

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«___»_____2023_р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

на тему: Підвищення рівня енергоефективності офісної будівлі зі спортивною
залою у Київській області

Виконав:

студентки IV курсу, групи ОН-91

Черненко Марія Олексіївна _____

Керівник:

к.т.н., доцент

Шовкалюк М.М. _____

Консультант з теплової частини:

доцент, к.т.н., доцент

Шовкалюк М.М. _____

Консультант з охорони праці:

професор, д.т.н., професор

Третьякова Л.Д. _____

Консультант з нормоконтролю:

асистент Прокопенко І.Д. _____

Рецензент:

к.т.н., доц. каф. АЕМК Данілін О.В. _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2023_року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО
«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту
Черненко Марії Олексіївні

1. Тема проєкту «Підвищення рівня енергоефективності офісної будівлі зі спортивною залою у Київській області», керівник проєкту к.т.н., доцент Шовкалюк Марина Михайлівна, затверджені наказом по університету від 31.05 2023р. № 2097-с

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту: дані щодо енергоспоживання, проєктна документація (розділи АБ, ТМ, ОВ) та специфікації, дані по оплаті за енергоресурси з бухгалтерії, технічні характеристики обладнання.

4. Зміст пояснювальної записки: завдання на дипломний проєкт, перелік етапів дипломного проєкту, перелік скорочень та умовних познач, вступ, дані та результати проведення енергетичного аудиту та рекомендовані заходи з підвищення рівня енергоефективності

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

Схема генплан і фасад будівлі, загальна схема

Електропостачання ТП, технологічна схема котельні

Плакат з деталізацією інформації по заходам з енергоефективності.

6. Консультанти розділів проєкту

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	23.05.23	Виконано
2	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	26.05.23	Виконано
3	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	30.05.23	Виконано
4	СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ	01.06.23	Виконано
5	ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	06.06.23	Виконано
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА	16.06.23	Виконано
7	ВИСНОВКИ	17.06.23	Виконано
8	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	17.06.23	Виконано
9	ДОДАТКИ	21.06.23	Виконано

Студент

Черненко М

Керівник

Шовкалюк М. М.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з 6 розділів, пояснювальна записка містить 86 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено XX ілюстрацій, XX таблиці та XX бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Метою досліджень є аналіз енергетичного стану офісної будівлі зі спортивною залом у Київській області, визначення шляхів підвищення рівня енергоефективності за допомогою техніко-економічного розрахунку та комп'ютерного моделювання.

Головною задачею даного дослідження є запровадження заходів для підвищення енергоефективності закладу, розроблення шляхів зменшення втрат.

Ключові слова: Енергозбереження, Енергоспоживання, Навантаження, Потужність, Втрати, Економія, Енергетичний менеджмент.

ABSTRACT

The explanatory note for the diploma project consists of 6 sections, and contains XX pages of main text. The main text of the work includes XX illustrations, XX tables, and XX bibliographic references according to the list of sources.

The aim of the research is to analyze the energy status of furniture manufacturing company, and to identify ways to improve energy efficiency through technical-economic calculations and computer modeling.

One of the main objectives of this research is to identify the most interesting measures to increase the energy efficiency of the institution. The study also involves the analysis of the heating system and the development of ways to reduce energy losses.

Keywords: energy saving, energy consumption, load, power, loss, savings, energy audit.

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК ТА ТЕРМІНІВ

Скорочення

ОК – огорожувальні конструкції;

ЛБ – люмінесцентні лампи;

LED – світлодіодні лампи;

ТП – трансформаторна підстанція;

ЩО – щит освітлення;

ЕМ – енергетичний менеджмент

Умовні позначки

Q_H^p – нижча робоча теплота згорання палива;

$t_{вн}$ – внутрішня температура;

δ – товщина;

$t_{p.o.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

R – опір теплопередачі;

K – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа.

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	9
1.1 Короткий опис об'єкту	9
1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки	10
1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки	10
1.5 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР	14
1.6 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки по розділу 1	15
2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	16
2.1 Схема електропостачання об'єкту та її аналіз	16
2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії	17
2.3 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення	18
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення	22
2.5 Оцінка завантаженості ТП	23
2.6 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту	24
2.7 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі	24
2.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу	28
2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електроенергії	29
Висновки до розділу 2	33
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	34
3.1 Системи паливо- та теплопостачання об'єкта та їх аналіз	34
3.2 Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії	35
3.3 Розрахунок потужності системи опалення	36
3.3.1 Розрахунок втрат теплоти через огорожувальні конструкції	36
3.3.2 ЗЕЗ №1 Утеплення зовнішніх стін	44
3.3.3 ЗЕЗ №2 Лосней вентиляції спортзали	47
3.3.4 ЗЕЗ №3 Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення	50
Висновки до розділу 3	55
4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ	Ошибка! Закладка не определена.
4.1. Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020	56
4.2. Визначення базового рівня споживання газу	56

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6

4.3. Представлення «Енергетичної політики» підприємства	58
4.4. Планування впровадження заходів.....	59
Висновки до розділу 4	60
5.ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті.	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Опис метеорологічних умов.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Теоретичний опис.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Підбір та розрахунок впровадження СФЕУ	Ошибка! Закладка не определена.
Висновок з розділу 5	Ошибка! Закладка не определена.
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ КОТЕЛЬНОЇ	Ошибка! Закладка не определена.
6.1 Загальна характеристика об'єкта та технічна характеристика	Ошибка! Закладка не определена.
котельні.	Ошибка! Закладка не определена.
6.2 Перелік робіт та склад бригади.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях	Ошибка! Закладка не определена.
6.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників	Ошибка! Закладка не определена.
6.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в котельнях.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.6 Заходи пожежної безпеки.....	Ошибка! Закладка не определена.
6.7 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки до розділу 6	Ошибка! Закладка не определена.
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	81

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

У сучасному світі питання енергоефективності набуває все більшої актуальності та значимості для різних типів будівель. Підвищення енергоефективності стає необхідністю, особливо з урахуванням зростаючих тарифів на електроенергію та ресурсів для її виробництва. В даний час багато підприємств усвідомлюють важливість енергоефективності і її потенціал у зниженні витрат завдяки впровадженню енергоменеджменту.

Основна мета дипломного дослідження полягає у розробці програми для впровадження системи енергетичного менеджменту в офісній будівлі, розташованій в Київській області. У цій роботі буде проведений аналіз споживання будівлі, виявлені проблеми, що спричиняють збільшення втрат, а також розроблені заходи, спрямовані на зниження цих втрат. Крім того, будуть розглянуті можливості та шляхи підвищення енергоефективності, зокрема застосування новітніх технологій та альтернативної енергетики.

Загальною метою дослідження є підвищення ефективного використання енергетичних ресурсів та зменшення втрат енергії. Основними методами дослідження є аналіз та розробка нового проекту. На основі зібраної інформації про будівлю буде зроблено висновок щодо рівня ефективності споживання тепла та електроенергії, а також визначені потенційні заходи з підвищення енергоефективності. Наступним кроком буде опис та розрахунок запропонованих заходів, що дозволяє визначити чи мають вони сенс з фінансової точки зору.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис об'єкту

Об'єктом енергетичного аудиту є офісна будівля зі спортивною залом. Офісна будівля має 3 поверхи, спортивний зал є одноповерховим заввишки 3х поверхів. Будівля знаходиться за адресою село Квітневе, Броварський район, Київська область. Фото об'єкта що досліджується зображене на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд будівлі

Об'єкт був збудований у 2004 році. Офісна частина будівлі має три поверхи, спортивна зала одноповерхова заввишки трьох поверхів, в екстер'єрі присутні великі панорамні вікна із металопластику. Будівля працює у режимі п'ятиденного тижня з 9:00 до 18:00. У вечірній час у будівлі присутні охоронці.

Загальна кількість людей на час проведення аудиту складає 56 осіб, з яких:

- 54 робочого персоналу;
- 2 охоронці.
- Довжина основного фасаду будівлі – 95,6 м.
- Довжина Пн.Зх. та Пд.Сх частини будівлі – 20 м

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Висота будівлі – 14,2 м.
- Висота прибудови 2х поверх- 9.3 м
- Загальний опалюваний об'єм – 3416,9 м³.
- Чиста висота приміщень – 3,3 м

1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки

Компанія яка є власником об'єкту займається вирощуванням тепличних троянд. У компанії окрім розглянутої офісної будівлі є ще 4 офісних будівлі та 3 теплиці, тому об'єкт є однією із ланок функціонування масштабного бізнесу.

Офісна праця є інтелектуальною, там працюють фахівці з логістики, маркетингу, енегетики, знаходиться адміністрація компанії та представники інших сфер пов'язаних з діяльністю компанії власника об'єкту.

1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

Річне споживання електричної енергії в 2020 - 2022 р.р, за місяцями заносимо у таблицю 1.1 та проаналізуємо споживання енергоносія (рис. 1.2). Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, оскільки в зимовий період є великі затрати на роботу котельні, також в зимовий період тривалість світлового дня тому використання системи освітлення стає більшим.

Таблиця 1.1 Споживання електричної за 2020-2022 роки.

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт·год					
	2020		2021		2022	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	23440	63288	11250	30375	6840	23940
Лютий	20220	54594	17700	47790	8010	28035
Березень	2130	5751	13860	37422	750	2625
Квітень	1500	4050	7280	19656	1140	3990
Травень	1480	3996	6380	17226	440	1540
Червень	1860	5022	3700	9990	240	840
Липень	1700	4590	2460	6642	740	2590
Серпень	1640	4428	2740	7398	840	2940

					Арк. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Продовження таблиці 1.1

Вересень	8130	21951	6300	17010	3140	10990
Жовтень	14320	38664	11340	30618	6870	24045
Листопад	18880	50976	19640	53028	9330	32655
Грудень	20840	56268	23040	62208	12870	45045
Всього	116140	313578	125690	339363	51210	179235

Зобразимо табличні дані споживання електроенергії графічно.

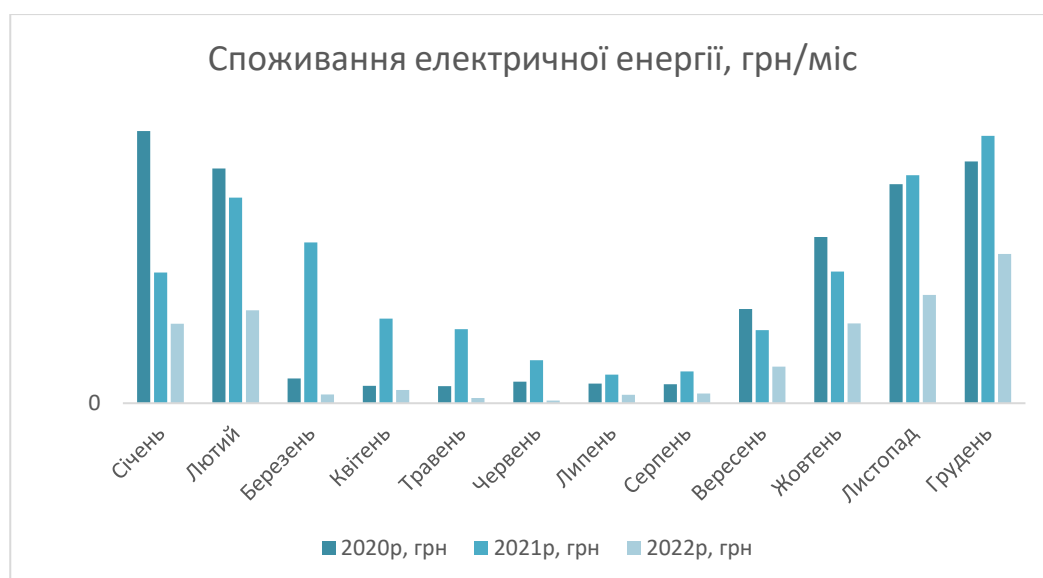


Рисунок 1.2 – Споживання електроенергії за 2020-2022 рр.

Таблиця 1.2 Водоспоживання в 2020 - 2022 роки за місяцями

Місяць	Водоспоживання, м ³					
	2020		2021		2020	
	м ³	грн	м ³	грн	м ³	грн
Січень	485	Січень	485	Січень	485	Січень
Лютий	510	Лютий	510	Лютий	510	Лютий
Березень	83	Березень	83	Березень	83	Березень
Квітень	91	Квітень	91	Квітень	91	Квітень
Травень	103	Травень	103	Травень	103	Травень
Червень	107	Червень	107	Червень	107	Червень
Липень	120	Липень	120	Липень	120	Липень
Серпень	117	Серпень	117	Серпень	117	Серпень
Вересень	382	Вересень	382	Вересень	382	Вересень

Продовження таблиці 1.2

Жовтень	413	Жовтень	413	Жовтень	413	Жовтень
Листопад	483	Листопад	483	Листопад	483	Листопад
Грудень	511	Грудень	511	Грудень	511	Грудень
Всього	3405	Всього	3405	Всього	3405	Всього

Зобразимо табличні дані споживання електроенергії графічно.

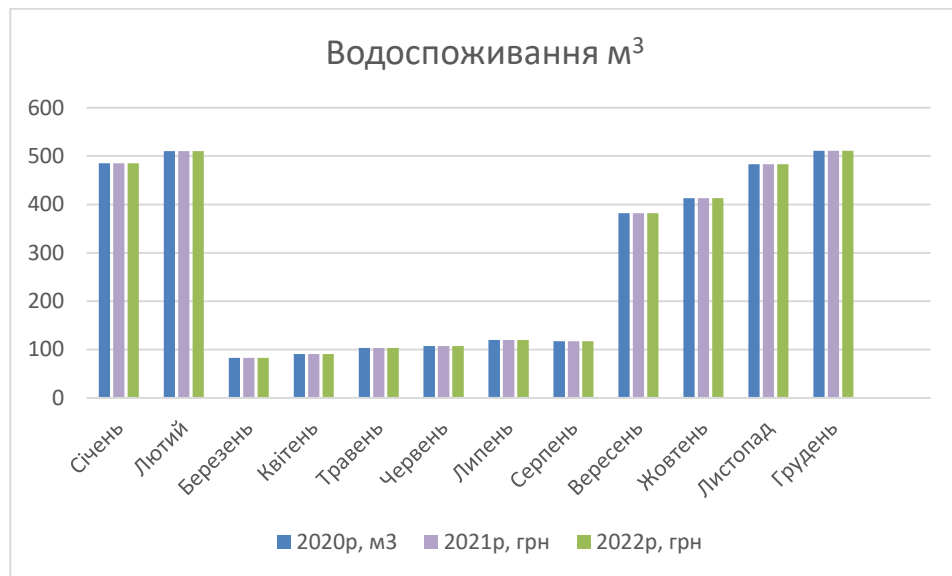


Рисунок 1.3 – Водоспоживання за 2020-2022 рр.

Робота коельні забезпечує потреби на опалення та вентиляцію та потреби на гаряче водопостачання. Загалом основна частина енергії використовується на на опалення та вентиляцію задля підтримки умов зберігання продукції на складах, що призводить до максимального споживання теплової енергії у період опалювального сезону.

Для проведення аналізу споживання енергоносіїв, в таблицю 1.3 занесено річне споживання теплової енергії за місяцями за період з 2020 до 2022 року.

Таблиця 1.3 Споживання теплової енергії в 2020 - 2022 р. за місяцями

Місяць	Споживання теплоенергії, Гкал						В- витрати палива		
	2020		2021		2022		2020	2021	2022
	Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн	м3/міс	м3/міс	м3/міс
Січень	147	322539,9	137	633989,4	146	796010,6	19547,9	18218,1	19414,9
Лютий	169	370811,2	149	689521,3	110	599734,0	22473,4	19813,8	14627,7
Березень	110	241356,4	127	587712,8	44	239893,6	14627,7	16888,3	5851,1
Квітень	60	131648,9	87	402606,4	27	147207,4	7978,7	11569,1	3590,4
Травень	7	15359,0	15	69414,9	3	16356,4	930,9	1994,7	398,9
Червень	4	8776,6	5	23138,3	1	5452,1	531,9	664,9	133,0
Липень	5	10970,7	4	18510,6	2	10904,3	664,9	531,9	266,0
Серпень	7	15359,0	5	23138,3	2	10904,3	930,9	664,9	266,0
Вересень	7	15359,0	10	46276,6	6	32712,8	930,9	1329,8	797,9
Жовтень	41	89960,1	43	198989,4	38	207180,9	5452,1	5718,1	5053,2
Листопад	63	138231,4	86	397978,7	59	321675,5	8377,7	11436,2	7845,7
Грудень	129	283045,2	138	638617,0	110	599734,0	17154,3	18351,1	14627,7
Всього	749	1643417,6	806	3729893,6	548	2987766,0	99601,1	107180,9	72872,3

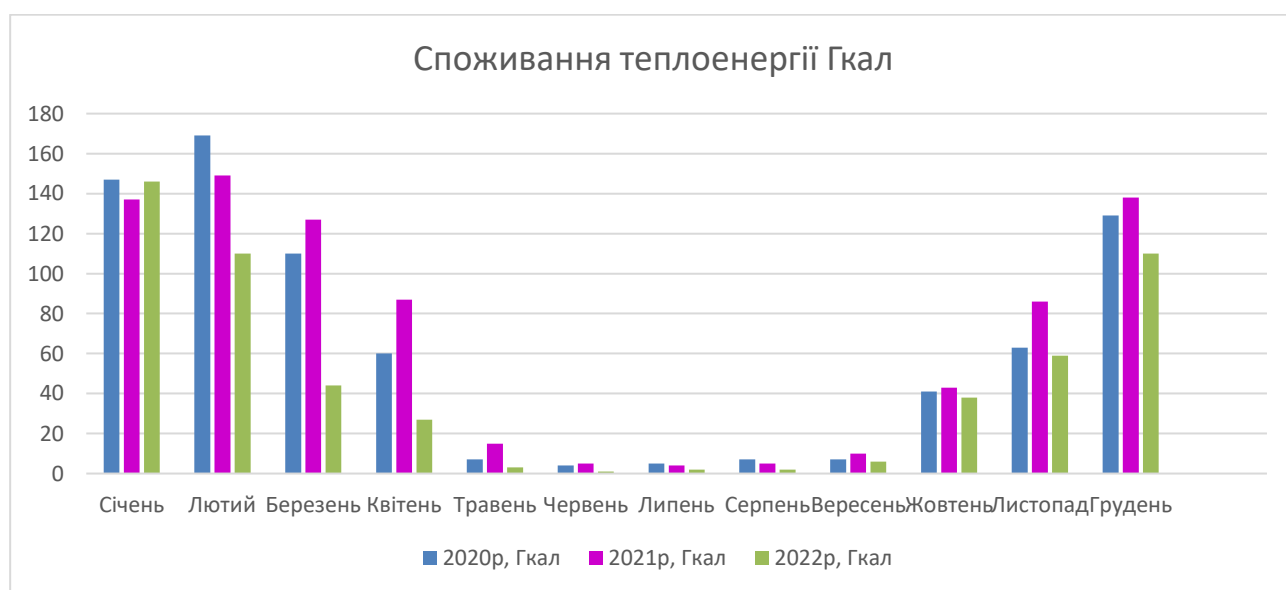


Рисунок 1.4 – Споживання теплової енергії за місяцями, 2020-2022 рр.

З наведених вище таблиць та графічних даних можна зробити висновок:

Аналізуючи наведені дані по споживанню, ми можемо зробити такі висновки, споживання енергоресурсів в офісній будівлі залежить від багатьох факторів, таких як режим роботи, кількості працівників, сезону та активності у спортзалі.

У 2020 році споживання енергоресурсів в офісі було досить змінним протягом всього року зі збільшенням у зимовий період та зменшенням у

					Арк. 13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

весняний, що було пов'язано з частковим переходом на дистанційну роботу у зв'язку з початком карантину на Covid 19. Однак, в 2021 році спостерігалось значне збільшення споживання енергоресурсів пов'язано це з послабленням карантинних обмежень.

У 2022 році споживання енергоресурсів в будівлі зменшилось, бізнес не функціонував три місяці, це пов'язано з початком війни, але. Втім, споживання енергоресурсів знову почало зростати влітку, коли офісна будівля повернулася до повноцінного режиму роботи.

1.5 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

За використаний енергоносіїв (електроенергія) підприємство розраховується за показниками лічильників.

Таблиця 1.4 – Тариф на електроенергію за 2020-2022 роки, грн/кВт·год

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2020	2021	2022
Електрична енергія	грн/кВт·год	2,7	2,7	3,5

Таблиця 1.5 – Тарифи на холодне водопостачання за 2020-2022 роки, грн/м³

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ			
		2020 з 1.01 по 04.02	2020 з 5.02 по 31.12	2021	2022
Водопостачання	грн/м ³	20,82	22,992	25,38	30,384

Таблиця 1.6 – Тарифи на природний газ за 2020-2022 роки, грн/ м³

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2020	2021	2022
Природний газ	грн/ м ³	16,5	36,5	41

Висновки по розділу 1

1. Об'єктом дослідження виступає офісна будівля зі спортзалою. Призначенням об'єкту є ведення усіх документаційних робіт бузну та забезпечення робітників простором з комфортними умовами праці і забезпечення відповідних умов.
2. Проаналізувавши дані з використання енергоресурсів за 2020 – 2022 роки, були зроблені висновки, про залежність споживання ресурсів від навколишніх та внутрішніх факторів

Для забезпечення ефективного управління енергоресурсами та визначення оптимальних стратегій споживання, рекомендується впровадити систему енергетичного менеджменту, що дозволить контролювати та оптимізувати споживання енергоресурсів незалежно від коливань у робочому режимі підприємства.

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1 Схема електропостачання об'єкту та її аналіз

Категорія надійності електропостачання– II, за винятком обладнання систем пожежно-охоронної сигналізації, освітлення безпеки, системи сигналізації загазованості для яких – I категорія

Постачання будівлі здійснюється за магістральною схемою електричних мереж, зовнішні мережі 0,4кВА.

Живлення будівлі забезпечується від трансформаторної підстанції КТПБМ-2×2500кВА із трансформаторами 2×ТМГ-1600ВА.

Електроенергія розподіляється від розподільчої панелі до різних зон або приміщень в будівлі через розподільні лінії, які з'єднані з розетками та іншими приладами.

Розподільчі мережі прокладаються переважно відкрито на конструкціях. Електричні кабелі та проводи є видимими, або прокладені на поверхні стін, стель та підлоги, замасковані за допомогою кабельних лотків, гофрованої труби або інших захисних конструкцій.

Облік активної електроенергії здійснюється трьохфазними лічильниками СТК3-10Q1Н4ДУК4.

Трансформаторна підстанція КТПБМ-2×2500кВА з трансформаторами 2×ТМГ-1600ВА забезпечує живлення електропостачання в офісній будівлі. Підстанція має два трансформатори з потужністю по 2500 кВА кожен.

Трансформатори ТМГ-1600ВА

"1600ВА" - потужність в кіловольт-амперах (кВА). У цьому випадку, використовуються два трансформатори ТМГ-1600ВА, що мають потужність 1600 кВА кожен.

Ці трансформатори виконують функцію зниження напруги, передаючи електричну енергію від зовнішньої мережі до внутрішньої системи електропостачання будівлі, їх головна задача перетворювати високовольтну

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричну енергію, яка надається зовнішньою мережею, на нижчу напругу, яка використовується в будівлі для живлення різних споживачів електроенергії, таких як освітлення, розетки, системи кондиціонування.

2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії

Основними споживачами електричної енергії офісної будівлі є котельня, система освітлення та насоси.

Таблиця 2.1–Електроспоживаюче обладнання

Офісна будівля зі складськими приміщеннями					
Група навантаження	Обладнання	К-ть, шт.	Встановлена потужність, кВт	Загальна потужність, кВт	Тривалість роботи, год
Опалення та гаряче водопостачання	VITOPLEX 200	2	6,5	13	150
Освітлення	Лампи люмінесцентні	1195	0,015	17,925	430
Освітлення зовнішнє	Світильники світлодіодні	25	0,011	0,275	201
Освітлення	Лампи розжарювання	60	0,1	6	215
Опалення та гаряче водопостачання	Насоси "Grundfos"	3	9	27	341
Загалом:				64,2	1310

Одним із суттєвих споживачів є котельня, далі наведено споживання електричної енергії котельнею за останні три роки.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.2 Технічні показники котельні.

Найменування	Проектні данні
Напруга:	
Силових освітлювальних мереж	380/220 В
Встановлена потужність:	
силова	13 кВт
освітлювальна	0,86кВт
Річне споживання електроенергії	35928 кВт годин

2.3 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення

Внутрішнє електроосвітлення

У проекті передбачаються такі системи та види освітлення приміщень:

- загальне рівномірне освітлення приміщень
- робоче;
- безпеки.

Величини освітленості прийняті відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 зі зміною No2-2012 р в залежності від розряду і підрозряду зорових робіт та завдань технологічного відділу.

В якості джерел світла у приміщеннях використовуються світильники типа III-07В (IP65), з люмінесцентними лампами.

Передпускове освітлення виконується вибухозахищеними світильниками НС 18ВEx-60/75 211.

Напруга мережі електроосвітлення ~380/220В. Напруга на лампах загаль-ного освітлення 220 В змінного струму.

Мережа ремонтного освітлення живиться від знижувального трансформатора 220/12В, який встановлюється в приміщенні котельні ШУС.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Кабельна лінія, призначена для живлення передпускового освітлення котельної, виконана кабелем з мідними жилами з заповненням вільних проміжків між жилами (ВВГзнг).

У даному пункті будемо проводити розрахунок навантажень підприємства по наданим даним. Підприємство надало наступні дані: найменування обладнання, що споживає електроенергію, його встановлену потужність, кількість.

Щоб визначити навантаження підприємства, спочатку знайдемо середню активну та реактивну потужності кожного обладнання, кВт:

$$P_{c1} = p_1 n_1 k_v, \quad (2.1)$$

де n кількість обладнання, p – навантаження 1 обладнання, k_v – коефіцієнт використання обладнання.

$$Q_{c1} = P_{c1} \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (2.2)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивного навантаження.

Порахуємо споживання котельні

Для знаходження активної потужності підставляємо значення у формулу (2.1):

$$P_{\text{котлів}} = 6,5 \cdot 2 \cdot 0,9 = 11,7 \text{ кВт.}$$

Для знаходження реактивної потужності підставляємо значення у формулу (2.2):

$$Q_{\text{котлів}} = 11,7 \cdot 1,33 = 15,56 \text{ кВАр.}$$

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} \quad (2.3)$$

$$S = \sqrt{11,7^2 + 15,56^2} = 19,4 \text{ кВА}$$

Порахуємо споживання насосів підміщуючих котлових

Для знаходження активної потужності підставляємо значення у формулу (2.1):

$$P_{\text{насоси}} = 1,6 \cdot 2 \cdot 0,6 = 1,92 \text{ кВт.}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для знаходження реактивної потужності підставляємо значення у формулу (2.2):

$$Q_{\text{насоси}} = 1,92 \cdot 1,33 = 2,5536 \text{ кВАр.}$$

Повну потужність визначаємо за формулою (2.3)

$$S = \sqrt{1,92^2 + 2,5536^2} = 3,19 \text{ кВА}$$

За таким принципом розраховуємо споживання усіх інших споживачів електричної енергії котельні та технологічного обладнання кабінетів офісів

Таблиця 2.3- Активне реактивне та сумарне навантаження електричного обладнання

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P , кВт	Q , кВАр	S , кВА
Силове навантаження (котельні)	17,5645	23,360785	29,22734911
Інше обладнання (офісне обладнання)	63,9835	76,7802	99,94542203

Далі розраховуємо сумарну активну, реактивну, та повну потужність

$$\begin{aligned} \sum P &= P_{\text{силове}} + P_{\text{інше}} = 17,56 + 63,9835 = 81,54 \text{ кВА} \\ \sum Q &= Q_{\text{силове}} + Q_{\text{інше}} = 23,36078 + 76,7802 = 100,14 \text{ кВА} \\ \sum S &= S_{\text{силове}} + S_{\text{інше}} = 29,22 + 99,94 = 129,16 \text{ кВА} \end{aligned}$$

Знайдемо розрахункові активне, реактивне на шинах низької напруги трансформатора за формулами:

$$P_p = \sum P_{ni} \cdot K_p, \quad (2.4)$$

Підставляємо значення в формулу (2.8):

$$P_p = 81,54 \cdot 1 = 81,54 \text{ кВт;}$$

Оскільки ефективне число ЕП $n_e > 10$, то:

$$Q_p = \sum Q_{ni} = 100,14 \text{ кВАр;} \quad (2.5)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо навантаження на ЩО за формулами:

$$P_o = \sum p_{л1} n_{л1}, \quad (2.6)$$

$$Q_o = \sum p_{л1} n_{л1} \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (2.7)$$

$$P_{\text{HH}} = P_p + P_o, \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{HH}} = Q_p + Q_o, \quad (2.9)$$

Підставляємо значення в формулу(2.6, 2.7, 2.8, 2.9):

$$P_o = 4,56 \text{ кВт}, \quad Q_o = 1,3 \text{ кВАр},$$

$$P_{\text{HH}} = 81,54 + 4,56 = 86,1 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{HH}} = 100,14 + 1,3 = 101,44 \text{ кВАр}.$$

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_{\text{HH}} = \sqrt{P_{\text{HH}}^2 + Q_{\text{HH}}^2}, \quad (2.10)$$

Підставляємо значення в формулу (2.14):

$$S_{\text{HH}} = \sqrt{86,1^2 + 101,44^2} = 133,05 \text{ кВА}.$$

Розрахуємо втрати в трансформаторі ТР1 за формулами:

$$\Delta P_{\text{тр.}} = 0,03 S_{\text{HH}}, \quad (2.11)$$

$$\Delta Q_{\text{тр.}} = 0,1 S_{\text{HH}}, \quad (2.12)$$

Підставляємо значення в формулу (2.11, 2.12):

$$\Delta P_{\text{тр.}} = 0,03 \cdot 133,05 = 3,99 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр.}} = 0,1 \cdot 133,05 = 13,305 \text{ кВАр}.$$

Знаходимо навантаження приведенне до шин ВН за формулами:

$$P_{\text{ВН}} = P_{\text{HH}} + \Delta P_{\text{тр.}}, \quad (2.13)$$

$$Q_{\text{ВН}} = Q_{\text{HH}} + \Delta Q_{\text{тр.}}, \quad (2.14)$$

$$S_{\text{ВН}} = \sqrt{P_{\text{ВН}}^2 + Q_{\text{ВН}}^2}, \quad (2.15)$$

Підставляємо значення в формулу (2.13, 2.14, 2.15):

$$P_{\text{ВН}} = 86,1 + 3,99 = 90,09 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{ВН}} = 101,44 + 13,305 = 114,745 \text{ кВАр},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{ВН}} = \sqrt{90,09^2 + 114,745^2} = 145,885 \text{ кВА.}$$

Зведемо отримані значення в таблицю 2.4

Таблиця 2.4– Розрахункові навантаження по об'єкту дослідження

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P, кВт	Q, кВАр	S, кВА
Навантаження підприємства	81,54	100,14	129,16
Навантаження освітлення	16,65	11,65	
Шини НН	86,1	101,44	133,05
Втрати в трансформаторі	3,99	13,305	
Шини ВН на ТП	90,09	114,745	145,885

2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення

Перевіримо виконання норм які зазначені в ДБН В.2.5.-28-2018 розряд зорових робіт III з освітленості у. За табл. 5.1 ДБН В.2.5.-28-2018 розряд зорових робіт III, при загальній системі освітлення має забезпечуватись 200 лк.

Приміщення має такі параметри: довжина – 24 м, ширина - 12 м, висота – 2,7 м, висота підвісу 1,5 м. Коефіцієнти відбиття 50/30/10.

Характеристика системи освітлення: лампи ЛБ-60 використовуються для освітлення офісних кабінетів впродовж робочого дня. Вони знаходяться у ввімкненому стані приблизно 6 годин на день, світловий потік 3300 лм.

Розрахуємо індекс приміщення:

$$i = \frac{ab}{(h - h_n)(a + b)}, \quad (2.16)$$

Підставляємо значення у формулу (2.16):

$$i = \frac{24 \cdot 12}{(2,7 - 1,5)(24 + 12)} = 6,666.$$

Далі отримуємо значення коефіцієнта використання світлового потоку $\eta=0,57$.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Після приймаємо $kz = 1,3$, тоді коефіцієнт нерівномірності $z = 1,1$.

Розрахуємо освітленість:

$$E_{\Phi} = \frac{F_{\text{л}} N \eta}{S k z z'}, \quad (2.17)$$

Підставляємо значення у формулу (2.17):

$$E_{\Phi} = \frac{3300 \cdot 60 \cdot 0,57}{24 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 274,038 \text{ лм.}$$

Перевіримо на відповідність нормативу:

$$\delta = \frac{|E_{\Phi} - E_{\text{н}}|}{E_{\text{н}}} 100\%, \quad (2.18)$$

Підставляємо значення у формулу (2.18):

$$\delta = \frac{|191,08 - 200|}{200} \cdot 100\% = 4,46\% < 5\%.$$

Отже норми з освітленості виконуються.

2.5 Оцінка завантаженості ТП

Згідно з розрахунками сумарного електричного навантаження в п.2.3, маємо таке значення повної потужності:

$$S_{\text{нн}} = 145,885 \text{ кВА},$$

Розрахункова потужність трансформаторів:

$$S_{\text{тр.}} = \frac{S_{\text{нн}}}{n}, \quad (2.19)$$

де β - коефіцієнт завантаження трансформатора.

Підставляємо значення у формулу (2.19):

$$S_{\text{тр.}} = \frac{133,05}{1} = 133,05 \text{ кВА},$$

З початкових даних відомо, що офіс живиться від трансформаторної підстанції КТПБМ-2×2500кВА з трансформаторами 2×ТМГ-1600ВА, також від цих трансформаторів живиться частина підприємства (теплиці та інші офісні будівлі).

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КТПБМ-2×2500кВА - тип трансформаторної підстанції. "КТП" - "комплектна трансформаторна підстанція", "БМ" вказує на призначення для будівель та споруд, а "2×2500кВА" вказує на потужність трансформаторів в кіловольт-амперах (кВА). Підстанція має два трансформатори з потужністю по 1600 кВА кожен.

Оскільки номінальна потужність трансформаторів більша за розрахункову потужність трансформаторів, що йде на виробництво електричної енергії на офісну будівлю $S_{ном} > S_{тр.} = 1600 > 133,05$ кВА можемо зробити висновок що ці трансформатори номінальної потужності підходять для живлення офісної будівлі.

2.6 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту

Компенсація реактивної потужності здійснюється статичними компенсуючими пристроями типу УКМ (0,4 кВ потужністю 1000 кВар).

Згідно розрахунку: $P_{вн} = 63,58$ кВт , $Q_{вн} = 29,576$ кВт ,

Рекомендований $tg\phi_p = 0,25$,

Розрахункова потужність конденсаторних батарей знаходиться за формулою:

$$Q = Q_{вн} - P_{вн} tg\phi_p, \quad (2.20)$$

Підставляємо значення у формулу (2.20):

$$Q = 114,745 - 90,09 \cdot 0,25 = 92,2 \text{ кВАр.}$$

2.7 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі

Основні складові для складання енергобалансу, а саме числові значення річного споживання наведено в таблиці 2.7.1

Річне споживання визначається за формулою:

$$A_B = P_B T, \quad (2.21)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку складових з системи освітлення для складання балансу споживання електричної енергії за вересень 2021 року

№	Найменування обладнання	Встановлена потужність	Кількість, шт	Загальна встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Тривалість роботи за місяць, год	Загальне споживання, кВт год
1	2	3	4	5	6	8	9
Система освітлення							
1	Внутрішнє освітлення коридорів						
		0,038	450	17,1	0,6	2800	28728
2	Внутрішнє освітлення приміщень	0,011	830	9,13	0,7	2387	15255,317
Разом							43983,317
Силове обладнання							
3	котельня	6,5	2	13	0,9	1790	20943
4	Автоматизація Vititronic	0,5	3	1,5	0,9	1650	2227,5

							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці 2.5

5	Пальник газовий	0,76	2	1,52	0,7	1420	1510,88
6	Насос підміщуючий котловий	1,6	2	3,2	0,6	1700	3264
7	Циркуляційний насос гар.вод	0,128	1	0,128	0,6	1250	96
8	Циркуляційний насос	0,4	2	0,8	0,6	980	470,4
9	Циркуляційний насос	0,2	2	0,4	0,7	1390	389,2
10	Насос живлення аккумулятора	0,147	3	0,441	0,7	1580	487,746
11	Підживлюючий насос	0,55	1	0,55	0,7	1970	758,45

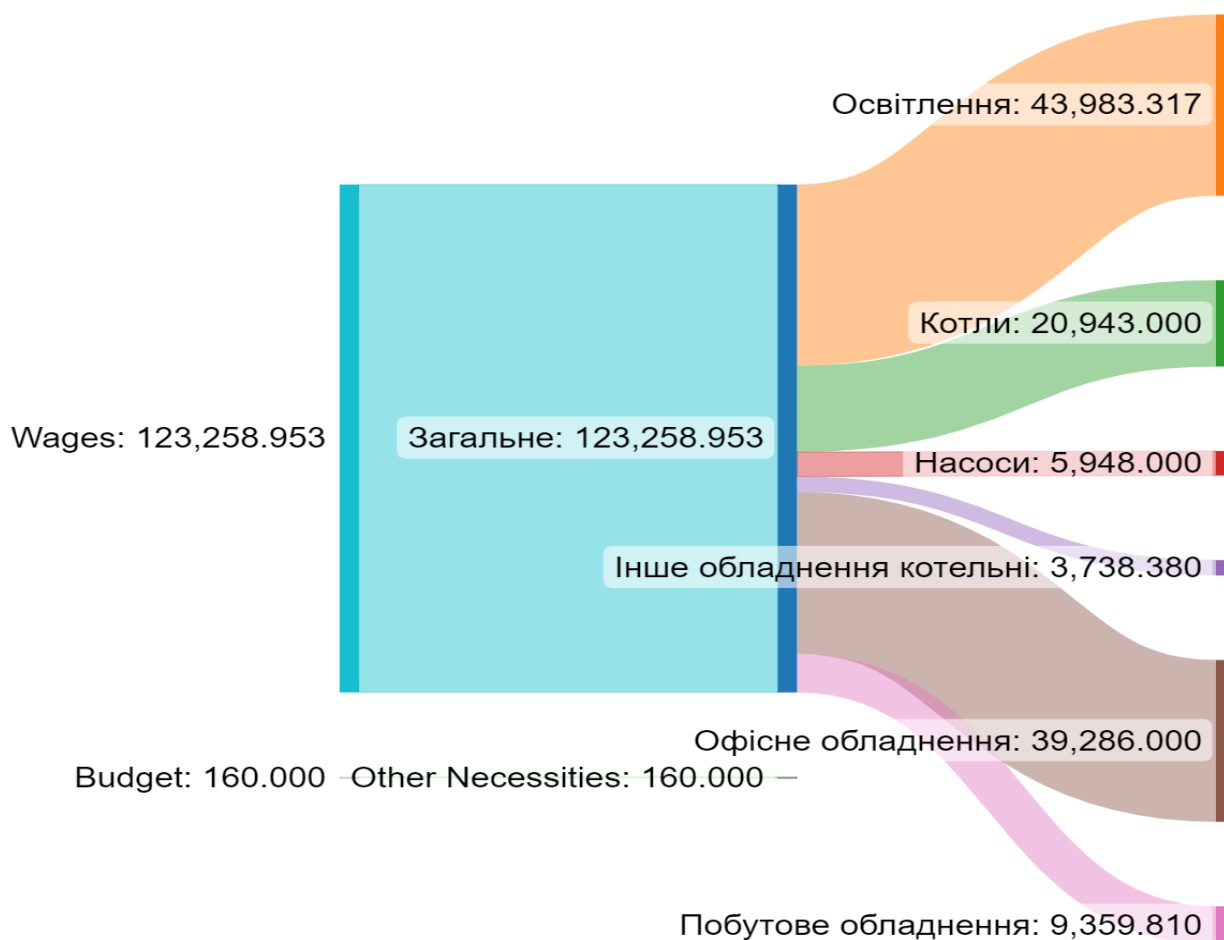
							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці 2.5

Інше обладнання							
12	Принтер	0,5	15	7,5	0,55	980	4042,5
13	Комп'ютер	0,6	45	27	0,8	1200	25920
14	Монітор	0,2	50	10	0,8	1160	9280
16	Кондиціонер	3,3	16	13,6	0,5	230	6072
17	Чайник	0,15	8	33	0,7	124	104,16
18	Телевізор	0,15	2	0,3	0,5	290	43,5
19	Обігрівач	0,2	5	16	0,5	210	105
20	відеокамери	0,02	70	1,4	0,95	1510	2008,3
21	Тепловентилятори	0,065	15	0,975	0,86	1100	922,35
22	Холодильник	0,4	1	0,88	0,5	740	148
Разом							48645,81
Загальне споживання							122776,303

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудуємо баланс спожитої потужності усіх споживачів електричної енергії



Made with SankeyMATIC

Рисунок 2.1 –Баланс спожитої потужності усіх споживачів електричної енергії.

2.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу

Облік електроенергії передбачено відповідно до вимог глави [3] "Правила будови електроустановок", "Правил ко-ристування електричного енергією" і главою 11 [4]. Облік електроенергії споживачів котельної передбачено в щиті ЩУС лічильником типу НІК 2305 API2T 1121 (5-60 А).

ЩУС (Система Щитова Управління Споживанням) з лічильником типу НІК 2305 API2T 1121 (5-60 А) є електричним засобом обліку споживаної електроенергії. Давайте розберемо кожен частину цього опису:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЩУС (Система Щитова Управління Споживанням) - це система, яка використовується для контролю та управління споживанням електроенергії в промислових або житлових приміщеннях. Вона зазвичай включає в себе електричний щит, автоматичні вимикачі, розетки та інші електротехнічні компоненти.
2. Лічильник типу НІК 2305 АРІ2Т 1121 - це конкретний модельний номер лічильника, який використовується для вимірювання споживаної електроенергії. Загальна назва цього лічильника - НІК 2305 АРІ2Т 1121.
3. 5-60 А - ця вказівка вказує на діапазон струму, який може вимірювати цей лічильник. У даному випадку, лічильник може вимірювати струм від 5 до 60 ампер.

Загалом, цей лічильник використовується для вимірювання споживаної електроенергії в межах вказаного діапазону струму. Він може бути встановлений в електричному щиті Системи Щитового Управління Споживанням для обліку електроенергії.

2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електроенергії

Заміна системи освітлення

В офісній будівлі ще використовуються лампи розжарювання потужністю 60 Вт (60 шт) які треба замінити. Заміну будемо робити на світлодіодні лампи Лампа світлодіодна TOR 38W E27 6500K 3300 Lm

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд LED

Розрахунок річної економії енергії.

$$E = (0,06 - 0,036) \cdot 60 \cdot 5 \cdot 269 = 1936,8 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (2.22)$$

Розрахунок річної економії електричної енергії в грошовому еквіваленті:

Розраховуємо при тарифі для підприємств в Київській області 2023р 3,5грн

$$E_r = 1936,8 \cdot 3,5 = 8715,6 \text{ грн.} \quad (2.23)$$

Розрахунок річної економії витрат.

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу з енергозбереження:

150 грн – ціна однієї лампи. Необхідно встановити 60 лампи

30 грн – ціна встановлення однієї лампи.

$$K = (150 + 30) \cdot 60 = 10800 \text{ грн} \quad (2.24)$$

Оцінка простої окупності.

$$T_{\text{ок}} = \frac{10800}{8715,6} = 1,5 \text{ років} \quad (2.25)$$

Поточний стан.

Після заміни ламп у коридорі, ми можемо ще більше покращити економію встановивши датчики руху. Лампи знаходяться у ввімкненому стані приблизно 5

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

годин на день, але присутність людей у коридорах значно менша приблизно 3 годин на день.

Опис можливостей з енергозбереження.

Встановлення датчиків руху в коридорах слугує для автоматичного вимикання освітлення в приміщенні при відсутності людей. Використаємо датчики присутності DRM-02 вони зарекомендували себе надійними в експлуатації та енергоефективними. Використаємо 3 датчиків на 1 коридор, в офісному будівлі 5 коридорів, загальна кількість датчиків складатиме 15 датчиків.



Рисунок 2.3 - Приклад датчику

Розрахунок річної економії енергії.

$$E = 60 \cdot 0,038 \cdot (5-3) \cdot 269 = 1226,64 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік} \quad (2.26)$$

Розрахуємо річну економію електричної енергії в грошовому еквіваленті:

Економія коштів в грошовому еквіваленті при вартості 1 кВт·год = 4,5 грн. складатиме:

$$E_T = 1226,64 \cdot 4,5 = 5519,88 \text{ грн.} \quad (2.27)$$

Розрахунок річної економії витрат.

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу з енергозбереження:

1100грн – це ціна одного датчика руху

250 грн – ціна встановлення одного датчика руху.

$$K = (1100 + 250) \cdot 15 = 20250 \text{ грн} \quad (2.28)$$

Оцінка простої окупності.

$$T_{ок} = \frac{20250}{5519,88} = 3,6 \text{ років} \quad (2.29)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Заміна двигунів насосів

З балансу енергетичної енергії видно що споживання насосів є досить великим тому доцільно розглянути заміну двигунів на більш енергоефективні. Будемо робити заміну двигуна підживлюючого насосу

Характеристики старого двигуна

- Потужність, кВт: 9;
- Коефіцієнт потужності: 0,82
- ККД: 87 %.

Характеристики нового двигуна

- Потужність, кВт: 4;
- Коефіцієнт потужності: 0,79
- ККД: 92 %.

Споживану потужність за рік, кВт · год/рік, двигуна визначимо за формулою:

$$W = \frac{P}{\eta} T_{\text{роб}} n k, \quad (2.30)$$

Споживану потужність розраховуємо за формулою (2.29) для старого і нового двигуна:

$$W_{\text{ст}} = \frac{9}{0,87} \cdot 1241 \cdot 0,7 = 8986,55 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}},$$
$$W_{\text{нов}} = \frac{4}{0,92} \cdot 1241 \cdot 0,7 = 3776,956 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Розраховуємо економію електричної енергії, кВт·год/рік:

$$\Delta W = W_{\text{ст}} - W_{\text{нов}} = 8986,55 - 3776,956 = 5209,594 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Розраховуємо грошову економію за формулою:

$$N_{1\text{грн}} = \Delta W \cdot b, \quad (2.31)$$

Підставляємо значення в формулу (2.30):

$$N_{1\text{грн}} = 5209,594 \cdot 4,5 = 23443,173 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Капітальні витрати на заміну 1 двигуна – 10000 грн. Простий термін окупності розраховуємо за формулою (2.31):

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{23443,173}{10000} = 2,3 \text{ років}.$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 2

1. В даному розділі було проведено аналіз схеми електропостачання, розрахунки обладнання офісної будівлі, було виявлено основних споживачів електричної енергії. Для зручності побудови балансу, споживачів було розбито на наступні категорії: система освітлення, насоси, котли, інше обладнання котельні, офісне обладнання, побутове обладнання.

2. Найбільшим споживачем електричної енергії серед цих категорій є силове обладнання котельні. В категорію силове обладнання входять котли всі насоси та інше обладнання котельні.

3. Для зниження показників та контролю рівня спожитої електроенергії було запропоновано 3 заходи а саме: заміна двигуна підживлюючого насосу, заміна старих світлорозжарювальних ламп на нові LED та постановку датчиків.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

3.1 Системи паливо- та теплопостачання об'єкта та їх аналіз

Офісну будівлю забезпечується котельнею об'ємом 810 м³. Котельня служить для забезпечення систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання закладу. Котельний зал розташовується на третьому поверсі в осях 8/1-9/1, ряд - А - Г, на позначці 7,800 м.

Загальне теплове навантаження становить 0,853 МВт з урахуванням власних потреб котельні.

Теплоносій для теплопостачання та гарячого водопостачання - вода з параметрами 90-70°C.

Для котельні передбачається паливо - природний газ. Витрата природного газу по установленій продуктивності котельні, становить 127,0 нм³/год. Розрахункова витрата газу на котельню становить 1276,0 нм³/год (максимальна), 30 нм³/год (мінімальна) або 230807 нм³/рік.

Котли працюють на природному газі низького тиску. Тиск газу перед відсічними клапанами пальників котла складає P=2,0 КПа. Кожен котел обладнаний одним газовим пальником "Weishaupt" моделі WM- G10/2-A, ZM, R11/2".

У котельні встановлено два сталеві опалювальні котли VITOPLEX 200, тип SX2 від компанії "Viessmann" з Німеччини, кожен потужністю 560 кВт з пальниками від компанії "Weishaupt" моделі WM-G10/2-A, ZM, R11/2". Загальна потужність котельні становить 1120 кВт. Для систем опалення та гарячого водопостачання використовується мережева вода з температурою 90-70°C.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.2 Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії

Головний споживач палива офісної будівлі це котельня

Вбудована котельня, що проектується, служить для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання корпусу No57. Використання паливної - на протязі всього року.

Кількість установлених котлів VITOPLEX 200 SX2 - 2 шт.

Проект котельної включає наступний об'єм робіт: установку котла та допоміжного обладнання; газопостачання котельні; димовідведення;

опалення та вентиляцію з обміном не менше 3-х крат на годину (не враховуючи повітря, необхідного для згоряння природного газу);

Кожний із споживачів за тепловою схемою котельні має окремі розподільчі колектори з кількома контурами. В котельному залі встановлюється лічильник витрат тепла СВТУ-10М (5М2) «Семпал-Україна.

Система теплопостачання закрита, двотрубна.

В системах водяного опалення, повітряного опалення, вентиляції та гарячого водопостачання циркулює теплоносій з розрахунковою температурою 90-70°C.

В контурах водяного та повітряного опалення регулювання параметрів теплоносія виконується в залежності від зовнішньої температури повітря.

Приєднання розподільчих колекторів споживачів тепла до котлів передбачається через гідравлічний вирівнювач.

Циркуляція теплоносія в системах водяного опалення, повітряного опалення та вентиляцій здійснюється окремими здвоєними насосами, які розміщені на колекторах мережної води після гідравлічного вирівнювача.

Основне навантаження покривається експлуатаційною потужністю теплообмінника Vitotrans 222. В режимі піко-вих навантажень витрати гарячої води забезпечує ємкісний бак Vitocell 100-L.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Котли VITOPLEX 200 тип \$X2 застосовуються для роботи в закритих системах опалення з закритими компенсаційними мембранними ємкостями.

Для цього в проекті передбачені баки мембранні. фірми "REFLEX"

В котельні, що проектується застосоване обладнання, яке має сертифікати відповідності видані органом по сертифікації та дозволи на застосування, видані "Держнаглядохоронпраці У країни" в установленому порядку.

Вид споживаного тепла	Теплоносій та його параметри	Витрати по режимам, кВт (ккал/год)			Річні витрати ГДж (Гкал)	Примітка
		Максимальні	Середній	в літній період		
Опалення водяне	Гаряча вода 90-70°C	123,1 (105800)	55,4 (47600)	- -	892,4 (213,63)	
Опалення повітряне	Гаряча вода 90-70°C	82,88 (71200)	37,3 (32000)	- -	1335 (319,55)	
Вентиляція	Гаряча вода 90-70°C	551,8 (474500)	243,43 (209320)	- -	854,44 (204,5)	
Гаряче водопостачання	Гаряча вода 90-70°C	95,0 (81700)	24,0 (20600)			
Разом:		853.0 (733300)	360,13 (309630)		3082 (737,65)	

Рисунок 3.1 Теплові навантаження котельні

3.3 Розрахунок потужності системи опалення

Теплотехнічний розрахунок є детальним розрахунком втрат теплоти через зовнішні ОК (огороджувальні конструкції) з врахуванням втрат теплоти за рахунок інфільтрації. Розрахунок базується на врахуванні теплоізоляційних властивостей матеріалів, з яких виконаний огороджувальні конструкції, орієнтації відповідно до сторін світу.

Усі геометричні розміри, що використовуються у розрахунках, є фактичними та визначеними за допомогою вимірювань. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури.

3.4 Розрахунок втрат теплоти через огороджувальні конструкції

Тепловтрати через зовнішні огороження визначаються за формулою:

$$Q_o = \Sigma(K_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i) b_u (1 + \Sigma \beta) = \Sigma \left(\frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \right) b_u (1 + \Sigma \beta); \quad (3.1)$$

Де R_i – опір теплопередачі i -ого огороження, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

F_i – площа i -ої огороджувальної конструкції, м^2 ;

$t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення;

b_u – поправочний коефіцієнт урахування зменшення розрахункової різниці температур між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємом/зоною;

$\Sigma \beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, які враховуються для зовнішніх вертикальних огороджувальних конструкцій будівлі (стіни, двері і вікна), орієнтовані на:

– північ, схід, північний-схід і північний-захід, $\Sigma \beta = 0,1$;

– південний-схід і захід, $\Sigma \beta = 0,05$;

для усіх інших огорожень, $\Sigma \beta = 0$; Коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, розраховується за формулою:

$K_j = \frac{1}{R_j}$	(3.2)
-----------------------	---------

Всі значення, використані та отримані під час розрахунків коефіцієнтів теплопередачі огороджувальних конструкцій, для наочності зведені у табл. 3.1.

Обстеження зовнішніх стін

Зовнішні стіни тришарові виконані з селікатної цегли густиною $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм $\lambda_1 = 0,87 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}$; утеплювач товщиною 70мм з мінеральної вати $\lambda_2 = 0,047 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}$; (мінеральна вата монтується на стіну, на неї накладається металева сітка та шар штукатурки, з коефіцієнтом

теплопровідності $\lambda=0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ та товщиною $\delta=0,005\text{м}$), обличкувальна цегляна кладка з порожнинистої цегли густиною $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ товщиною 120мм $\lambda_4 = 0,64 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{C}}$.

Зовнішній фасад не має видимих пошкоджень.

Розрахуємо термічний опір стін за формулою

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6}. \quad (3.3)$$

3.2 та порівняємо з нормативним значенням для I температурної зони:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,070}{0,047} + \frac{0,05}{0,82} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 2,33 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Місто Київ належить до I температурної зони [3]. Для I зони, значення мінімального термічного опору для стін:

$$R_{q \min} = 4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Так як $R_{\Sigma} < R_{q \min}$, то теплозахисні властивості зовнішніх огорожень у незадовільному стані, що вимагає впровадження енергозберігаючих засобів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Коефіцієнт теплопередачі стіни знаходимо за формулою:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\Sigma}};$$

У нашому випадку, коефіцієнт теплопередачі буде складати:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{2,33} = 0,43 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Значення термічного опору не відповідають нормативним. Тому рекомендується виконати утеплення фасадів.

Визначення площі фасадів

Використовуючи план зовнішній вигляд будівлі при враховуючи кількість поверхів, визначимо площу фасадів за зовнішніми обмірами за сторонами світу (Пн-Зх, Пд-Зх, Пн-Сх, Пд-Сх).

Площа основного фасаду:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$F_a = a \cdot (H_{\text{пов}} \cdot n_{\text{пов}}),$$

Де a – довжина основного фасаду, м;

$H_{\text{пов}}$ – висота одного поверху будівлі, м;

$n_{\text{пов}}$ – кількість поверхів ;

Враховуючи, що будівля має 2 різні висоти рахуємо площу фасадів двічі з кожного ОК

$$F_{\text{пд-сх.оф1}} = 20 \cdot (4,3 \cdot 3) = 258 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{пд-сх.оф2}} = 20 \cdot (4,3 \cdot 2) = 172 \text{ м}^2$$

Отже сумарна дорівнює

$$F_{\text{пд-сх.оф}} = 172 + 258 = 430 \text{ м}^2$$

Далі обраховуємо площу фасаду більшої сторони офісу

$$F_{\text{пн-сх.оф}} = 95,6 \cdot (4,3 \cdot 3) = 1233,24 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{пн-сх.оф}} = 95,6 \cdot (4,3 \cdot 2) = 822,16 \text{ м}^2$$

Отже сумарна дорівнює

$$F_{\text{сум}} = 822,16 + 1233,24 = 2055,4 \text{ м}^2$$

Будівля має форму прямокутника тому

$$F_{\text{пд-зх.оф}} = F_{\text{пд-сх.оф}} = 430 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{пн-зх.оф}} = F_{\text{пн-сх.оф}} = 2055,4 \text{ м}^2.$$

Треба урахувати що є стіна висотою у 4,3 біля з'єднання офісу і складу:

$$F_{\text{між частинами офісу}} = 20 \cdot 4,3 = 86 \text{ м}^2.$$

Отже загальна площа стін: $F_{\text{стін}} = 86 + 2055,4 \cdot 2 + 430 \cdot 2 = 5056,8 \text{ м}^2$.

Далі розраховуємо тепловтрати через зовнішні огороження визначаються за формулою (3.1):

$$Q_{\text{пд-сх}} = \left(\frac{1}{0,83} \cdot 430 \cdot (18 - (-22)) \right) 1,05 = 21759,04 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{пн-сх}} = \left(\frac{1}{0,83} \cdot 2055,4 \cdot (18 - (-22)) \right) 1,1 = 108960,96 \text{ Вт}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$Q_{\text{пд-зх}} = \left(\frac{1}{0,83} \cdot 430 \cdot (18 - (-22)) \right) 1 = 20722,89 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пн-зх}} = \left(\frac{1}{0,83} \cdot 2055,4 \cdot (18 - (-22)) \right) 1,1 = 108960,96 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пд-сх між частинами}} = \left(\frac{1}{0,83} \cdot 86 \cdot (18 - (-22)) \right) 1,05 = 4351,8 \text{ Вт}$$

Обстеження вікон

Вікна в офісі та спортивній залі металопластикові різних розмірів, загальна кількість вікон 93 (Додаток 1)

Опір теплопередачі вікон:

металопластикові вікна: $R_{B2} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$,

Для І зони, значення мінімального термічного опору для вікон [3]:

$$R_{qmin} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$R_{qmin} = R_{B2};$$

Загальна площа вікон складає $F_B = 520 \text{ м}^2$. Отже, коефіцієнт теплопередачі вікон становить:

$$K_B = \frac{1}{R_B} = \frac{1}{0,75} = 1,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}} \quad (3.4)$$

Термічний опір металопластикових вікон в офісній будівлі відповідає мінімально допустимому за значенню.

$$Q_{\text{пд-сх}} = (1,3 \cdot 49,9 \cdot (18 - (-22))) 1,05 = 2724,54 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{пн-сх}} = (1,3 \cdot 377,1 \cdot (18 - (-22))) 1,1 = 21570,12 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пд-зх}} = (1,3 \cdot 45 \cdot (18 - (-22))) 1 = 2340 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{пн-зх}} = (1,3 \cdot 236,7 \cdot (18 - (-22))) 1,1 = 13539,24 \text{ Вт}$$

Обстеження даху- суміщене покриття

Дах складається з наступних шарів:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

1) утеплювач з $\lambda_y = 0,07 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta_y = 0,23 \text{ м}$;

2) гідроізоляція з $\lambda = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною

$\delta = 0,002 \text{ м}$;

3) лист вермикулітовий з $\lambda_c = 0,096 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta_c = 0,1 \text{ м}$;

4) руберойд $\lambda_p = 0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta_c = 0,004 \text{ м}$

5) залізобетонні плити з $\lambda = 1,55$ товщиною $\delta = 0,15 \text{ м}$;

6) керамзит з $\lambda = 0,075$ товщиною $\delta = 0,1 \text{ м}$;

Опір теплопередачі даху складає:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,23}{0,07} + \frac{0,002}{0,7} + \frac{0,1}{0,096} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,004}{0,15} + \frac{0,1}{0,075} + \frac{1}{23} = 5,9 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горіщ $R_{q \min} = 5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$

Так як $R_{\text{дах}} > R_{q \min}$, то теплозахисні властивості перекриття у задовільному стані, можемо зробити висновок, що утеплення даху не потрібно.

Коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k_{\text{дах}} = \frac{1}{5,9} = 0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Підставивши у формулу (3.1) дані, отримаємо втрати теплоти через дах:

Площа даху: $2275,6 \text{ м}^2$

$$Q_{\text{дах}} = (0,17 \cdot 2275,6 \cdot (18 - (-22)))0,9 = 13926,672 \text{ Вт}$$

Обстеження дверей

Двері навчального корпусу:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Двері типу 1 (металеві 12шт): $R_{д1} = 0,29 \frac{м^2 \cdot K}{Вт}$

Двері типу 2 (ролети 3 шт): $R_{д2} = 0,65 \frac{м^2 \cdot K}{Вт}$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для дверей [5]:

$$R_{qmin} = 0,65 \frac{м^2 \cdot K}{Вт};$$

Значення термічного опору для ролетів відповідає нормативному, для залізних – не відповідає. Тому рекомендується заміна вхідних залізних дверей на більш енергоефективні або утеплення цих дверей.

Коефіцієнт теплопередачі дверей згідно із 3.2:

$$K_{д1} = \frac{1}{0,29} = 3,45 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$$

$$K_{д2} = \frac{1}{0,65} = 1,54 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$$

Підставивши у формулу (2.1) дані, отримаємо втрати теплоти через двері:

$$Q_{двері} = (3,45 \cdot 37,8 \cdot (18 - (-22))) \cdot 1,05 = 5477,22 \text{ Вт}$$

$$Q_{ролети} = (1,54 \cdot 54 \cdot (18 - (-22))) \cdot 1,05 = 3492,72 \text{ Вт}$$

$$Q_{двері \text{ сумарно}} = 5477,22 + 3492,72 = 8969,94 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 3.1 та 3.2.

Обстеження підлоги над неопалювальним підвалом

Підлога корпусу має наступний склад:

–бетон на щебні $\lambda=1,4 \frac{Вт}{м \cdot K}$ товщиною $\delta=0,2$ м

–керамзит з $\lambda=0,075 \frac{Вт}{м \cdot K}$ товщиною $\delta=0,08$ м

–цементно-шлаковий розчин $\lambda=0,36 \frac{Вт}{м \cdot K}$ товщиною $\delta=0,035$ м

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

—плитка $\lambda=0,65 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщиною $\delta=0,02$ м

Опір теплопередачі підлоги над неопалювальним підвалом, згідно формули 2.2:

$$R_{\text{підлоги}} = \frac{1}{0,6} + \frac{0,2}{1,3} + \frac{0,080}{0,075} + \frac{0,035}{0,36} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{1}{12} = 3,09 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги, згідно формули 3.2:

$$K_{\text{підлоги}} = \frac{1}{R_{\text{підлоги}}} = \frac{1}{3,09} = 0,32 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Зведемо дані по площам та опору теплопередачі в таблицю 3.1.

$$Q_{\text{підлоги}} = (0,6 \cdot 1912 \cdot (18 - (-22))) \cdot 0,3 = 13766,4 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків коефіцієнтів теплопередачі ОК

Огородження	Орієнтація	$R, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$F, м^2$	$\Delta t, ^\circ C$	b_u	$1 + \sum \beta$	$Q_o, \text{Вт}$
ЗС (без СК, ДВ)	Пн-Сх	2,3	430	40	1	1,1	108960,96
	Пд-Сх		2055,4			1,05	21759,04
	Пд-Зх		430			1	20722,89
	Пн-Зх		2055,4			1,1	108960,96
Ск	Пн-Сх	0,75	377,1	40	1	1,1	21570,12
	Пд-Сх		49,9			1,05	2724,54
	Пд-Зх		45			1	2340
	Пн-Зх		236,7			1,1	13539,24
Дв	металеві	0,29-0.65	37,8	40	1	1,05	5477,22
	ролети		54			1,05	3492,72
дах		5,9	2275,6	40	1	1	13926,672
підлога		3,09	1912	40	1	1	13766,4
Разом							337242,56



Рисунок 3.2 Тепловтрати

3.5 ЗЕЗ №1 Утеплення зовнішніх стін

Термічний опір стін офісної будівлі, що значно нижчий за нормативну величину. Для того щоб забезпечити мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни, було прийняте рішення про встановлення додаткового шару теплової ізоляції.

Додаткова тепла ізоляція дозволяє зменшити втрати тепла через стіни та покращити зовнішній вигляд будівлі. Було прийняте рішення обавити шар мінераловатної плити на синтетичному зв'язуючі товщиною $\delta_{\text{ут}} = 0,1$ м з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{ут}} = 0,047 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$.



Рисунок 3.1 – Утеплювач для стіни

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Проведемо розрахунок коефіцієнту теплопередачі утепленої зовнішньої стіни, згідно формули 3.2:

$$R_{\text{ут.ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,070}{0,047} + \frac{0,05}{0,82} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{0,1}{0,047} + \frac{1}{23} = 4,46 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

та покажемо його у табличній формі (таблиця 3.2)

Таблиця 3.2– Розрахунок коефіцієнту теплопередачі утепленої стіни

Огородження	Шар	δ , м	λ , Вт/(м·К)	$\alpha_{\text{вн.}}$, Вт/(м ² ·К)	$\alpha_{\text{з.}}$, Вт/(м ² ·К)	R_o , (м ² ·К)/Вт	K_o , Вт/(м ² ·К)
ЗС	Повнотіла силікатна цегла	0,38	0,87	8,7	23	2,33	0,22
	Утеплювач	0,05	0,82				
	штукатурка	0,12	0,64				
	притискаюча цегляна кладка	0,07	0,047				
	утеплювач	0,1	0,047				

Розрахуємо економію теплоти при утепленні мінераловатними плитами відповідно до орієнтації зовнішніх стін за сторонами світу за формулою:

$$\Delta Q_{\text{ст.}} = (K_{\text{ст.}} - K_{\text{ут.ст.}}) \cdot F_{\text{ст.}} \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{с.о}}) \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n \cdot n_o \cdot 24 \cdot 10^{-3}, \quad (3.10)$$

де $K_{\text{ст}}$ – коефіцієнт теплопередачі існуючої стіни;

$K_{\text{ут.ст.}}$ – коефіцієнт теплопередачі утепленої стіни;

$F_{\text{ст}}$ – площа стін відповідно до орієнтації за сторонами світу;

$K_{\text{ст}} = 0,43 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;

$K_{\text{ут.с}} = 0,22 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$.

Підставимо відповідні значення в формулу (3.1), маємо:

$$Q_{\text{пд-сх}} = (0,22 \cdot 430 \cdot (18 - (-22)))1,05 \cdot 1 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 19223,93 \text{кВт}$$

$$= 16,5 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}};$$

$$Q_{\text{пн-сх}} = (0,22 \cdot 2055,4 \cdot (18 - (-22)))1,1 \cdot 1 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 80221,76 \text{кВт}$$

$$69,038 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$Q_{\text{пд-зх}} = (0,22 \cdot 430 \cdot (18 - (-22))) \cdot 1 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 15257,088$$

$$= 13,13 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{пн-зх}} = (0,22 \cdot 2055,4 \cdot (18 - (-22))) \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 80221,76 \text{ кВт} = 69,038 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{захальне}} = 16,5 + 69,038 + 13,13 + 69,038 = 167,71 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Порахуємо на скільки зменшиться втрати тепла після утеплення

$$Q_{\text{економія}} = 227,63 - 167,71 = 59,92 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Рахуємо скільки палива було б витрачено

$$V = \frac{59,92 \cdot 10^6}{0,94 \cdot 8000} = 7968,085 \text{ м}^3$$

Економію у грошовому еквіваленті знайдемо за формулою:

$$\Delta E = \text{тариф} \cdot V \quad (3.11)$$

Підставивши у формулу (2.11) дані, маємо:

$$\Delta E = 7968,085 \cdot 41 = 326691,5 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо простий термін окупності заходу за формулою (2.9).

Капіталовкладення знайдемо за формулою:

$K = F \cdot Ц + Д,$	(3.12)
----------------------	----------

де F – площа зовнішніх стін, $F=5056,8 \text{ м}^2$;

Ц – ціна утеплювача разом з фасадними матеріалами для утеплення пінопластом та монтажем, $Ц=900 \text{ грн/м}^2$;

Підставивши у формулу (2.14) дані, маємо:

$$K = 5056,8 \cdot 900 + 50000 = 4601120 \text{ грн}$$

Таким чином простий термін окупності:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 3.3 – Розрахунки терміну окупності

Часовий горизонт проекту, років	Капітальні витрати, тис. грн.	Щорічні експлуатаційні	Щорічна економія від впровад	Грошовий потік, тис.грн.	Кумул. Грошовий потік, тис.грн.	Коеф. Дисконту	Дисконт грошовий потік, тис.грн.	Кумул. Дисконт грошовий потік, тис.грн.	Ставка дисконту	Коеф. Дисконту	Дисконт грошовий потік, тис.грн.	Ставка дисконту
0	4601,2	0	0	-4601,2	-4601,2	1,0	-4601,2	-4601,2	25,0	1,0	-4601,2	20,0
1	0	0	326,7	326,7	-4274,5	0,9	286,6	-4314,6		0,8	272,2	
2	0	0	326,7	326,7	-3947,9	0,8	251,4	-4063,3		0,7	226,9	
3	0	0	326,7	326,7	-3621,2	0,7	220,5	-3842,8		0,6	189,0	
4	0	0	326,7	326,7	-3294,5	0,6	193,4	-3649,4		0,5	157,5	
5	0	0	326,7	326,7	-2967,9	0,5	169,7	-3479,7		0,4	131,3	
6	0	0	326,7	326,7	-2641,2	0,5	148,8	-3330,9		0,3	109,4	
7	0	0	326,7	326,7	-2314,5	0,4	130,5	-3200,3		0,3	91,2	
8	0	0	326,7	326,7	-1987,8	0,4	114,5	-3085,8	25,0	1,0	326,7	21,0
9	0	0	326,7	326,7	-1661,2	0,3	100,5	-2985,4		0,2	63,3	
10	0	0	326,7	326,7	-1334,5	0,3	88,1	-2897,3		0,2	52,8	
11	0	0	326,7	326,7	-1007,8	0,2	77,3	-2820,0		0,1	44,0	
12	0	0	326,7	326,7	-681,2	0,2	67,8	-2752,2		0,1	36,6	
13	0	0	326,7	326,7	-354,5	0,2	59,5	-2692,7		0,1	30,5	
14	0	0	326,7	326,7	-27,8	0,2	52,2	-2640,5		0,1	25,4	
15	0	0	326,7	326,7	298,8	0,1	45,8	-2594,7		0,1	21,2	
16	0	0	326,7	326,7	625,5	0,1	40,1	40,1	25,0	1,0	326,7	22,0
17	0	0	326,7	326,7	952,2	0,1	35,2	75,4		0,0	14,7	
Простий	14 роки	133,02 місяці										
Чиста	-2640,51											
Дисконт IRR	15 роки	258,12 місяці										
	20											

Враховуючи, що економічний строк служби даного заходу приблизно 14 років, термін окупності є досить великим, що свідчить про те, що проводити утеплення зовнішніх стін не дуже вагомий захід.

3.6 ЗЕЗ №2 Лосней вентиляції спортзали

Застосування рекуперації тепла у системах вентиляції дозволяє без додаткових зовнішніх джерел енергії підвищити тепловий потенціал припливного повітря та відповідно зменшити необхідну кількість енергії для його подальшого нагрівання. Рекуперація здійснюється за рахунок відбирання тепла від потоку повітря, який викидається до навколишнього середовища. Пропонується застосування рекуперативної установки для приміщення спортзалу в якій на даний час немає вентиляції, загальна площа 60м² об'єм 774м³

Для підбору необхідної рекуперативної установки застосуємо програмне забезпечення Lossnay Selection. Програма Lossnay Selection призначена для підбору та розрахунку припливно-витяжних установок виходячи з заданої витрати повітря і аеродинамічного опору мережі повітроводів. У результаті розрахунків

користувачу надаються дані про ефективність теплообміну пластинчастого рекуператора, необхідні потужності попереднього (до рекуператора) і додаткового (після рекуператора) нагрівачів в каналі припливу. Відмітними особливостями програми є: відображення процесів обробки вологого повітря на психометричній діаграмі і оцінка економічного ефекту застосування припливно-витяжних установок Lossnay.

Скріншот робочого вікна програми для місяця ГРУДЕНЬ зображений на рис.3.2

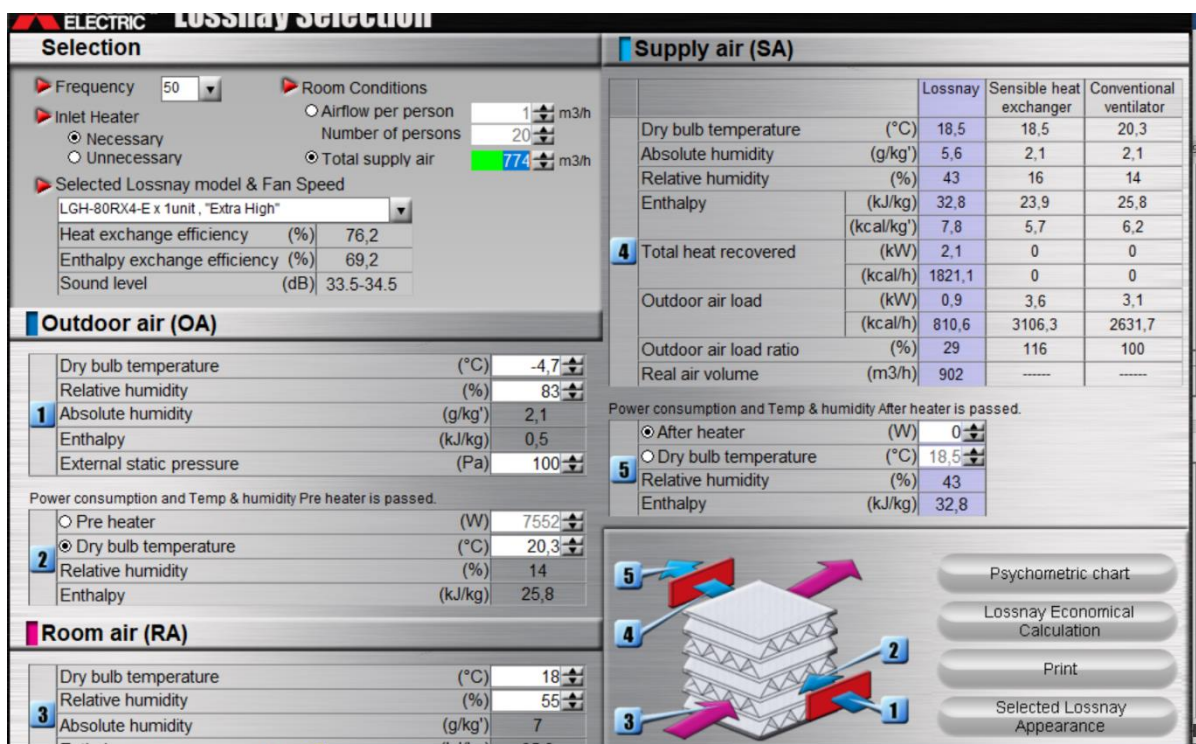


Рис. 3.2 Розрахунок у програмі

Відповідно проведено розрахунок для кожного місяця опалювального сезону, а результати занесено до таблиці 3.4. На рисунку 3.2 відображено утелізований установкою тепловий потік по місяцях. Таблиця 3.4 – Результати розрахунку установки для кожного місяця опалювального сезону відповідно до кліматичних умов предмістя м. Києва

Табл. 3.4 Утилізований тепловий потік по місяцях опалювального сезону

№	Найменування	Місяці						
		I	II	III	IV	X	XI	XII
Вихідні дані	Температура зовнішнього повітря, °C	-4,7	-3,6	1	9	8,1	1,9	-2,5
	Відносна вологість, %	83	79	74	67	77	85	86
	Утилізований тепловий потік, кВт	2,1	2,1	1,5	0,7	0,5	1,3	1,8

Зобразимо на рис.3.3 Утилізований тепловий потік по місяцях

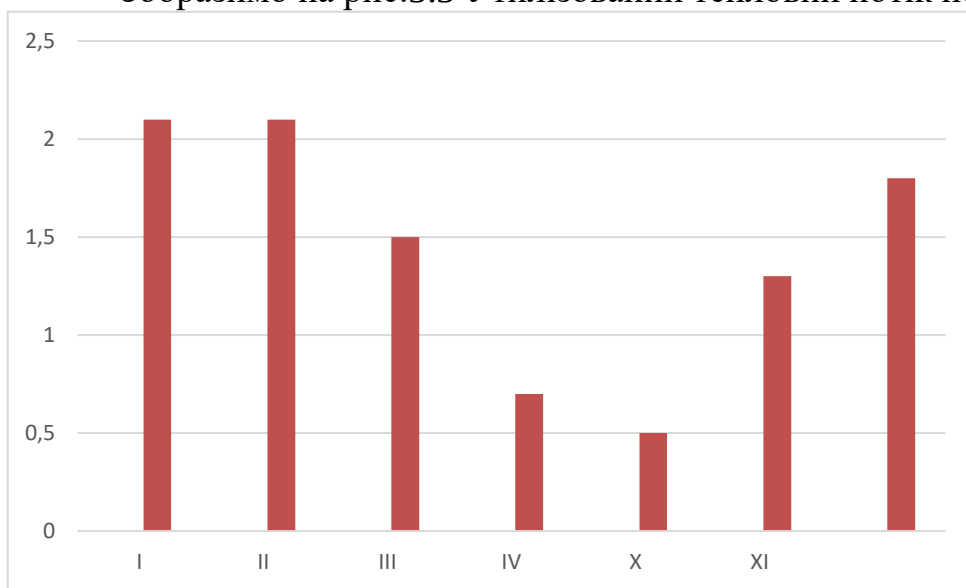


Рис. 3.3 Утилізований тепловий потік по місяцях

З графіку бачимо, що із-за більшої різниці температур ТО Лосней працює ефективніше, ніж рекуперативний ТО. Якщо ж різниця температур стає меншою, то і ефективність майже однакова.

Розраховуємо економію теплової енергії за опалювальний період.

$$Q_{\Sigma} = \sum Q_i r_i,$$

де Q_i – рекупероване тепло за відповідний місяць; n_i – кількість днів у відповідному опалювальному місяці; τ – кількість робочих годин на добу.

$$Q_{\Sigma loss nay} = 2,1 * 31 * 9 + 2,1 * 28 * 10 + \dots + 1,8 * 31 * 9 =$$

$$= 2548,8 \text{ кВт} = 2,1 \text{ Гкал.}$$

Розраховуємо економію коштів з урахуванням діючих тарифів:

Рахуємо скільки палива було б витрачено

$$B = \frac{2,1 * 10^6}{0,94 * 8000} = 279,25 \text{ м}^3$$

Економію у грошовому еквіваленті знайдемо за формулою:

$$\Delta E = \text{тариф} * B \quad (3.11)$$

Підставивши у формулу (2.11) дані, маємо:

$$\Delta E = 279,25 * 41 = 11449,25 \text{ грн/рік}$$

Вартість однієї установки складає 330 450 грн, а вартість монтажу складе 48 000 грн.

Тобто

$$K = 330\,450 + 48\,000 = 378450 \text{ грн}$$

Термін окупності складає, згідно 2.9:

$$T_{ок} = \frac{378450}{11449,25} = 13,9 \text{ років}$$

3.7 ЗЕЗ №3 Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення

Виходячи з того що в офісній будівлі ніколи не робилась заміна ізоляції трубопроводів, а срок служби в них є не дуже великий, пропоную замінити їх на нові більш якісні, пропонується виконати теплову ізоляцію трубопроводів та арматури системи опалення в підвалах будівлі ізоляційним матеріалом з однобічним фольгуванням та самоклеючою основою.

Загальна довжина трубопроводів в неопалювальних приміщеннях складає 190 м, зовнішній діаметр 60 мм, внутрішній 50 мм. Трубопроводи виконані із конструкційної вуглецевої сталі з теплопровідністю $\lambda = 50,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, витрата теплоносія на опалення складає 14 м³/год, тиск теплоносія в подавальній

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

магістралі складає 0,80 МПа, в зворотній 0,65 МПа. Температурний графік взимку 95-70 С, при цьому середня температура теплоносія 75 С.

За час експлуатації у трубопроводах утворився накип товщиною 2 мм з теплопровідністю $\lambda = 0,1 \text{ Вт/(м·К)}$, що заважає нормальній циркуляції теплоносія в системі опалення та зменшує її ефективність. Розрахунок теплового потоку на погонний метр проводимо за формулою граничних умов III роду. Температуру повітря приймаємо 10°C.

Використовуючи граничні умови III роду розрахуємо тепловий потік, через подавальні та зворотні труби до очистки від накипу, після очистки та після утеплення труб, температуру повітря приймемо 10°C.

Розрахунок теплового потоку на погонний метр проводимо за формулою:

$q_l = \frac{t_{p1} - t_{p2}}{\frac{1}{\pi d_1 \alpha_1} + \sum \frac{1}{2\pi \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\pi d_2 \alpha_2}},$	(3.12)
--	--------

де t_{p1} – середня температура води в трубопроводах, °С;

t_{p2} – температура зовнішнього повітря, °С;

d_1 – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

d_2 – зовнішній діаметр трубопроводу, м;

λ – теплопровідність матеріалу трубопроводу, Вт/(м·К);

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від води до трубопроводу, Вт/(м²·К);

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від повітря до трубопроводу, Вт/(м²·К).

Для розрахунків приймемо коефіцієнти тепловіддачі α_1 та α_2 – 2500 Вт/(м²·К) та 10 Вт/(м²·К) відповідно. Розрахунки проводимо без урахування існуючої теплової ізоляції.

1. Розрахуємо тепловий потік до очистки від накипу

Знаючи загальну витрату теплоносія та діаметр труб визначаємо швидкість рідини, м/с, за формулою:

$w = \frac{G}{3600\pi \cdot \left(\frac{d_{\text{вн}}}{2}\right)^2},$	(3.13)
---	--------

де G – витрата теплоносія, м³/год;

$d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Підставляємо наці дані у формулу 2.16 отримаємо:

$$w = \frac{14}{3600\pi * \left(\frac{0,046}{2}\right)^2} = 2,07 \text{ м/с}$$

Порівнюємо отримане значення швидкості потоку із допустим:

$$w_{\text{доп}} \leq 2 \text{ м / с}$$

$$w = w_{\text{доп}}$$

Визначаємо втрати теплоти, з одного погонного метра трубопроводу:

$$q_{l_1} = \frac{t_p - t_{36}}{\frac{1}{\pi d_{\text{вн}} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{\text{нак}}} \ln \frac{d_{\text{нак}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\pi \lambda_{\text{ст}}} \ln \frac{d_{36}}{d_{\text{нак}}} + \frac{1}{\pi d_{36} \alpha_2}},$$

$$q_{l_1} = \frac{75 - 10}{\frac{1}{\pi * 0,046 * 2500} + \frac{1}{2\pi * 0,1} \ln \frac{0,06}{0,046} + \frac{1}{2\pi * 50,2} \ln \frac{0,065}{0,060} + \frac{1}{\pi 0,06 * 10}} = 116,56$$

Утворення накипу призведе до зменшення діаметру трубопроводу, яким рухається теплоносій, це призводить до додаткових затрат на електроенергію та створює шум, також це призводить до зменшення температури на радіаторах батарей.

2. Тепловий потік після очистки від накипу

Визначаємо швидкість рідини за формулою:

$$w = \frac{14}{3600\pi * \left(\frac{0,05}{2}\right)^2} = 1,9 \text{ м/с}$$

$$w_{don} \leq 2 \text{ м / с},$$

$$w < w_{don}.$$

Далі рахуємо втрати теплоти з одного погонного метра трубопроводу, згідно із 3.13:

$$q_{l_2} = \frac{t_p - t_{зв}}{\frac{1}{\pi d_{вн} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ст}} \ln \frac{d_{зв}}{d_{вн}} + \frac{1}{\pi d_{зв} \alpha_2}}, \text{ Вт / м}$$

$$q_{l_2} = \frac{75 - 10}{\frac{1}{\pi * 0,05 * 2500} + \frac{1}{2\pi * 50,2} \ln \frac{0,065}{0,060} + \frac{1}{\pi 0,06 * 10}} = 121,2 \text{ Вт/м}$$

Отже після очистки від накипу зменшиться швидкість руху теплоносія трубами, це зменшить витрати електроенергії на роботу насосів та шум в приміщеннях, щоб ще покращити ситуацію робимо теплову ізоляцію труб в неопалюваних приміщеннях.

3. Розрахунок теплового потоку після ізоляції.

Теплова ізоляція труб в неопалюваних підвалах має відповідати стандартам: теплопровідність матеріалу ізоляції має бути не нижче, ніж 0,035 Вт/м·К, та діаметр ізоляції не менше внутрішнього діаметру трубопроводу.

Було вирішено для утеплення використовувати теплоізоляцію із пінополіуретану з фольгою ($\lambda_{ут} = 0,028 \text{ Вт/(м·К)}$).

Визначаємо критичний діаметр ізоляції:

$d_{кр} = \frac{2 \cdot \lambda_{із}}{\alpha_{зв}},$	(3.14)
--	--------

де $\lambda_{із}$ – теплопровідність ізоляції.

$$d_{кр} = \frac{2 \cdot 0,028}{10} = 0,0056 \text{ м.}$$

$d_{кр} \leq d_{зоб}$ – отже використання даного матеріала є доцільним. Визначимо втрати теплоти з одного погонного метра трубопроводу при товщині ізоляції 50мм, згідно 3.14:

$$q_{l_3} = \frac{t_p - t_{зв}}{\frac{1}{\pi d_{вн} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ст}} \ln \frac{d_{зв}}{d_{вн}} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ізол}} \ln \frac{d_{ізол}}{d_{зв}} + \frac{1}{\pi d_{ізол} \alpha_2}}, \text{ Вт / м}$$

$$q_{l_3} = \frac{75 - 10}{\frac{1}{\pi * 0,05 * 2500} + \frac{1}{2\pi * 0,28} \ln \frac{0,16}{0,065} + \frac{1}{2\pi * 50,2} \ln \frac{0,065}{0,060} + \frac{1}{\pi 0,06 * 10}}$$

$$= 16,56 \text{ Вт/м}$$

Зменшення теплового потоку, Вт/м, від трубопроводу до повітря становитиме:

$\Delta q = q_{l_2} - q_{l_3},$	(3.15)
---------------------------------	--------

$$\Delta q = 121,2 - 16,56 = 104,64 \text{ Вт/м}$$

Висновок: після проведення заходу тепловий потік труб зменшився на 104,64 Вт/м, якщо порівнювати з неізольованими трубами, які були встановлені раніше.

В грошовому еквіваленті річна економія становитиме:

$E = \Delta q \cdot l \cdot 176 \cdot 24 \cdot T,$	(3.16)
--	--------

де l – довжина трубопроводу, м;

T – тариф на теплову енергію, грн/Гкал.

$$E = 104,64 * 190 * 176 * 24 * 1658,98 * 0,86 * 10^{-6} = 138734 \text{ грн/рік}$$

Вартість теплової ізоляції – 1570 грн/м, вартість монтажних робіт – 50 грн/м. Тоді капіталовкладення складатимуть:

$$K = 190 * (1680 + 800) = 545600 \text{ грн}$$

Термін окупності складає, згідно 2.9:

$$T_{ок} = \frac{545600}{138734} = 3,9 \text{ років}$$

Висновки до розділу 3

У даному розділі був проведений аналіз теплових витрат будівлі.

Було проведене дослідження теплоізоляції цехових приміщень, а саме зовнішніх фасадів, вікон та дверей, фотокартки знаходяться в додатках. Більшість фасадів не відповідало відповідним нормам тепловтрат згідно ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Після аналізу тепловтрат було прийнято рішення про введення заходів таких як:

- Утеплення фасадів будівлі
- Лосней вентиляції спортзали
- Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення

Після проведення розрахунків з отримання можливої економії та термінів окупності заходів.

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ

4.1. Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020

На даний момент на об'єкті не запроваджено енергетичний менеджмент та відсутня енергетична політика, це призводить до втрати можливостей зниження енергоспоживання та зекономлення коштів які витрачаються на оплату комунальних послуг.

4.2. Визначення базового рівня споживання газу

Для того щоб зробити аналіз споживання палива об'єкту, необхідно дослідити зміну обсягу енергоспоживання протягом певного періоду часу, для цього використовуємо початкову статистичну інформацію про витрати на паливо та електроенергію протягом визначеного періоду.

Для побудови графіків, які демонструють динаміку споживання палива та електроенергії, використаємо наступні дані:

– відомості про щомісячні витрати палива та електроенергії котельнею за 2021 рік;

– відомості про середньомісячні температури зовнішнього повітря за той самий період.

Розрахуємо значення градусодіб за формулою[38]:

$$N = (T_{\text{рпн}} - T_{\text{срзп}}) \cdot Z_{\text{сут}}; \quad (4.1)$$

Де,

N – фактична кількість градусодіб;

$T_{\text{рпн}}$ – нормативна температура повітря у опалювальному приміщенні, +20 °С;

$T_{\text{срзп}}$ – фактична середньодобова температура зовнішнього повітря,

$Z_{\text{сут}}$ – кількість днів опалювального періоду, днів.

						Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставимо у формулу (4.1) данні за січень:

$$N_{\text{січень}} = (20 - (-4,7)) \cdot 31 = 765,7 \text{ (градусодіб)};$$

Аналогічно підрахуємо для інших опалювальних місяців і занесемо у таблицю 4.1. За формулою 4.2 підрахуємо нормативне споживання газу.

$$V_{\text{міс}}^{\text{н}} = V_{\text{міс}}^{\text{ф}} \cdot \frac{\text{ГД}^{\text{н}}}{\text{ГД}^{\text{ф}}} \text{ (м}^3\text{/міс)}; \quad (4.2)$$

Підставимо у формулу (4.2) нормативні данні за січень:

$$V_{\text{січ}}^{\text{н}} = 18218,09 \cdot \frac{-4,7}{-4,6} = 18614,1 \text{ (м}^3\text{/міс)};$$

Таблиця 4.1 – Фактична кількість градусодіб по опалювальним місяцям та витрата газу по місяцям.

Місяць	Фактичні температури помісячно	Нормативні тепператури помісячно	Витрата газу Фактична (м³/міс)	Витрата газу Нормативна (м³/міс)	Градусодоби фактичні	Градусодоби нормативні
Січень	-4,6	-4,7	18614,13	18218,09	762,6	765,7
Лютий	-3,7	-3,6	19278,32	19813,83	711	731,6
Березень	1,2	1	14073,58	16888,3	582,8	589
Квітень	8,5	9	12249,69	11569,15	172,5	341
Жовтень	8	8,1	1346,41	1329,787	180	368,9
Листопад	1,7	1,9	1346,41	5718,085	549	561,1
Грудень	-2,5	-2,5	6390,801	11436,17	697,5	697,5

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт перерахунку витрат палива на нормативні (стандартні) погодні умови

По даним таблиці 4.1 побудуємо графік 4.1.

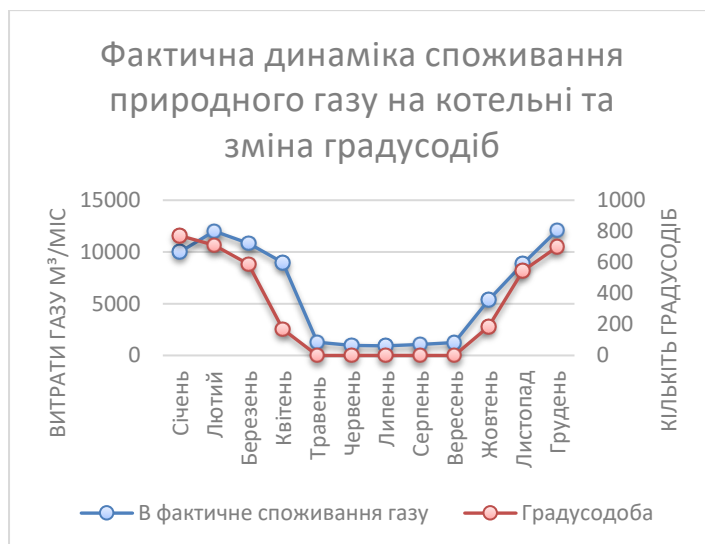


Рисунок 4.1 – Фактична динаміка споживання природного газу на котельні та зміна градусодіб

По даним таблиці 4.1 побудуємо графік 4.2.

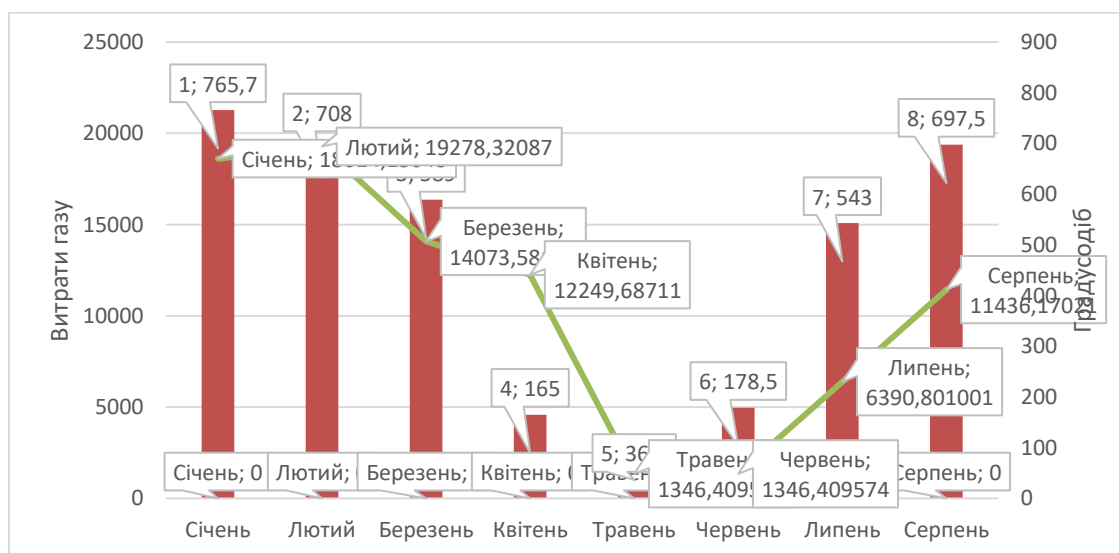


Рисунок 4.2 –Динаміка споживання природного газу на котельні та зміна градусодіб фактичних і нормативних.

4.3. Представлення «Енергетичної політики» підприємства

Реалізація енергетичної політики, що сприяє розвитку, визначає стратегію

					Арк.
					58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

та цілі щодо енергоефективності, є дуже важливою програмою в житті кожного підприємства. Організація потребує створення функціональної структури, яка впроваджує енергетичний менеджмент на різних рівнях підприємства.

Розпочати впровадження енергетичного менеджменту треба з аналізу енергоспоживання, це дозволить відстежувати та оцінювати енергетичну ефективність підприємства. Також необхідна оцінка, систем та актуальності обладнання, потім відокремлюються процеси які можна оптимізувати.

4.4. Планування впровадження заходів

Обовязки по проведенню енергоменеджменту можна розділити між співробітниками вони наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розподіл обов'язків між персоналом

Категорія співробітників	Функції
Вище керівництво	Загальне керівництво діяльністю в галузі енергетичного менеджменту, прийняття, затвердження, коригування та вчинення політики енергозбереження; виділення ресурсів, необхідні формування та розвитку системи енергетичного менеджменту;
Співробітники служби енергетичного менеджменту	Розробка політики, цілей та завдань енергозбереження підприємства та узгодження їх з керівництвом підприємства; проведення оцінки поточного стану енергозбереження на підприємстві визначення пріоритетних аспектів діяльності підприємства в галузі енергозбереження; розробка системи внутрішніх показників;
Керівник СЕНМ	Участь у створенні системи виробничого енергетичного моніторингу для підприємства; участь в оцінці поточного стану енергозбереження на підприємстві; участь в оцінці відповідності діяльності підприємства законодавчим та іншим вимогам у галузі енергозбереження; участь в аудитах СЕНМ;
Керівники начальники підрозділів	Забезпечення послідовного залучення співпраці-начальників підрозділу у діяльність з енергетичного підрозділів менеджменту; участь у розробці програми енергетичного менеджменту;
Персонал підприємства загалом	Участь у виконанні заходів та дій програми енергетичного менеджменту відповідно до основних виробничих обов'язків: ініціативна участь у розробці та реалізації безвитратних та маловитратних заходів щодо

	раціонального використання ПЕР, зниження втрат, запобігання впливу на навколишнє середовище, підвищенню безпеки
--	---

Висновки до розділу 4

Для підприємства буду дуже важливим кроком впровадження системи енергетичного менеджменту, це дозволить забезпечити ефективне використання енергетичних ресурсів, зниження витрат та підвищення загальної продуктивності.

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті.

Електроенергія постачається за тарифом 3,5 грн/м³ для Київської обл. (станом на 2022 р.). Під час війни, за обставин регулярного вимкнення світла коли страждає рівень робочого процесу доцільно впровадити захід, що допоможе офісу бути автономним, було вибрано захід звстановлення сонячних панелей на дах офісної будівлі.

5.2 Опис метеорологічних умов

Розташування об'єкта, село Квітневе у Броварському районі Київської області, географічні координати наступні (50.5409349, 30.8508271) Географічно село знаходиться на півночі України, у передмісті міста Бровари, рельєф села переважно рівнинний, слабохвилястий.

Клімат Київської області помірно континентальний; м'яка зима та тепле літо, середня температура липня +18,5 °С, січня –6 °С. Опади взимку і влітку випадають рівномірно у вигляді снігу та дощу, за рік випадає 500—600 мм опадів, головним чином влітку.

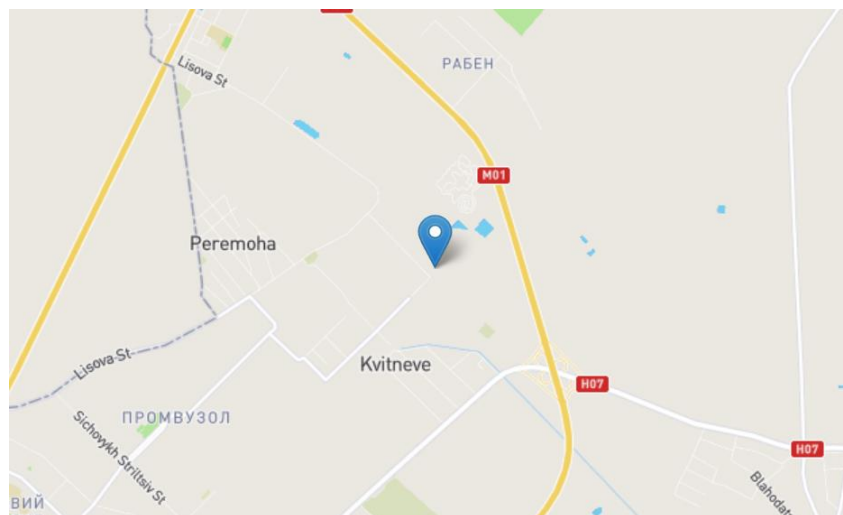


Рисунок 5.1 – Розташування офісної будівлі у с. Квітневе

Для вибору, та розрахунку сонячних панелей використовуємо програму PV sol
Для попереднього аналізу економічної доцільності проектів з

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоефективності та енергозбереження з використанням екологічно чистої енергії у всіх організацій (від промислових підприємств до окремих будівель) використовуються спеціалізовані програмні продукти, які дозволяють провести аналіз енергетичних, фінансових та екологічних показників проектів.

PV*SOL premium – програма для динамічного моделювання з 3Dвізуалізацією та детальним аналізом затінення для розрахунку фотоелектричних систем у поєднанні з електричними приладами, акумуляторними системами та електромобілями.

Завдяки програмі PVGIS, отримаємо оцінку сонячного випромінювання на території де знаходиться наша офісна будівля

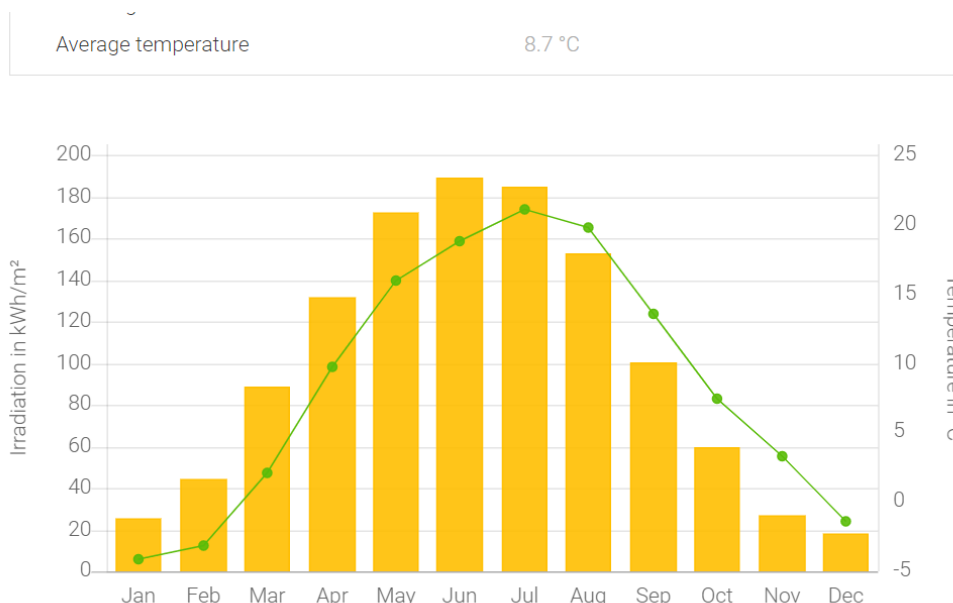


Рисунок 5.2 – Середньомісячний рівень сонячної інсоляції для обраного нами місця розташування (з 01.01.2019 по 31.12.2020).

Розташування фотоелектричних модулів має значний вплив на їхню генераційну потужність, для того щоб отримати максимальний ефект від встановлення панелей необхідно уникати розміщення модулів в місцях з потенційною тіньовою затіненістю, таких як середина високих дерев або території, що періодично затіняються, у таких умовах продуктивність сонячних панелей значно знижується, тому кращим варіантом буде встановлення панелей на даху будівлі.

5.3 Теоретичний опис

					Арк. 62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Монокристалічні панелі мають, як переваги, так і недоліки:

Таблиця 5.1 Переваги та недоліки монокристалічних панелей

Переваги	Недоліки
Можуть забезпечити більш високу продуктивність в умовах недостатньої освітленості (в ранкові та вечірні години) та при значній хмарності.	Висока вартість панелей та роботи по їх встановленню
Високий рівень продуктивності (18-23%).	Залежність від навколишнього середовища та погодних умов
Високі показники роботи завдяки високому ступеню очищення кремнію.	Мала щільність потужності
Тривалий період експлуатації. Гарантований строк служби монокристалічної панелі складає від 25 до 30 років.	

Після розглянутих на ринку різних сонячних панелей оберемо сонячний фотомодуль панель монокристалічна Risen Energy Titan RSM150-8-500M.

5.4 Технічні характеристики та опис обраної панелі та допоміжного обладнання

							Арк.
							63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

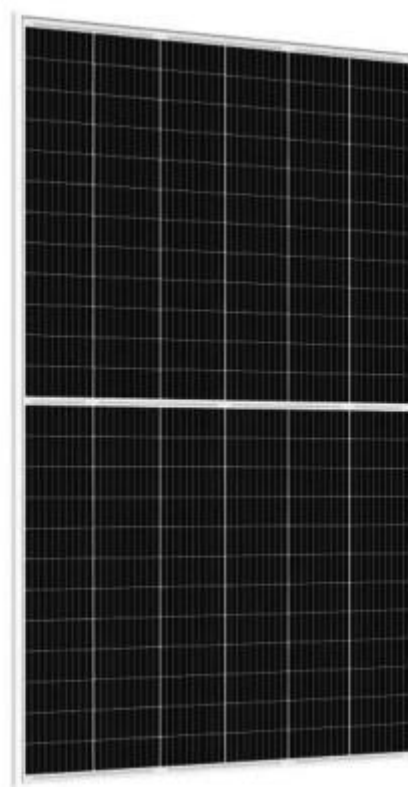


Рисунок 5.3 – Сонячна панель монокристалічна Risen Energy Titan RSM150-8-500M.

Технічні характеристики на монокристалічну сонячну батарею приведені в таблиці нижче:

Таблиця 5.2 Технічні характеристики панелі Risen Energy Titan RSM150-8-500M

Розміри, мм	2220x1102x40 мм
Потужність, Вт	500
$U_{xx}, В$	42,88
$I_{kz}, А$	12,46
$U_p, В$	41,64
$I_p, А$	11,68
Вага, кг	28

Далі обираємо інвертор, який найліпше підходить до обраних панелей, це Hansol Technics Co. 8.0 kWh ESS AIO

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 5.4 – Інвертор Hansol Technics Co. 8.0 kWh ESS AIO

Таблиця 5.3 Технічні характеристики панелі Risen Energy Titan RSM150-8-500M

Потужність, Вт	5
$U_{max}, В$	800
$I_{kз}, А$	16
$U_{min}, В$	320
$I_p, А$	10

На нашу кількість панелей потрібно 4 таких інверторів

5.5 Розрахунок

Розрахунок проводимо у програмі PV sol

Завданням встановлення сонячних панелей є забезпечення роботи котельні, у моменти відключення світла.

Обрані панелі мають однакові габарити: 2220x1102x40 мм.

Площа даху складає (2275,6 м²)

Розрахуємо середньодобове вироблення енергії одним модулем

$$\text{Літо: } W = 0.5 \times 500 \times 5.25 = 1312,5 \text{ (Вт} \cdot \text{год)};$$

$$\text{Зима: } W = 0.7 \times 500 \times 0.86 = 301 \text{ (Вт} \cdot \text{год)}.$$

Далі переводимо споживання за рік офісної будівлі в кВт*год

Наш офіс працює 269 днів в рік по 9 годин споживання електричної енергії за рік

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

125690кВт*год це 51,9 кВт*ч

Розрахуємо скільки панелей нам потрібно щоб задовольнити потреби нашої будівлі

$$N = 51900 \text{Вт*ч} / 1312,5 \text{Вт*ч} = 40 \text{модулей.}$$

$$N = 51900 \text{Вт*ч} / 301 \text{Вт*ч} = 172 \text{модулей}$$

Беремо максимальну кількість панелей, щоб задовольнити потреби офісу в зимку

Отже, кількість 172 панелей задовільняє наші зимні потреби у електропостачанні.

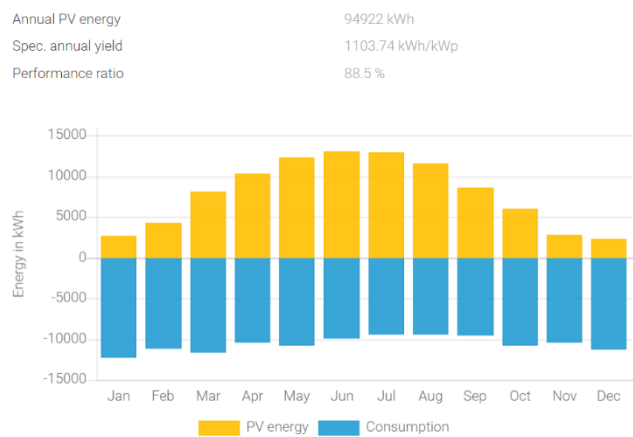


Рисунок 5.5 – Прогноз виробництва зі споживанням

Таблиця 5.4 Фінансовий аналіз

Економічні параметри	Показник
Генерація за 1й рік	44362 кВт/рік
Витрати на виробництво електроенергії	0,0751 грн/кВт
Специфічні інвестиційні витрати	1500 грн/кВт*пik
Інвестиційні витрати	129000 грн

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5.4

Оплата комунальних послуг	2897 грн/рік
Економія перший рік	11276 грн
Тариф	3,5 грн
Рівень інфляції на електроенергію	2%

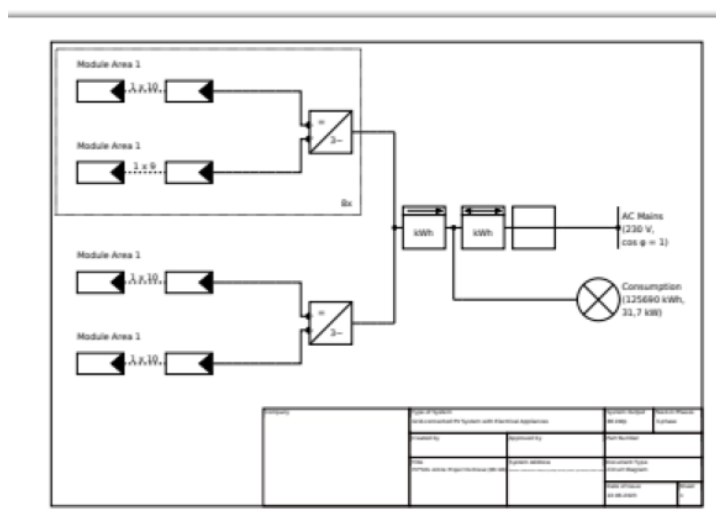


Рисунок 5.6 – Схема підключення сонячних панелей

Далі робимо аналіз грошового потоку у програмі PV sol (Додаток 3)

Простий термін окупності становить 10 років, річний грошовий потік становить 14833грн

Висновок:

Таким чином можемо зробити висновок що встановлення сонячних панелей є досить вигідним заходом, але не в нашому випадку, срок окупності 9 років проект можна вважати доцільним.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОНТАЖУ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ТРУБОПРОВОДІВ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

6.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного теплового устаткування та систем опалення.

Для потреб систем опалення, теплопостачання калориферів вентиляції та гарячого водопостачання корпусу 57 встановлена котельня.

На рисунку 6.1 зображено проектна схема.

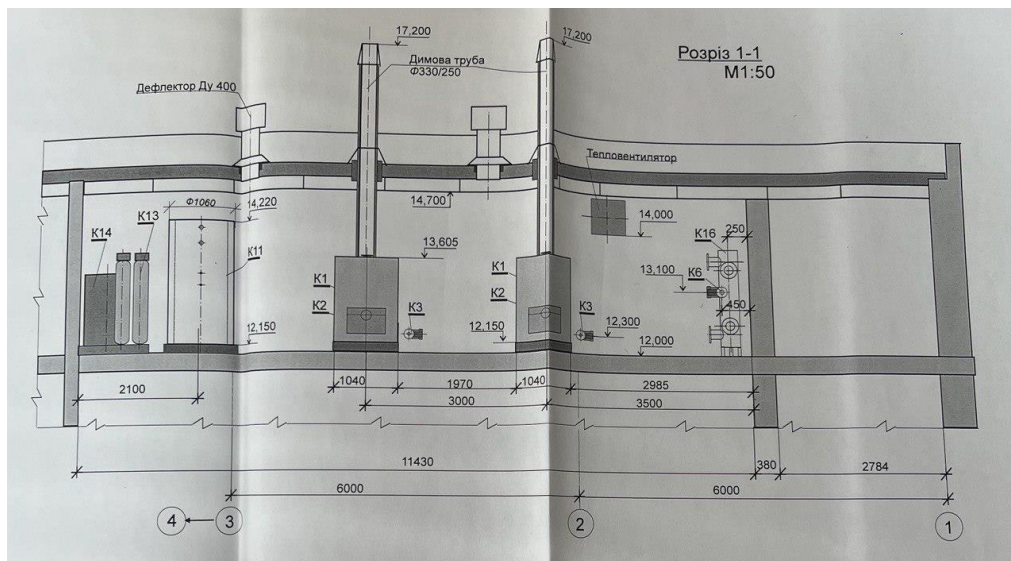


Рисунок 6.1 –Проектна схема

На рисунку 6.2 зображена таблиця зі складовими котельні

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробника, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Пр
1	2	3	4	5	6	7	8	
Обладнання								
K1	Котел водогрійний "Viessmann", N=560кВт ;	VITOPLEX 200 SX2 ф. "Viessmann"		Ф. "Viessmann"	шт.	2	2000	
K2	Пальник газовий R11/2, Рр=1,7 КПа, Ne=0,76 кВт, 3*400В	WM-G10/2-A, ZM ф. "Weishaupt"		Ф. "Weishaupt"	шт.	2	55	
K3	Циркуляційна помпа котла G=24,0 м³/год, N=4 м, N=0,621 кВт, 3*400 В, Ду50, Р=1,0 МПа	TOP-S50/7 ф. "Wilo"		Ф. "Wilo"	шт.	2	30	
K4	Циркуляційна помпа опалювального контуру механічного сексу G=10,0 м³/год, N=7,5 м, N=0,40 кВт, 1*230 В, Ду12, Р=1,6 МПа	TOP-S30/10 ф. "Wilo"		Ф. "Wilo"	шт.	1	140	
K5	Циркуляційна помпа контуру вентиляції механічного сексу G=17 м³/год, N=8,5 м, N=0,4 кВт, 1*230 В, Ду50, Р=1,0 МПа	TOP-S50/10 ф. "Wilo"		Ф. "Wilo"	шт.	1	2,5	
K6	Циркуляційна помпа контуру теплопостачання тр. G=9,5 м³/год, N=5 м, N=0,9 кВт, 3*400 В, Ду40, Р=1,0 МПа	TOP-S40/7 ф. "Wilo"		Ф. "Wilo"	шт.	1		
K9	Циркуляційна помпа ГВП, G=2,0 м³/год, N=3,5 м, N=0,1 кВт, 1*230 В, Ду25, Р=1,0 МПа	Star Z25/6 ф. "Wilo"	Ф. "JURBI"			1		
K10	Теплообмінний апарат Vitotrans 222 в складі: 10.1-пластичний теплообмінник NQ=240 кВт; 10.2-помпа живлення акумуляторної ємності; 0,25 кВт; 10.3-помпа гричної води; 0,25 кВт	ф. "Viessmann"		Ф. "Viessmann"	шт.	1		
K11	Бак-акумулятор ГВП, V=1000 л	VITOCELL-100 L, CVA ф. "Viessmann"		Ф. "Viessmann"	шт.	1		
K12	Помпа підживлюючої води гідроагрегат, 1*230В, G=2,7 м³/год, N=14-28 м, N=0,37 кВт	PKM 65/24 ф. "PEDROLLO"			шт.	2	180	
K13	Водопідготовка, G=1,1-1,4 м³/год з механічним фільтром 20мм	S/5600 MS 0.020SC/1, JURBI		Ф. "JURBI"	шт.	1		
K14	Резервуар підживлюючої води V=500л з поплавковою системою			Ф. "JURBI"	шт.	1		

Рисунок 6.2 –Проектний перелік обладнання

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1) Водогрійні низькотемпературні котли для газу WITOPLEX 200 SX2, ф. WISSMANN. Загальна потужність котельної 1 120 кВт. Температурний графік мережної води 90-70°C. розширювальні баки
- 2) Система пом'якшення води для котлів: водомірний вузол на трубопроводі холодної водопровідної водивикористовується для запобігання утворенню накипу. Система пом'якшення води допомагає запобігти утворенню накипу, забезпечуючи чистоту і надійну роботу котла. Пом'якшена вода менш агресивна до трубопроводів і обладнання, що використовується в системі опалення.
- 3) Пальник газовий R112°, P_p=1,7 КПа, N_e=076 кВт, 3*400В
Пальник газовий є важливою частиною системи опалення в котельні і використовується для спалювання природного газу або іншого газоподібного палива. Пальник газового палива використовується для нагрівання води, яка потім використовується для опалення приміщень або постачання гарячої води для використання в побуті. Газовий пальник забезпечує ефективне і швидке нагрівання води, дозволяючи котлу швидко відпустити тепло.
- 4) Ємкісний водонагрівач для гар. водопостачання VITOCCELL 100-L, V=500л ф. WISSMANN;
- 5) Теплообмінний агрегат Vitotrans 222 в складі: 10.1-пластинчастий теплообмінник NQ=240 кВт, 10.2-помпа живлення акумуляторної синісті: 0 25 Вт 10.3-помпа гріючої води; 0,25 кВт

Теплообмінний агрегат є важливою складовою котельні і виконує ключову функцію - передачу тепла з одного середовища до іншого. В основному, його застосовують для ефективного використання тепла, яке виробляється котлом.

Подвійні мережні насоси WILO-TOP-SD на подавальному трубопроводі кожного контуру. Насоси потрібні для насос необхідний в котельні для циркуляції теплоносія. Забезпечення потрібного тиску. Контроль температури

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 6) Самовсмоктуюча установка з насосом високого тиску (насос підживлювальний). WILO-HMC 304
- 7) Вентиляція вбудованої котельні здійснюється тепловентилятором LH 40 фірми Wolf з забором зовнішнього повітря

6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту

Експлуатація та модернізація котельні можуть включати різноманітні роботи з підтримки та покращення її ефективності та безпеки. Ось деякі типові роботи, які можуть бути виконані під час експлуатації та модернізації котельні:

1 Регулярне обслуговування: Роботи з обслуговування котельні включають перевірку, очищення та налагодження обладнання. Це може включати очищення горілок, заміну фільтрів, перевірку системи подачі палива, перевірку роботи автоматики та інші заходи, необхідні для забезпечення нормального функціонування котельні.

2 Моніторинг та управління: Встановлення систем моніторингу та управління може бути частиною модернізації котельні. Ці системи дозволяють відстежувати роботу котельні, контролювати температуру, тиск та інші параметри, а також віддалено керувати обладнанням для оптимального функціонування.

3 Енергоефективність: Покращення енергоефективності котельні може бути однією з головних мет в процесі модернізації. Це може включати установку більш ефективних котлів, інсталяцію теплообмінників, впровадження систем енергозбереження, утеплення трубопроводів та інші заходи, спрямовані на зменшення споживання палива та витрат енергії.

4 Безпека: Роботи з покращення безпеки котельні можуть включати перевірку системи вентиляції, інсталяцію пожежної сигналізації та системи пожежогасіння, перевірку системи відводу продуктів згорання та дим

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія пожежної безпеки
1	2	3	4	5
Водогрійні низькотемпературні котли для газу WISSMANN	Внутрішня ЕУ	Перший поверх будівлі	Приміщення з підвищеною небезпекою	Г

Таблиця 6.2 – Показники характеристик котла

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Водогрійні низькотемпературні котли для газу WISSMANN	Потужність	6,5 кВт
	Об'єм	76.4
	Річне споживання електроенергії	35928 кВтгодин
	Напруга	380/220В
	Розрахункова теплова спроможність	853

6.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

Таблиця 6.4 – Чинники умов праці та їх показники

Найменування чинника	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Параметри мікроклімату	Температура повітря Вологість Шум	(15...25) °С (70...100)% 65 дБа
Важкість праці	Робоче положення	Стоячи
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження Тривалість активних дій Напруженість органів чуття Категорія	70 % робочого часу 40 % робочого часу 60 % робочого часу II категорія
Освітлення	Всі роботи в котельні проводяться в денний час	95% робочого часу
Вентиляція	У котельні повинна бути встановлена вентиляція яка працює постійно Категорія	100% робочого часу I категорія
Чистота та порядок	Повинні бути дотримані всі санітарні норми	II категорія

6.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників

При роботі в котельні можуть виникати різноманітні небезпечні та шкідливі чинники, які можуть негативно впливати на здоров'я та безпеку працівників.

Основні з них включають:

1. Викиди шкідливих речовин: Котельні використовують різні види палива,

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такі як вугілля, нафта, газ тощо, що може призводити до викидів шкідливих газів, таких як діоксид вуглецю, оксиди азоту, сірководень та інші токсичні речовини. Ці гази можуть мати шкідливий вплив на дихальну та кардіоваскулярну системи працівників, спричиняти отруєння та інші захворювання.

2. Надмірна температура: В котельні можуть бути присутні високі температури через роботу котлів та трубопроводів. Це може призводити до опіків, теплового удару, дегідратації та інших пошкоджень організму.

3. Електричний ризик: Котельні використовують електроенергію для роботи різних обладнань та систем. Неправильне використання або обслуговування електричних пристроїв може спричинити ураження електричним струмом, ураження вогнем або вибух.

4. Ризик вибуху: Котельні працюють з паливом та газом, що створює потенційну загрозу вибуху. Недотримання правил безпеки при зберіганні, обробці та використанні палива може призвести до серйозних аварій та травм.

6.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Котельні агрегати і допоміжне обладнання потрібні бути оснащені, згідно з діючими нормами і правилами, необхідними технологчними захистами, які відключають котли при аварійних ситуаціях і здійснюють передачу сигналів тривоги на пульт чергового персоналу.

Заходи з охорони праці техніки безпеки:

- теплова ізоляція (утеплювальні плити та піни) обладнання, які мають температуру поверхні більшу за 45°C;
- зменшення шумів від працюючого обладнання (оптимальні швидкості води і газів, установлення натрубних pomp та ін.);

А саме: віброізоляція: використання віброізоляційних гумових амортизаторів для зменшення передачі вібрацій з обладнання до стін або підлоги.

встановлення заглушувальних пристроїв: використання

						Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звукоабсорбуючих панелей, глушників

- оснащення котельні спеціальними засобами захисту (пожежні крани та вогнегасники ОП-9)
- охоронна і пожежна сигналізація
- заземлення
- проходи в котельні перед фронтом котлів, між ними і обладнанням повинні забезпечувати вільний доступ до обладнання й приладів []
- контроль за станом газових мереж і газового обладнання (проводити регулярне обстеження мереж та обладнання)

6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Для безпечної праці котельня обов'язково повинна бути максимально оснащена наявністю запобіжних засобів й індивідуальних засобів безпеки праці.

Працівники, які виконують обслуговування й ремонт газового господарства, повинні бути навчені безпечним методам роботи в газовому господарстві й забезпечені спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту згідно чинних норм.

Важливо враховувати захист працівників від ураження електричним струмом захисне заземлення;

- захисне занулення;
- захисне відімкнення;
- вирівнювання потенціалів;
- ізоляція струмопровідних частин;
- забезпечення недоступності неізольованих струмовідних частин

Для забезпечення безпечної роботи працівників на висоті з ЕУ, під час монтажних робіт з установки зовнішнього освітлення, прокладання кабелю та ремонтних робіт, необхідно забезпечити їх належними засобами індивідуального захисту.

Під час монтажних робіт дуже важливо дотримуватися правил безпеки і

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовувати відповідні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Нижче наведені деякі засоби індивідуального захисту, які можуть бути використані під час монтажних робіт:

- 1 Шолом: Забезпечує захист голови від ударів, обвалів і падаючих предметів. Важливо вибрати шолом, який відповідає стандартам безпеки і правильно його зафіксувати на голові.
- 2 Окуляри або захисні окуляри: Захищають очі від розлетючихся часток, пилу, іскор і хімічних речовин. Важливо вибрати окуляри, які мають захисні лінзи згідно з потребами конкретних робіт.
- 3 Наушники або беруші: Забезпечують захист вух від шуму і гучних звуків. Під час монтажних робіт може бути великий рівень шуму, тому важливо захистити слух.
- 4 Рукавиці: Захищають руки від пошкоджень, порізів, опіків, хімічних речовин і інших потенційно небезпечних впливів. Рукавиці повинні відповідати типу робіт і матеріалу, з яким вони будуть працювати.
- 5 Робочий одяг: Рекомендується носити спеціальний робочий одяг

Таблиця 6.5 – Засоби індивідуального захисту [], [], [], [].

Вид	Період випробовування	Призначення	Документи, де прописані вимоги до ЗІЗ
Напівкомбінезон	12 місяців	робочий одяг, захищає від механічних впливів	ДСТУ 7239:2011
Захисні окуляри від механічних ушкоджень	24 місяці	Захист від механічних ушкоджень	ДСТУ EN 166:2017
Рукавички	5 робочих змін	Захист від механічних ушкоджень та електричних	ДСТУ EN 60903:2017
Газо-пилозахисні маски	30 робочих змін	Захист дихаючих шляхів від небезпечних речовин	ДСТУ EN 136:2003

6.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Кожне підприємство та будівля повинна мати протипожежні заходи. В офісній будівлі з котельною передбачені такі заходи:

- евакуацію усіх прагуючих згідно з вимогами положень
- використання вогнетривких будівельних матеріалів: стіни зовнішні та внутрішні REI - 120; покриття REI - 120;
- передбачені вишибні поверхні через віконні прорізи; з зовнішньої сторони встановлені решітки з чарункою 50×50 мм;
- на дверях встановлені механізми самозачинення.
- для виявлення пожежі в приміщенні котельні використовується сповіщувачі в вибухобезпечному виконанні пожежні теплові типу ИГІ 105.1 Ex та ручний сповіщувач типу ИПР Ex

Розрахунок вишибних поверхонь

Внутрішня кубатура котельні - $223,18 \text{ м}^3$

Необхідна вишибна поверхня:

$$223,18 \times 0,05 = 11,16 \text{ м}$$

Площа віконних прорізів - $12,15 \text{ м}^2$

$$12,15 > 11,16 \text{ м}$$

6.8 Теплоізоляція трубопроводів

Загальна довжина трубопроводів в неопалювальних приміщеннях складає 190 м, зовнішній діаметр 60 мм, внутрішній 50 мм $\lambda = 50,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, витрата теплоносія на опалення складає $14 \text{ м}^3/\text{год}$, тиск теплоносія в подавальній магістралі складає 0,80 МПа, в зворотній 0,65 МПа. Температурний графік взимку 95-70 С, при цьому середня температура теплоносія 75 С.

4. Розрахунок теплового потоку після ізоляції.

Було вирішено для утеплення використовувати теплоізоляцію із пінополіуретану з фольгою ($\lambda_{\text{ут}} = 0,028 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$).

Визначаємо критичний діаметр ізоляції:

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$d_{кр} = \frac{2 \cdot \lambda_{із}}{\alpha_{зв}},$	(2.17)
--	--------

де $\lambda_{із}$ – теплопровідність ізоляції.

$$d_{кр} = \frac{2 \cdot 0,028}{10} = 0,0056 \text{ м.}$$

$d_{кр} \leq d_{зов}$ – отже використання даного матеріалу є доцільним. Визначимо втрати теплоти з одного погонного метра трубопроводу при товщині ізоляції 50мм, згідно 2.16:

$$q_{l_3} = \frac{t_p - t_{зв}}{\frac{1}{\pi d_{вн} \alpha_1} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ст}} \ln \frac{d_{зв}}{d_{вн}} + \frac{1}{2\pi \lambda_{ізол}} \ln \frac{d_{ізол}}{d_{зв}} + \frac{1}{\pi d_{ізол} \alpha_2}}, \text{ Вт / м}$$

$$q_{l_3} = \frac{75 - 10}{\frac{1}{\pi * 0,05 * 2500} + \frac{1}{2\pi * 0,28} \ln \frac{0,16}{0,065} + \frac{1}{2\pi * 50,2} \ln \frac{0,065}{0,060} + \frac{1}{\pi 0,06 * 10}}$$

$$= 16,56 \text{ Вт/м}$$

Зменшення теплового потоку, Вт/м, від трубопроводу до повітря становитиме:

$\Delta q = q_{l_2} - q_{l_3},$	(2.18)
---------------------------------	--------

$$\Delta q = 121,2 - 16,56 = 104,64 \text{ Вт/м}$$

Висновок: після проведення заходу тепловий потік труб зменшився на 104,64 Вт/м, якщо порівнювати з неізольованими трубами, які були встановлені раніше.

Висновки до розділу 6

Для забезпечення стабільної роботи офісної будівлі та котельні, необхідно виконувати своєчасне обслуговування котельні, організовувати регулярні чистки, та перевірку усіх комплектуючих котельні на справність роботи. Також необхідне забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту, регулярні перевірки системи протипожежної безпеки, та встановлення захисних споруд.

Окрім того треба регулярно проводити заходи, що допоможуть зберегти безпечний режим роботи та продовжити строк служби обладнання. Один з таких заходів ми прорахували, це утеплення трубопроводів, захід який допоможе нам зменшити втрати, зменшити шум.

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ – МАЄ СКВОЗНУ НУМЕРАЦІЮ

1. Основна література

1.1 Третякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с.

1.2 Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 20010. 425 с.

2. Державні стандарти та нормативно-правові документи

2.1 ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 25 с.

2.2 НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с.

2.3 НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с.

2.4 ДСанПіН Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Україна. Київ, 2014.

2.5 НПАОП 0.00-3.09-052004-11-01. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств електроенергетичної галузі.). Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001. 25 с.

2.6 ДСТУ 3675-98 Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Зі зміною № 1/Держ. стандарт України. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1998.

2.7 ДБН В. 1.1-7-2002 («Пожежна безпека об'єктів будівництва»)

3. Третякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту:

виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с.

4. Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 20010. 425 с.

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Державні стандарти та нормативно-правові документи

5. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 25 с.
6. ДСТУ 3651.1-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Вид. офіц. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. 25 с. Держспоживстандарт України, 2016. 16 с.

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Підготовка бакалаврських кваліфікаційних робіт. Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Дерев'янка Д.Г., Бориченко О.В., М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 63 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52305>
2. Енергоефективність та енергетична сертифікація будівель: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 81 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53129>
3. 1.5 ПУЕ, розділу 2.7 НПА ОП-40.1-1.32-01
4. ДБН В.2.5-23-2010
5. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», чинний з 01.09.2022.
6. Закон України від 22 червня 2017 року № 2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».
7. ДБН В.1.2-11:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність», чинний з 2022-09-01.
8. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування», чинний з 01.09.2022.
9. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель», чинний з 01.01.2017.
10. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги», чинний з 01.06.2009.
11. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», чинний з 01.03.2019.

					Арк.
					81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія», чинний з 01.11.2011.
13. Енергоефективність та енергетична сертифікація будівель: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. Розділ: 3.4. Впровадження теплової завіси для виробничих та громадських, будівель з дверима типу ворота 2023. 4 с.
14. ДСТУ 4713:2007 Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт. Київ: ДП НДІБК, 2007. – 7 с.
15. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення. Київ: ДП НДІБК, 2018. – 137 с.
16. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). Вид. офіц. Київ: ДП НДІБК, 2020 – 7 с.
17. Іншеков Є.М., Нікітін Є.Є., Тарновський М.В., Чернявський А.В. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. Київ : Поліграф плюс, 2014. 238 с.
18. Чернявський А. В., Іншеков Є. М., Соловей О. І., Бориченко О. В., Пертко П. П. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018 : навч. посіб. / за ред. Є. М. Іншекова, А. В. Чернявського. Київ : Проєкт UNIDO/GEF «Впровадження стандарту систем енергоменеджменту в промисловості України», 2021. 137 с. URL: http://www.ukriee.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/EnMS-Practical-Guide2021_Ukraine_ukr.pdf
19. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://shop.electrum.com.ua/uk/lampa-lyuminestsentna-t8-30-54-g13-a-ft->

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[0220?gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAIi168zephcbbbb078l2UIMF_9exMWn4LpJRjfxWJVJdMEasNdTaYtl87ABoCvvgQAvD_BwE](https://shop.electrum.com.ua/uk/lampa-svitlodiodna-trubchata-electrum-18w-g13-4000k-sklo-a-lt-1974)

20.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://shop.electrum.com.ua/uk/lampa-svitlodiodna-trubchata-electrum-18w-g13-4000k-sklo-a-lt-1974>

21.РОЗРАХУНОК ЗАГАЛЬНОГО РІВНОМІРНОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ОФІСНИХ ТА АДМІНІСТРАТИВНО-ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ МЕТОДОМ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ.2020 – с.16 URL: https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/zavdannya_na_kr_oop_praktyka.pdf

22.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/holodilniki_bosch_kgn36nl306.html?gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAIi16851cY0oWrDswdGShKLKK-BPyDzdUVQYygFDRb1wJlvIcqEZrKdqWihoCdewQAvD_BwE

23.Попов Володимир Андрійович, д-р техн. наук, проф. Замулко Анатолій Ігорович, канд. техн. наук, доц. Ткаченко Вадим Владиславович, канд. техн. наук, доц. Федосенко Микола Миколайович, канд. техн. наук, доц. Ярмолюк Олена Сергіївна, канд. техн. наук, доц. "СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КУРСОВИЙ ПРОЄКТ " 2021. 61 с.

24.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://energosome.in.ua/ua/p1451875002-solnechnaya-batareya-sola.html>

25.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://gosolar.com.ua/p1806331335-setevoj-invertor-huawei.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjw-b-kBhB-EiwA4fvKrOOhq6ptGaw1EMUZZ_k7RRJlXqkTKO656ay8w5RssaxQ3rOCdblMyhoCaaYQAvD_BwE <https://1solar.com.ua/ua/stati/kak-rasschitat-solnechnyie-batarei.html>

26.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pvsol-online.valentin-software.com/#/>

27.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://buildingclub.ru/kalkulyator-onlajn/perevesti-kvt-god-v-kvt-ch/>

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 28.Третьякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с.
- 29.Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третьякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 20010. 425 с.
- Державні стандарти та нормативно-правові документи
- 30.ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 25 с.
31. ДСТУ 3651.1-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Вид. офіц. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. 25 с. Держспоживстандарт України, 2016.16 с.
- 32.НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с.
- 33.«ДБН В.2.5-56:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту» 2010. 23 с
- 34.НПАОП 0.00-3.09-052004-11-01. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств електроенергетичної галузі.). Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2001. 25 с.
- 35.ДСТУ 3764-98 "Пожежна безпека підприємств, будинків та споруд" 1998. 12 с
- 36.ДСТУ 6009:2008 "Пожежні вимоги до вогнегасників. Види, класифікація і методи випробувань"2008. 16 с.
- 37.ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники
- 38.Наказ про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників 2021. 32 с
- 39.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.google.com/shopping/product/1?q=SEVEN+Systems+%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96+%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BA%D0%B8&prds=epd:16498883115>

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[541248237,eto:16498883115541248237_0,pid:16498883115541248237&sa=X&ved=0ahUKEwjG5fvxjsb_AhWRBhAIhVhDDFoQ9pwGCAw](https://naukovid.com.ua/ua/541248237,eto:16498883115541248237_0,pid:16498883115541248237&sa=X&ved=0ahUKEwjG5fvxjsb_AhWRBhAIhVhDDFoQ9pwGCAw)

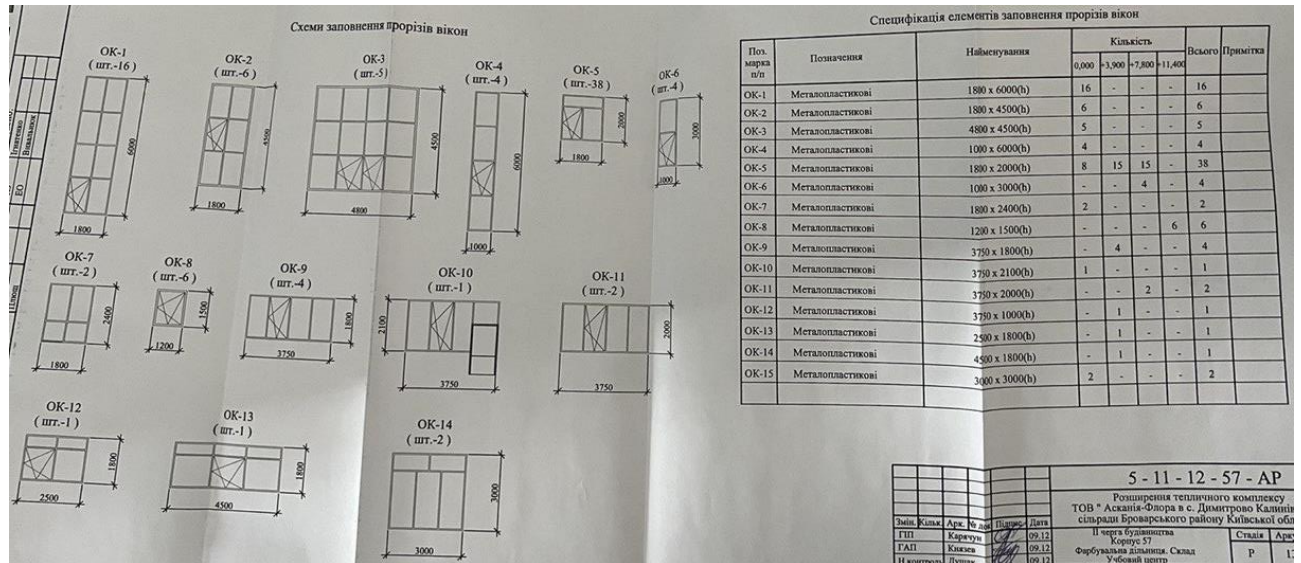
40. Навчальний посібник: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ. ЧАСТИНА 1
ПРАКТИКУМ Укладачі: О. В. Бориченко, Ю. А. Веремійчук. 2022. 27 с.

						Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Додаток 1

Схеми вікон що встановлені в офісній будівлі



Арк.

86

Змін. Арк. № докум. Підпис Дата

Додаток 2

Грошовий потік при встановленні сонячних панелей

Грошовий потік

Грошовий потік

	Рік 1	Рік 2	Рік 3	Рік 4	Рік 5
Інвестиції	-129 000,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴
Пільговий тариф	2 546,64 ₴	2 840,85 ₴	2 812,72 ₴	2 784,87 ₴	2 757,30 ₴
Економія електроенергії	10 804,84 ₴	11 275,51 ₴	11 387,14 ₴	11 499,89 ₴	11 613,75 ₴
Річний грошовий потік	-115 648,52 ₴	14 116,35 ₴	14 199,86 ₴	14 284,76 ₴	14 371,04 ₴
Нараховані грошові кошти (залишок готівки)	-115 648,52 ₴	-101 532,17 ₴	-87 332,30 ₴	-73 047,54 ₴	-58 676,50 ₴

Грошовий потік

	Рік 6	Рік 7	Рік 8	Рік 9	Рік 10
Інвестиції	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴
Пільговий тариф	2 730,00 ₴	2 702,97 ₴	2 676,11 ₴	2 649,71 ₴	2 623,47 ₴
Економія електроенергії	11 728,74 ₴	11 844,86 ₴	11 960,14 ₴	12 080,57 ₴	12 200,19 ₴
Річний грошовий потік	14 458,74 ₴	14 547,83 ₴	14 638,15 ₴	14 730,28 ₴	14 823,66 ₴
Нараховані грошові кошти (залишок готівки)	-44 217,76 ₴	-29 669,94 ₴	-15 691,59 ₴	-301,31 ₴	14 522,35 ₴

Грошовий потік

	Рік 11	Рік 12	Рік 13	Рік 14	Рік 15
Інвестиції	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴
Пільговий тариф	2 597,50 ₴	2 571,78 ₴	2 546,32 ₴	2 521,11 ₴	2 496,15 ₴
Економія електроенергії	12 320,97 ₴	12 437,07 ₴	12 566,17 ₴	12 690,59 ₴	12 816,24 ₴
Річний грошовий потік	14 918,47 ₴	15 014,79 ₴	15 112,49 ₴	15 211,69 ₴	15 312,38 ₴
Нараховані грошові кошти (залишок готівки)	29 440,81 ₴	44 455,61 ₴	59 568,06 ₴	74 779,75 ₴	90 092,14 ₴

Грошовий потік

	Рік 16	Рік 17	Рік 18	Рік 19	Рік 20
Інвестиції	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴	0,00 ₴
Пільговий тариф	2 472,83 ₴	2 446,96 ₴	2 422,73 ₴	2 398,75 ₴	2 375,08 ₴
Економія електроенергії	12 943,12 ₴	13 071,28 ₴	13 200,69 ₴	13 331,39 ₴	13 463,39 ₴
Річний грошовий потік	15 415,95 ₴	15 518,24 ₴	15 623,43 ₴	15 730,14 ₴	15 838,47 ₴
Нараховані грошові кошти (залишок готівки)	105 506,69 ₴	121 024,93 ₴	136 648,36 ₴	152 378,49 ₴	167 356,76 ₴

Повітряна депресія та інфляція