грн/рік}$$

де 674768,6, це споживання теплової енергії без урахування ГВП, кВт·год/рік.

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 4.5 та рисунку 4.5.

Таблиця 4.5 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	29,69
2	Капітальні витрати, тис. грн.	11,4
3	Ставка дисконтування, %	20%
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019
5	Термін оцінки, років	10
6	Рівень інфляції, %	9%
7	Реальна ставка дисконтування, %	10,1%
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	170,28
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	14,88
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	259,5%
11	Простий строк окупності, років	0,39
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	0,42

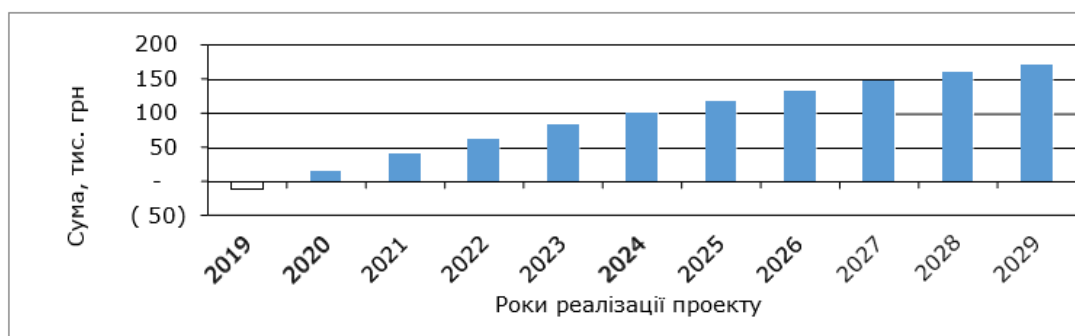


Рисунок 4.5 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

4.6 Реконструкція котельні на твердому паливі

В даний час вироблення теплової енергії для забезпечення потреб опалення будівель організації відбувається від власної котельної. А саме від двох колів НДІСТУ-5. Теплоенергія забезпечує потреби опалення не тільки для школи, а також для двох гуртожитків та майстерні.

Пропонується замінити котли на вугіллі на котли на пеллетах для задоволення потреб чотирьох будівель в опаленні. Так як розрахункова потужність опалення школи-інтерната складає 196,8 кВт (з урахуванням втрат в подавальному і зворотному трубопроводах 218,7 кВт), то потужність всієї котельні для опалювання чотирьох будівель дорівнює

$$Q = 218,7/0,59 = 364,5 \text{ кВт}$$

Опис заходу

Пропонується встановити котли, що призначені для спалювання твердого палива (пеллети). Загальна необхідна потужність обладнання (з коефіцієнтом запасу 20%) складає 450 кВт.

Витрати на впровадження заходу

Автоматизована котельня з двома котлами: 250 кВт і 200 кВт, пеллетні котли з факельним пальниками.

Вартість 2-х котлів 936 тис. грн.

Бункер палива 40 м³ - 300 тис. грн.

Система подачі палива - 90 тис. грн.

Монтажні роботи - 200 тис. грн.

Демонтажні роботи - 100 тис. грн.

Матеріали на зовнішні системи (каналізація, вода, теплові мережі, ел. мережі) - 150 тис. грн.

Разом 1 776 тис. грн.

Економія енергії та коштів

Для порівняння витрат на опалення розрахуємо економію від переведення вугільної котельні на автоматизований пеллетний котел.

За 2018 рік будівлями організації на потреби опалення було спожито в середньому 301,9 т вугілля загальною вартістю 1221 тис грн. та 197,8 м³ дров вартістю 210 тис. грн. Разом затрати на паливо склали 1431 тис. грн, з яких 60% споживано школою-інтернатом, тобто 858,6 тис. грн. Виходячи з аналізу цін на деревні пеллети, приймемо ціну 3800 грн/т. Нижча теплотворна здатність в середньому складає 4100 ккал/кг. При середньорічному ККД котла 83%, ККД теплової мережі 90% це приведе до річних витрат на паливо (пеллети): 516,4. Таким чином, економія складе 342,2 тис. грн. Загальні витрати на встановлення двох автоматичних котлів складуть 1776 тис. грн.

Простий термін окупності заходу складає 5,2 роки. Варто відзначити, що ціни на паливо та обладнання взяті орієнтовні (середнє значення на момент проведення роботи).

Більш точний розрахунок необхідно проводити при розробленні техніко-економічного обґрунтування з отриманням комерційних пропозицій від постачальників обладнання та палива.

Для зменшення витрат на теплогенеруюче обладнання та паливо рекомендується в першу чергу розглянути питання по термомодернізації будівель, що зменшить загальне необхідне розрахункове теплове навантаження котельні.

Необхідно відзначити, що розрахунок економії зроблено без урахування зниження витрат на опалення трьох інших будівель, які не розглядаються в цій роботі. З урахуванням цієї економії, за нашою оцінкою, простий строк окупності складе 4 роки.

Результати розрахунків економічного ефекту представлено в таблиці 4.6 та рисунку 4.6.

Таблиця 4.6 - Показники для розрахунків економічного ефекту

№	Показник	Значення
1	Економія грошових коштів, тис. грн.	342,20
2	Капітальні витрати, тис. грн.	1776,00
3	Ставка дисконтування, %	0,20
4	Початковий рік вкладення коштів, рік	2019,00
5	Термін оцінки, років	10,00
6	Рівень інфляції, %	0,09
7	Реальна ставка дисконтування, %	0,10
8	NPV, чиста приведена вартість, тис. грн.	318,41
9	NPVQ, коефіцієнт чистої приведеної вартості	0,18
10	IRR, внутрішня норма прибутковості, %	0,14
11	Простий строк окупності, років	5,19
12	DPP, дисконтований строк окупності, років	7,73

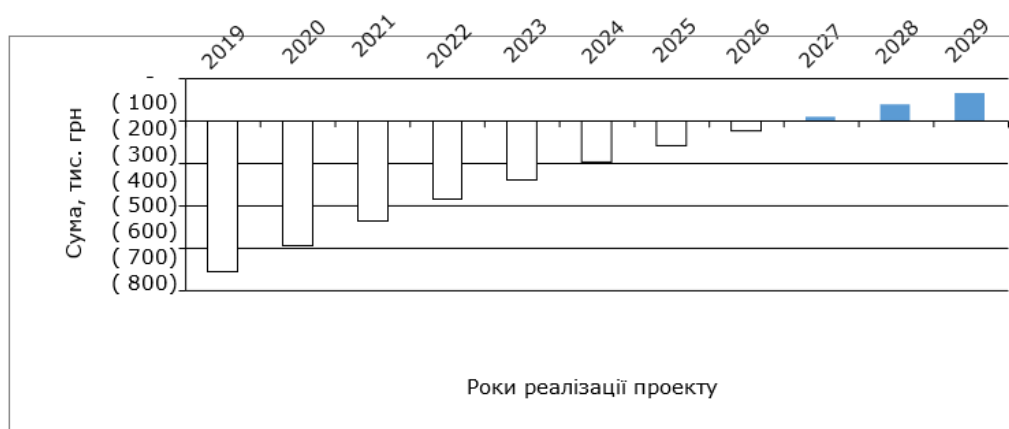


Рисунок 4.6 – Дисконтовані витрати та економія при впровадженні заходу у 2019-2029 р.р.

4.7 Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності

Економічна оцінка заходів з підвищення енергоефективності будівлі представлені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Економічна оцінка енергозберігаючих заходів

будівлі

ЗПЕ №	Найменування ЗПЕ	Річна економія енергії, кВт·год/рік	Річна економія витрат, грн.	Витрати на впровадження, грн.	Простий строк окупності, років	NPV, тис.грн.	NPVQ	IRR, %
1	Утеплення стін	41649	91630	697130	7,61	-136,32	-0,20	5,31%
2	Утеплення даху	30935	68060	527660	7,75	-111,10	-0,21	4,92%
3	Заміна вікон та дверей на енергоефективні	27411	60310	295640	4,902006	73,48282	0,248555	16%
	Встановлення системи автоматичного регулювання опалення	0	752638	147500	0	4459	30	510%
4	Встановлення локальних рекуператорів тепла вентиляційного повітря	79419	174730	249000	1	820	3	70%
5	Утеплення радіаторних ділянок пінофолом	674768,6	29690,0	11440,0	0,4	170,3	14,9	260%
6	Реконструкція котельні на твердому паливі	-	342200	1776000	5,189947	318,4094	0,179285	14%

Примітка. Від'ємність показника NPV у вигляді чистого дисконтованого прибутку не обов'язково вказує на недоцільність ЗПЕ. Це свідчить про те, що при розрахунковому терміні оцінювання заходу 10 років та при сьогоднішніх тарифах показники є незадовільними.

Загальна економія при проведенні всіх запропонованих заходів складає 792957,9 кВт·год/рік з урахуванням ефекту взаємодії заходів зменшення граничного повернення.

ВИСНОВКИ

Об'єкт енергоаудиту - система споживання енергоносіїв Комунальний заклад «Малобілозерська спеціалізована естетична школа-інтернат II-III ступенів «Дивосвіт» Запорізької обласної ради.

Для свого функціонування установа споживає: вугілля, дрова та пресовану деревину, електричну енергію та холодну воду. Електрична енергія використовується для освітлення, роботи периферійних пристроїв та наукового обладнання.

Основне споживання енергії припадає споживання вугілля. Загальне річне споживання вугілля за останні три роки складає близько 1875,03 тис. кВт-год/рік.

Витрати на вугілля значно перевищують витрати на електричну енергію (приблизно 835,72 тис. грн. та 301,52 тис. грн.).

В цілому споживання електричної енергії постійне з місяця в місяць. Це свідчить про те, що сезонні коливання, пов'язані з кондиціонуванням та можливим використанням електричних нагрівачів взимку, незначні.

Оскільки витрати електричної енергії в основному пов'язані з функціонуванням технологічних установок, основні енергоефективні заходи будуть направлені на зменшення споживання вугілля, що використовується на опалення

Для зменшення споживання вугілля було розглянуто 6 енергозберігаючих заходів, всі заходи детально проаналізовані та запропоновані до впровадження.

Окрім заходів, пов'язаних з регулюванням, розглянуто захід по встановленню локальних рекуператорів в більшість приміщень (в ті приміщення, в яких більшість робочого часу знаходяться люди).

Отже важним кроком для здійснення якісного регулювання є налагодження системи опалення.

Для вибору першочергового інвестування у енергоефективні заходи

проведена їх економічна оцінка. Для кожного енергоефективного заходу розраховані основні економічні показники: термін окупності, внутрішня норма прибутковості IRR, чиста приведена вартість NPV.

Остаточне рішення щодо впровадження заходів приймається виключно замовником.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель.
- ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.
- ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель.
- Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні КТМ 204 Україна 244-94.
- Прокопенко В.В., Закладний О.М. Енергетичний аудит. –Київ: Освіта України, 2008.
- Краткий физико-технический справочник т.3, под общей редакцией К.П. Яковлева.
- Чейлитко А.О. Енергетичний аудит. Методологія та основні етапи. Матеріали Круглого столу «Дискусійні питання з теорії та практики сучасної експертизи». (24 листопада 2020). Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2020. с. 66-70
- Е.Я.Соколов Теплофикация и тепловые сети.-Москва. Энергоиздат, 1982
- Є. М. Крючков. Проектування систем тепlopостачання. Навчально-методичний посібник.- Запоріжжя, 2010.
- П.М.Єнін, Н.А. Швачко. Тепlopостачання. – Київ. Кондор, 2007р.
- Энергетический менеджмент/А.А. Праховник, А.И. Соловей др..- Киев:ИЭЭ НТУУ «КПИ», 2001.
- Бердышев Н.Ю. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. ЗГИА.-2004.
- Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
- Чейлитко, А.О. Герасимов, Ю.О. Каюков Ю.М. Теплотехнологічні процеси

та установки: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів ЗДІА напряму 6.050601 «Теплоенергетика» денної та заочної форми навчання; Запоріжжя, ЗДІА, 2014. 30 с.

Бердишев М.Ю, Чейлитко А.О., Назаренко О.М. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА Енергетичного напрямку всіх форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2015. – 270 с.

Чейлитко А. О. Проектування та оптимізація систем теплопостачання : навч.-метод. посіб. для студ. ЗДІА напряму 144 «Теплоенергетика» денної і заочної форми навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 200 с.

Чейлитко А. О. Математичне моделювання та оптимізація процесів тепло масообміну : навч.-метод. посіб. для студ. ЗДІА спец. 144 «Теплоенергетика» денної та заочної форми навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 146 с.

Раб`яш, Р. Системи опалення приміщень в аспекті теплового комфорту та технологічних вимог [Текст] / Р. Раб`яш. – К.: Ринок інсталяційний, 1997. – 26 с.

Сканави, А.И. Отопление А.И. Сканави. – М.: Стройиздат, 1988.– 416 с.

Мачкаши, А. Лучистое отопление [Текст] / А. Мачкаши. — М.: Стройиздат, 1985.— 464 с.

Гухман, А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена [Текст] / А.А. Гухман. - М.: Стройиздат, 1987. – 216 с.

Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена [Текст] / С.С. Кутателадзе.- М.:Стройиздат, 1962. – 386 с.

Шаповалов, И.С. Проектирование панельно-лучистого отопления [Текст] / И.С. Шаповалов.- М.:Стройиздат, 1986. – 124 с.

Шорин, С.И. Теплопередача излучением при лучистом отоплении [Текст] / С.И. Шорин. - М.:Стройиздат, 1999. – 86 с.

Plechec, L. Tepelny vupocet plynuteho vinuti transformatoru s prirodzenym obehem obeje [Text] / L. Plechec // Electrotechnic obz. — 1972— №1— P.5-10.

- Petras, V. Teplotne pole olejoveha transformatora so zvitkovym vinutim [Text] / V. Petras, L. Kriho, T. Fiedler // Transformatory.- 1984.- №2.- P. 7-13.
- Guerra, F. Primeira abordagem a utilizacáo de modelos reduzidos para a determinacao experimental do campo termico de transformadores arrefecidos por conveccáo natural [Text] / Fraklin Guerra, Isaac Moreira // Electricidade.- 1987.- № 233.- P. 141-145.
- Тихомиров, К. В. Теплотехніка, теплогазопостачання і вентиляція [Текст] / К. В. Тихомиров – М.: Стройиздат, 1974.– 186 с.
- Єрьомкін, А. І. Тепловий режим будівель [Текст] / А. І. Єрьомкін. – К.: АСВ, 2003.– 56 с.
- Гусев, В. Н. Теплопостачання та вентиляція [Текст] / В. Н. Гусев. – Л.: Стройиздат, 1975.– 56 с.
- Юркевич, О.О. Опалення громадянського будинку [Текст] / О.О. Юркевич. – Іжевськ: ІжГТУ, 2001.– 108 с.
- Бондаренко, В. В. Опалення та вентиляція житлового будинку [Текст] / В. В. Бондаренко. – Перм: ПДТУ, 1995.– 98 с.
- Pivnek, M. Vyzkum tepelnych zavislosti na modelech vinuti transformatoru [Text] / M. Pivnek, K.Navlichek // Electrotechn. obz. — 1974. — №4. — pp. 175-181.
- Die Darstellung das Wärmeüberganskoeffiyienten im transformator mit Kriteriellen Potenzfunktion [Text] / H. Lobenstein // Elektric. — 1979. — №4. — pp. 218-220.
- Кораблев, В.П. Электробезопасность на предприятиях химической промышленности [Текст] / В.П.Кораблев.– М.: Химия, 1977. – 232 с.
- Кукин, П.П. Безопасность технологических процессов и производств [Текст] / П.П. Кукин.– М.: Высшая школа, 2007. – 335 с.
- Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве [Текст] / Б.И. Зотов. - М.: Колосс, 2003.- 432с.
- Пчелинцев, В.П. Охрана труда в строительстве [Текст] / В.П. Пчелинцев. – М.: Высшая школа, 1991. –272 с.