

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

Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олена БОРИЧЕНКО

«__» _____ 2025 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: Підвищення енергоефективності багатоквартирного будинку в
місті Нойнкірхен, Австрія

Виконав:

студент (-ка) IV курсу, групи ОН-11

Гринько Антон Ігорович

Керівник:

к.т.н., доц. Закладний Олег Олександрович

Консультанти:

Теплова частина

(назва розділу)

к.т.н., доц. Шовкалюк М.М.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Охорона праці та пожежна безпека д.т.н., проф. Третькова Л.Д.

_____ (назва розділу)

_____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Нормоконтроль

(назва розділу)

пров. інженер Прокопенко І.Д.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

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

Студент (-ка) _____

Київ – 2025 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з 6 розділів та містить 72 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено ілюстрації та таблиці, з 23 бібліографічних найменувань з переліком їхніх посилань.

Мета проекту полягала у підвищенні рівня енергоефективності багатоквартирного будинку в місті Нойнкірхен, Нижня Австрія, визначення заходів з енергоефективності та аналізу потенціалу використання відновлювальних джерел енергії. Впровадження усіх зазначених в дипломному проєкті заходів з енергоефективності, дозволить отримати значну економію в грошовому еквіваленті, а також зменшити споживання енергоресурсів на цьому об'єкті.

Ключові слова: ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИТРАТИ, ВТРАТИ, ЕКОНОМІЯ, СПОЖИВАННЯ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Гринько А.І.						Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.											
Реценз.								НН ІЕЕ			
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.									
Затверд.											

ABSTRACT

The explanatory note to the diploma project consists of 6 chapters and contains 88 pages of main text. The main part of the work includes illustrations and tables, and a list of 23 bibliographic references with corresponding citations.

The objective of the project was to increase the energy efficiency level of a multi-apartment residential building in Neunkirchen, Lower Austria, to identify energy efficiency measures and analyze the potential for the use of renewable energy sources. The implementation of all the energy efficiency measures outlined in the diploma project will result in significant financial savings and a reduction in energy resource consumption at this facility.

Keywords: ENERGY, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, COSTS, LOSSES, SAVINGS, CONSUMPTION.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	
1.1 Короткий опис об'єкту	
1.2 Короткий опис інженерних мереж будівлі.....	
1.3 Аналіз динаміки споживання паливно-енергетичних ресурсів за останні три роки	
1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних паливно-енергетичних ресурсів.....	
1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності.....	
Висновки до розділу 1	
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	
2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз	
2.2 Коротка характеристика споживачів електричної енергії.....	
2.3 Повірочний розрахунок навантажень будівлі.....	
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення.....	
2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі.....	
2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті	
2.7 Розроблення заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії.....	
Висновки до розділу 2	
3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ.....	

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

3.1	Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях
3.2	Опис системи опалення та гарячого водопостачання будівлі.....
3.3	Визначення теплового навантаження будівлі
3.3	Розроблення заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій
	Висновки до розділу 3
4	РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ
4.1	Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту
4.2	Стан системи енергетичного менеджменту на підприємстві.....
4.3	Рекомендації щодо вдосконалення організаційно-управлінських заходів.....
	Висновки до розділу 4
5	ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ
5.1	Визначення кліматичних умов
5.2	Розрахунок встановленої електростанції
5.2	Інсталювання системи генеруючих залюзі.....
	Висновки до розділу 5
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....
6.1	Загальна характеристика об'єкту та перелік електричного обладнання
6.2	Система охорони праці та протипожежної безпеки на підприємстві
6.3	Особливості умов праці на робочому місці
6.4	Визначення показників умов праці
6.4	Умови облаштування особливих категорій освітлення

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

6.5 Система протипожежної безпеки в будівлі.....	
6.6 Заходи цивільної безпеки на підприємстві.....	
Висновки до розділу 6	
ВИСНОВОК.....	
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	84
ДОДАТКИ.....	
Додаток А.....	

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

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧНЬ, ТЕРМІНІВ

LED – світлодіодні лампи;

ГВП – гаряче водопостачання;

ЕП – електроприймач;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

ОК – огорожувальна конструкція;

α – коефіцієнт тепловіддачі;

k – коефіцієнт теплопередачі;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

R – опір теплопередачі;

F – площа;

δ – товщина;

Q – теплота;

В – вікно;

Д – двері;

ДХ – дах;

Зх – Захід;

Пд – Південь;

Пн – Північ;

Ст – стіна;

Сх – Схід.

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

ВСТУП

Одним із найважливіших способів зниження енергетичної залежності, пом'якшення фінансового тягаря для громадян та зменшення обсягу шкідливих викидів є реалізація енергоощадних заходів у житлових будинках. Рациональне використання енергетичних ресурсів критичне для послаблення залежності країни від імпорту, скорочення витрат на забезпечення енергією та мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище. Ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів досягається шляхом енергетичного аудиту будівлі, з подальшим впровадженням технічних та організаційних рішень, спрямованих на підвищення її енергоефективності.

Заходи з підвищення енергоефективності не тільки спрямовані на зменшення споживання енергії, а й забезпечують комфортні умови проживання та відповідність нормативним вимогам до мікроклімату приміщень, не погіршуючи якість життя мешканців.

Завданням цієї роботи є розробка комплексної програми для покращення енергоефективності певного житлового об'єкту, яким є стандартний багатоквартирний будинок.

Предметом дослідження є всі процеси, пов'язані з постачанням, виробництвом та використанням теплової та електричної енергії у цьому будинку.

Методологія дослідження включає аналітичні розрахунки та математичне моделювання. На основі технічної інформації про будівлю та аналізу споживання енергії оцінюється її поточний рівень енергоефективності, а також визначаються потенційні способи його поліпшення. Моделювання дозволяє обґрунтувати доцільність тих чи інших заходів, виділити найбільш результативні з них та оцінити економічну вигоду від їх реалізації.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис об'єкту

Об'єктом обстеження є двоповерхова жила будівля на 10 квартир.

Цей об'єкт розташований за адресою Kramlingergasse 23, 2620 Neunkirchen (Крамлангергасе 23, 2620 Нойнкірхен)



Рисунки 1.1 – Kramlingergasse 23, 2620 Neunkirchen

Будівля була побудована в 2020 році. Реконструкції не проводилось, лише мінімальні косметичні відновлення для підтримки хорошого стану об'єкта.

Ця споруда являє собою каркас з цегляної кладки марки Wienerberger Porotherm 44 товщиною в 2 шт. Із зовнішньої сторони стіни покриті пінопластом товщиною 50мм, пінобордом . Внутрішні стіни покриті гіпсовою штукатуркою. Конструкція покрівлі виконана з металочерепиці товщиною 500мм, гідроізоляційної мембрани товщиною 5мм, мінеральноватної плити товщиною 200мм та внутрішнє оздоблення – гіпсокартон товщиною 120мм.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

1.2 Короткий опис інженерних мереж будівлі

1.2.1 Система вентиляції та кондиціонування

Повітрообмін у помешканнях житлових будинків зазвичай відбувається природним шляхом, через відкриття вікон та балконних дверей мешканцями. Влітку, коли у квартирах стає спекотно, вікна часто залишаються відчиненими на цілий день, що дозволяє створювати протяги й покращувати циркуляцію повітря. Для додаткового охолодження повітря в окремих помешканнях мешканці також вдаються до використання побутових вентиляторів, забезпечуючи собі більш комфортні умови проживання під час спеки.

1.2.2 Система гарячого водопостачання

Система гарячого водопостачання у житловому будинку влаштована централізовано: використовується єдиний загальний водонагрівач (бойлер), що знаходиться в підвалі. Цей бойлер гріє воду для всіх квартир, що сприяє економії енергії. Холодна вода до системи надходить з центрального водопроводу. На вході води в бойлер розміщено фільтр механічного очищення. Він виконує первинне очищення води від механічних частинок перед нагріванням та розподілом до споживачів.

1.2.3 Система опалення

У споруді встановлено двотрубну горизонтальну систему обігріву, що складається з радіаторів. Електричний бойлер, розміщений у підвалі, слугує джерелом тепlopостачання, нагріваючи теплоносії для всієї системи. Опалення організовано централізовано – тепло до кожної квартири надходить через внутрішню будинкову розводку.

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

1.2.4 Система освітлення

У місцях спільного використання, таких як сходові майданчики та коридори обладнані стандартні стельові світильники з енергозберігаючими лампами (див. рис. 1.3). Перелік усіх освітлювальних приладів, які використовуються у будівлі, подано в таблиці 1.1.

Зовнішнє освітлення території біля будинку забезпечують фасадні світильники аналогічного типу. Ввімкнення та вимкнення освітлення здійснюється вручну, за допомогою стандартних вимикачів. Автоматизоване управління, таке як датчики руху або сутінкові реле, не передбачено.

Таблиця 1.1 – Перелік освітлювальних приладів

Приміщення	Тип світильника	Кількість	Потужність, Вт	Тип лампи
Сходова клітка	Стельовий LED світильник	7	18	Світлодіодна (LED)
Коридор загального користування	Накладний світильник	15	15	Світлодіодна (LED)
Тамбури	Вуличний фасадний будинок	2	20	Світлодіодна (LED)
Підвал	LED панель	4	30	Світлодіодна (LED)
Зовнішнє освітлення	Фасадний світильник	3	20	Світлодіодна (LED)

1.3 Аналіз динаміки споживання паливно-енергетичних ресурсів за останні три роки

Нижче представлена інформація щодо погодинного, добового та річного споживання ресурсів у багатоповерховому житловому будинку. Головними споживаними ресурсами є вода та електрична енергія.

Аналіз добового споживання електричної енергії у два облікові дні – 20 грудня та 20 червня 2024 року – продемонстрував, що базове споживання електроенергії в опалювальний і неопалювальний періоди зберігається відносно стабільним. Проте в зимовий період відмічається відчутне збільшення споживання у денні години. Це зумовлено використанням додаткових електронагрівальних приладів (зокрема, інфрачервоних обігрівачів) мешканцями для підтримання комфортної температури у квартирах.

Оплата за електроенергію відбувається згідно із загальноприйнятим договором на постачання електроенергії, без пільг або спеціальних тарифів. Тариф є змінним і щомісяця коригується згідно з правилами роздрібного ринку електричної енергії. У 2024 році середня вартість електроенергії для домогосподарств в Австрії склала 0,27 €/кВт·год. або 12,7 грн/кВт·год

Помісячні дані про споживання електричної енергії за останні три роки подано в таблиці 1.2.

Місяць	Спожива ння,кВт·г од (2022)	Вартість ,грн (2022)	Спожив ання,кВ т·год (2023)	Вартість ,грн (2023)	Спожива ння,кВт· год (2024)	Вартість,гр н(2024)
Січень	14420	182971	13800	175122	13200	167508
Лютий	15500	196695	14800	187812	14100	178929
Березен	13500	171315	12900	163700	12300	156087

Продовження таблиці 1.2

Квітень	12200	154818	11700	148473	11200	142128
Травень	12900	163700	12300	156087	11700	148473
Червень	13790	174981	13200	167508	12600	159894
Липень	14500	184005	13900	176391	13300	168777
Серпень	13000	164970	12500	158625	12000	152280
Вересен	14500	184000	13900	176391	13300	168777
Жовтень	12900	163700	12400	157356	11900	152280
Листопа	12900	163700	12400	157356	11900	168777
Грудень	14780	187577	14200	180197	13600	151011
Σ	164890	2092440	158100	2000289	151200	1918728

Таблиця 1.2 – Споживання електричної енергії з мережі протягом 2022-2024 року

Графік річного споживання електроенергії у 2022-2024 рр. за місяцями представлено на рис. 1.7.

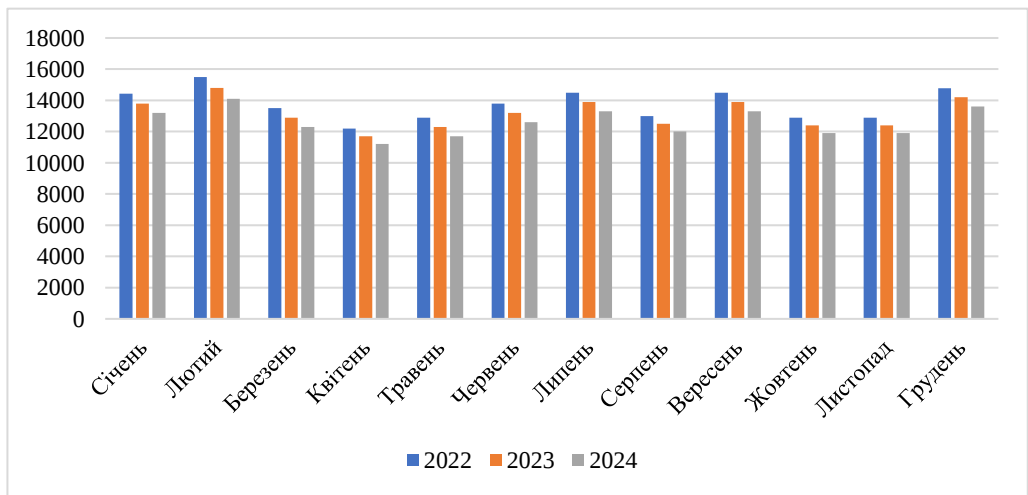


Рисунок 1.7 – Споживання електроенергії за 2022 – 2024 рр

Функціонування звичайної житлової багатоповерхівки протягом цього проміжку часу зазнало певних змін внаслідок впливу епідемії та інших зовнішніх чинників, що позначилось на обсягах споживаних ресурсів.

Переважна частина споживання припадає на електричну енергію, яка використовується для освітлення спільних зон, насосів, що відповідають за водопостачання, а також для побутових електроприладів, що є в квартирах мешканців.

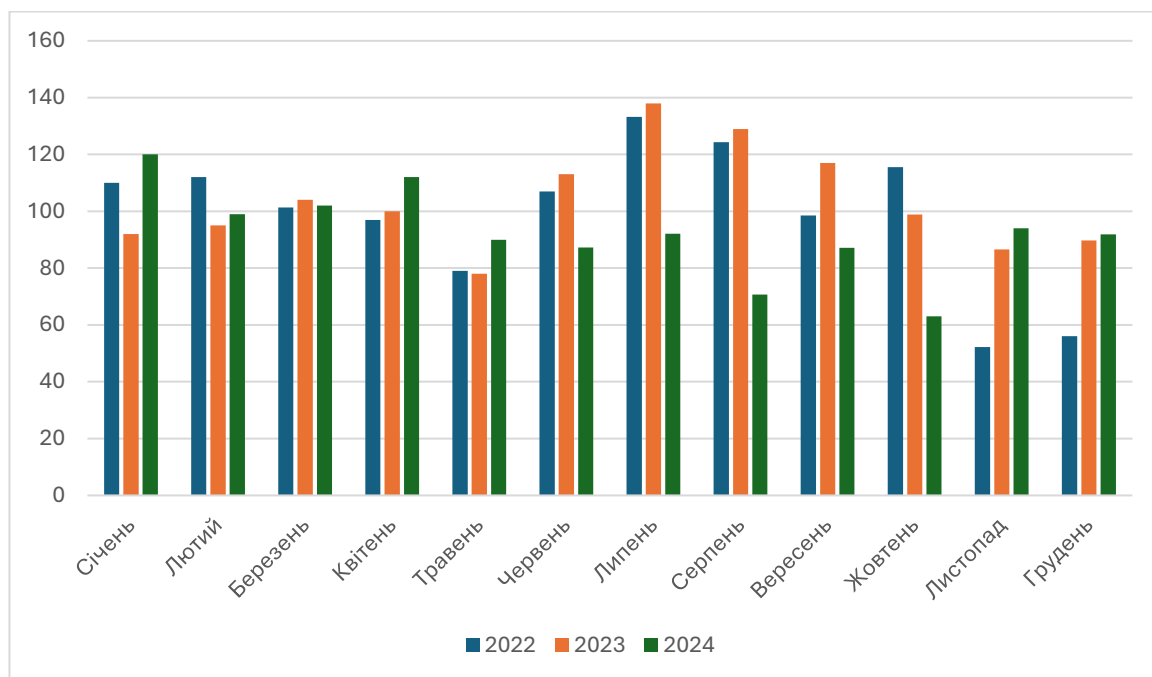
Річний обсяг водовідведення в 2022–2024 рр. за місяцями представлено у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Обсяг водоспоживання за 2022 – 2024 рр.

Місяць		Споживан ня води, м³	Вартість водопоста чання,грн	Споживан ня води, м³	Вартість водопоста чання, грн	Споживан ня води, м³	Вартість водопоста чання, грн
		2022		2023		2024	
1	Січень	110	1223,20	50,30	559,34	65,32	803,11
2	Лютий	112,01	1245,55	61,46	683,44	60,59	816,15
3	Березень	101,31	1126,57	72,95	811,20	15,77	212,42
4	Квітень	97	1078,64	60,68	674,76	25,40	342,14
5	Травень	79	878,48	77,51	861,91	51,96	699,90
6	Червень	107	1189,84	113,11	1257,78	87,23	1174,99
7	Липень	133,23	1481,52	138,00	1534,56	92,10	1240,59
8	Серпень	124,3	1382,22	129,00	1434,48	70,70	952,33
9	Вересень	98,56	1095,99	117,00	1301,04	87,10	1173,24
10	Жовтень	115,5	1284,36	98,85	1099,21	63,00	848,61
11	Листопад	52,2	580,46	86,53	962,21	94,00	1266,18
12	Грудень	56,1	623,83	89,74	997,91	91,84	1237,08
Σ		1186,21	13190,66	1095,13	12177,85	805,01	10766,73

Обсяг водопостачання по місяцях зображено на рис. 1.13.

Рисунок 1.13 – Обсяг спожитої води за 2022 – 2024 рр.



1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних енергетичних ресурсів

На відміну від України в Австрії щомісячні плати за електроенергію є незмінними, вони залежать контракту який ви заключаєте з постачальником. Щомісячну оплату електроенергії визначає сам постачальник за приблизними даними споживання електроенергії в квартирі. Якщо кількість споживаної електроенергії є нижча ніж предписана в контракті, то в кінці року людина отримує різницю в грошовому еквіваленті. Ціна в самому контракті може змінюватись кожні 2-3 роки. На данному об'єкті підписаний контракт з постачальником EVN.

1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту

Житловий комплекс, двоповерховий, на 10 квартир, зведено у 2020 році. Для зниження витрат теплової енергії було виконано такі кроки:

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Встановлено сучасні енергоощадні вікна з двома склопакетами, що мають підвищену теплопровідність, що гарантує мінімальні втрати тепла через вікна.

Щоб скоротити використання електроенергії, було зроблено наступне:

- Запроваджено енергоефективне LED-освітлення в місцях загального користування: під'їздах, коридорах та інших зонах.
- Встановлено систему автоматичного увімкнення світла за допомогою датчиків руху в під'їздах, коридорах та інших спільних приміщеннях, що зменшує непотрібне використання електроенергії.
- Забезпечено регулярне технічне обслуговування електротехнічного обладнання, зокрема насосів системи опалення та вентиляції, що покращує їх ефективність та знижує споживання енергії.

Висновки до розділу 1

Значна динаміка зміни вартості енергетичних ресурсів суттєво впливає на фінансові витрати експлуатації будівлі. Тому впровадження додаткових заходів з підвищення енергоефективності є доцільним і має великий потенціал для економії.

Розглянута двоповерхова житлова будівля на 10 квартир, побудована у 2020 році, має високий рівень енергоефективності завдяки застосуванню сучасних енергозберігаючих технологій, таких як якісне утеплення даху, енергоефективні вікна, LED-освітлення та система автоматичного керування освітленням.

Для подальшого зниження споживання енергоресурсів доцільно провести детальний аналіз електричної системи будівлі з метою визначення

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

основних сегментів найбільшого енергоспоживання. Крім того, необхідно перевірити відповідність вже впроваджених заходів діючим нормам в Австрії.

На основі проведеного аналізу можна рекомендувати впровадження інноваційних методів енергозбереження, таких як автоматизовані системи контролю та управління опаленням , використання відновлюваних джерел енергії, а також застосування систем моніторингу енергоспоживання для оперативного виявлення та усунення неефективностей.

Таким чином, комплексний підхід до управління енергією в будівлі сприятиме суттєвому зниженню енергетичних витрат і підвищенню комфортності проживання мешканців.

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз

Житловий будинок, що розташований в Австрії, зараховується до малоповерхових житлових споруд. Згідно з поточними нормами та стандартами, до споживачів першої категорії надійності відносяться системи пожежної безпеки, аварійного освітлення, охоронної сигналізації, а також ті, що забезпечують електропостачання бойлерної у підвальному приміщенні. Інші електроприймачі (зокрема, освітлення спільних зон, розетки, кухонне обладнання у квартирах і т.д.) відносяться до другої категорії.

Електроживлення будинку забезпечується за схемою другої категорії надійності, без резервного джерела живлення, що є звичайним явищем для малоповерхового житлового фонду. У випадку аварійного вимкнення електроенергії, можлива короткочасна перерва в подачі гарячої води, опалення (за наявності електричних обігрівачів) та освітлення загальних приміщень. Споруда під'єднана до місцевої трансформаторної підстанції, яка також живить інші будинки в межах мікрорайону. Потужність трансформатора враховує потреби в електроенергії для житлових помешкань, що забезпечує надійність і стабільність електропостачання за звичайних умов використання.

2.2 Коротка характеристика споживачів електричної енергії будинку

Житловий будинок на два поверхи включає 10 окремих квартир, у кожній з яких передбачено стандартне побутове електрообладнання. Крім того, у будинку є підвальне приміщення, де розміщено електричний бойлер для централізованого гарячого водопостачання.

Основними споживачами електроенергії у квартир є:

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- побутові холодильники (10 шт.) потужністю до 0,8 кВт кожен;
- мікрохвильові печі (10 шт.) потужністю до 1 кВт кожна;
- пральні машини (10 шт.) потужністю до 2 кВт кожна;
- електричні плити або індукційні панелі (10 шт.) потужністю 3–5 кВт;
- телевізори, зарядні пристрої, дрібна електроніка тощо.

У підвалі встановлено електричний бойлер загальною потужністю близько 12 кВт, який забезпечує гаряче водопостачання для всього будинку.

Електроенергія також споживається на потреби загального освітлення будинку, зокрема:

- освітлення коридорів, сходових клітин і входів — переважно за допомогою LED-світильників потужністю 13 Вт;
- освітлення зовнішньої території — світильники типу прожекторів потужністю до 30 Вт (3 шт.).

Дані про встановлену потужність основного електрообладнання та орієнтовні сумарні навантаження можуть бути зведені до таблиці

Таблиця 2.1 - Загальна встановлена потужність електрообладнання

Найменування енергоспоживаючого обладнання	Кількість одиниць обладнання, шт.	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год/добу
Холодильники побутові	10	0,8	24
Мікрохвильові печі	10	1,0	1
Чайники електричні	10	1,5	1
Електроплити	10	3,5	2
Пральні машини	10	2,0	1
Телевізори	10	0,3	5

Продовження таблиці 2.1

Електричний бойлер (у підвалі)	1	9,0	24
Насос системи теплопостачання	1	0,6	24
LED освітлення місць загального користування	20	0,015	12
Зовнішнє освітлення (прожектори)	3	0,05	8

Всі електричні пристрої житлового будинку призначені для роботи при напрузі 230 В (однофазний) або 380 В (трифазний), зі змінним струмом частотою 50 Гц. Це відповідає стандартам електропостачання, що використовуються в Австрії.

Загальна кількість електроприладів, включаючи домашнє обладнання у квартир, освітлення місць загального користування та електричний бойлер, перевищує 100 одиниць (враховуючи всі квартири та спільні системи).

За категорією надійності розподіл виглядає наступним чином:

- До першої особливої групи входять системи аварійного освітлення, пожежної сигналізації, домофон та, за потреби, охоронні датчики чи камери. Вони мають залишатися працездатними навіть при перебоях з основним електропостачанням.

- До першої категорії надійності належать системи живлення електричного бойлера, який забезпечує гаряче водопостачання в усьому будинку.

- До другої категорії відносяться всі інші побутові електроприлади: холодильники, мікрохвильові печі, електроплити, пральні машини та інші.

У разі раптового знеструмлення, великих втрат не очікується, проте можлива тимчасова перерва у наданні ключових комунальних сервісів. Йдеться, наприклад, про припинення гарячого водопостачання або освітлення у під'їздах, що може створити певні незручності для жителів. Через це критично важливі системи необхідно забезпечити резервним живленням, наприклад,

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановити акумулятори, або передбачити можливість підключення до генератора.

Все обладнання будинку знаходиться в задовільному технічному стані, більшість було оновлено у рік будівництва.

2.3 Повірочний розрахунок навантажень будівлі

Розрахунок електричних навантажень будівлі – це визначальний етап проектування системи електропостачання, який здійснюється для встановлення сумарної потужності всіх споживачів електричної енергії. Уникнення перевантажень мережі, що можуть призвести до: Перегріву проводки, пожежі або виведення з ладу електропристроїв. Для проведення розрахунку було взято звичайний побутовий холодильник, потужність якого дорівнює 0,8 кВт

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}, \quad (2.1)$$

де $\cos \varphi = 0,75$

Відповідно до формули (2.1) маємо

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - 0,75^2}}{0,75} = 0,89.$$

Сумарна потужність ЕП одного виду розраховується за формулою

$$P_{\Sigma i} = P_{ni} n, \quad (2.2)$$

де P_{ni} – потужність одного споживача, кВт;

n – кількість електроприймачів.

Тоді за формулою (2.2) маємо

$$P_{\Sigma i} = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ кВт.}$$

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Розрахункова активна потужність визначається за формулою

$$P_{pi} = P_{\Sigma i} K_{vi}, \quad (2.3)$$

де K_{vi} - коефіцієнт використання, для холодильника $K_{vi} = 1$.

Відповідно до формули (2.3)

$$P_p = 0,8 \cdot 1 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Розраховуємо розрахункову реактивну потужність за формулою

$$Q_{pi} = P_{pi} \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.4)$$

Тоді за формулою (2.4) маємо

$$Q_p = 0,8 \cdot 0,89 = 0,71 \text{ квар.}$$

Аналогічно за формулами (2.1 – 2.4) проводимо розрахунки для інших ЕП і занесемо результати розрахунків у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Силове навантаження

Найменування		n	P_n	P_{Σ}	K_v	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$	Розрахункове навантаження		
								P_p	Q_p	S_p
Побутова техніка	Мікрохвильова піч	10	1	10	0,5	0,8	0,75	0,35	0,26	0,44
	Холодильник побутовий	10	0,8	80	1	0,8	0,8	1,7	1,5	2,27
	Чайник	10	1,5	15	0,4	0,7	1,0	1,2	1,22	1,71
	Електроплити	10	2	20	0,7	0,95	0,33	14	4,62	14,74

Продовження таблиці 2.2

	Пральні машини	10	1,5	15	0,6	0,8	0,75	9	6,75	11,25
	Телевізори	10	0,3	30	0,5	0,9	0,48	0,5	0,24	0,56
	Електричний бойлер(у підвалі)	1	2	2	0,9	0,95	0,33	2,25	0	2,25

2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення

Здійснимо аудит відповідності наявних освітлювальних систем до актуальних нормативів. Для цього необхідно визначити фактичний рівень освітленості. В приміщенні встановлено прожектори Osram LED Floodlight 50 з такими характеристиками:

Світловий потік $\Phi_{\text{св}} = 5000 \text{ лм}$;

Коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,9$ ($\text{tg}\varphi = 0,49$);

Світлова віддача $\eta = 100 \frac{\text{лм}}{\text{Вт}}$;

Номінальна потужність $P_{\text{н}} = 50 \text{ Вт}$.

Перевірку проведемо в приміщенні першого поверху площею 30 м^2 .

Розраховуємо навантаження на ЩО.

Активна потужність системи освітлення визначається за формулою

$$P_{p.осв} = \sum P_{питi} K_{п} n_i, \quad (2.5)$$

де $K_{п} = 0,9$ відповідно для встановленої потужності світильників .

Оскільки маємо 2 різних видів світильників (таблиця 1.1), то отримуємо

$$P_{p.осв} = 0,036 \cdot 0,9 \cdot 15 + 0,032 \cdot 0,9 \cdot 7 = 0,687 \text{ кВт.}$$

Реактивну потужність визначаємо за формулою

$$Q_{p.осв} = P_{p.осв} \operatorname{tg} \varphi_{осв}, \quad (2.5)$$

Підставивши значення у формулу (2.5) маємо

$$Q_{p.осв} = 0,7 \cdot 0,33 = 0,23 \text{ квар.}$$

Повне навантаження розраховується за формулою

$$S_{p.осв} = \sqrt{P_{p.осв}^2 + Q_{p.осв}^2}, \quad (2.6)$$

Відповідно до формули маємо

$$S_{p.осв} = \sqrt{0,678^2 + 0,23^2} = 0,72 \text{ кВАр.}$$

Розрахуємо рівень освітленості приміщенні. Розрахунок проведемо за допомогою точкового методу для схеми, що зображена на рис. 2.2

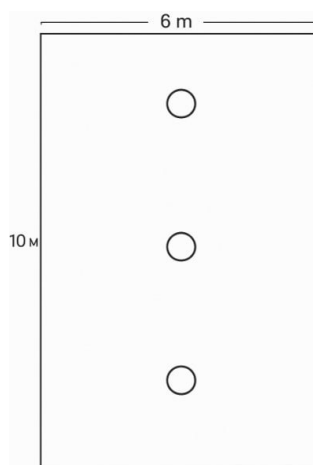


Рисунок 2.2 - План розташування світильник в типовому приміщенні

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Нормована мінімальна освітленість, згідно австрійських норм, для даного приміщення становить $E_{min} = 200$ лк .

Висота світильників над робочою поверхнею визначається за формулою

$$h = H - h_p - h_3,$$

де H – висота приміщення, 3 м;

h_p - висота робочої поверхні, 1 м;

h_3 – висота звисання, 0 м оскільки світильники вмонтовані в стелю.

Підставивши значення в формулу (2.7) отримуємо

$$h = 3 - 1 - 0 = 2 \text{ м.}$$

При використанні кривої сили світла горизонтальна освітленість в точці C від дії i -го світильника визначається за виразом

$$E_{г.i} = \frac{C I_{a.i} \cos^3 \alpha_i}{h^2} \quad (2.8)$$

де C – коефіцієнт, що враховує реальний світловий потік лампи по відношенню до умовного

$$C = \frac{\Phi_{св}}{1000}, \quad (2.9)$$

$I_{a.i}$ – сила світла по кривій під кутом α_i ;

α_i – кут падіння світла на робочу поверхню в точці A від дії i -го світильника.

Визначаємо коефіцієнт C за формулою

$$C = \frac{3600}{1000} = 3,6.$$

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань від проєкції світильника 1.1 на робочу поверхню до точки С визначається за теоремою Піфагора

$$d_{C-1.1} = \sqrt{\left(\frac{k}{2}\right)^2 + \left(\frac{k}{2}\right)^2},$$

$$d_{C-1.1} = \sqrt{\left(\frac{2,2}{2}\right)^2 + \left(\frac{2,2}{2}\right)^2} = 1,52\text{м.}$$

Враховуємо дію тільки тих світильників, які оточують точку С. Вплив інших світильників вважаємо незначним.

З рис. 2.2 очевидно, що $d_{C-1.1} = d_{C-1.2} = d_{C-2.1} = d_{C-2.2} = 1,52\text{ м.}$

За отриманими значеннями відстаней та висоти визначаємо необхідний кут

$$\alpha_{1.1} = \arctg\left(\frac{d_{C-1.1}}{2h}\right),$$

$$\alpha_{1.1} = \arctg\left(\frac{1,52}{2 \cdot 2}\right) = 20,8^\circ.$$

За кривою сили світла для заданих світильників (рис. 2.3) визначаємо силу світла відповідно до кута $\alpha_{1.1}$.

За кривою сили світла $I_a = 98\text{ кд.}$

Застосовуємо формулу (2.8)

$$E_{1.1} = \frac{3,6 \cdot 98 \cdot \cos^3 20,8^\circ}{2^2} = 74,46\text{ лк.}$$

Аналогічно визначаються освітленість для світильників 1.2, 2.2 та 2.1.

$$E_{1.1} = E_{1.2} = E_{2.1} = E_{2.2} = 72,8\text{лк,}$$

Сумарна освітленість в точці С визначається за виразом

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

$$E_{\text{сум С}} = E_{1.1} + E_{1.2} + E_{1.3},$$

$$E_{\text{сум С}} = 72,8 + 72,8 + 72,8 = 218,4 \text{ лк.}$$

Виконуємо перевірку вимоги щодо відповідності фактичної освітленості в точці С значенню нормованої (мінімальної) освітленості для даного приміщення

$$0,9E_{\text{min}} \leq E_{\text{сум С}} \leq 1,2E_{\text{min}},$$

$$0,9 \cdot 200 = 180 < 218,4 < 1,2 \cdot 200 = 240.$$

Умова виконується. Це свідчить про те, що система освітлення задовольняє вимогам щодо відповідності фактичної освітленості значенню нормованої освітленості.

2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту

Завдяки складанню енергетичного балансу споживання електроенергії можливо визначити, хто з споживачів споживає найбільше електрики. Такий аналіз сприятиме визначенню пріоритетності заходів з енергоефективності. Пропонується провести енергетичний аудит споживання електрики за поточний, 2024 рік.

Загальне споживання електричної енергії розраховується за формулою

$$W_i = P_{\text{вст.і}} n k_{\text{в.і}} T_{\text{роб.і}},$$

де $P_{\text{вст.і}}$ - встановлена потужність обладнання, кВт;

n - кількість обладнання, шт;

$k_{\text{в.і}}$ - коефіцієнт використання;

$T_{\text{роб.і}}$ - тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Згідно з формулою розрахуємо загальне споживання електричної енергії для всього обладнання і результати розрахунків занесемо у таблицю

Таблиця 2.3 – Електричний баланс будинку

Найменування обладнання	Встановл. потужн. одиниці обладнання, кВт	Кіль-сть одиниць обладнання, шт.	Загальна встан. потужність, кВт	Кв	Тривалість роботи, год/рік	Загальне електросп., W, кВт·год
1	2	3	4	5	6	7
Побутова техніка						
Плита електрична	14	10	14	0,4	494	27 664
Посудомийна машина	2,4	10	24	0,4	247	2 371,2
Мікрохвильова піч	0,7	10	7	0,5	494	1 729
Холодильник побутовий	0,85	10	85	1	5928	50 388
Кавомашини	1,5	5	7,5	0,8	1482	8 892
Чайник	1,5	10	15	0,4	247	1 482
Бойлер	4,5	1	4,5	0,7	8000	25 200
Телевізор	0,3	10	3	0,4	2165	2 598
Ігрова консоль	0,1	3	1	0,2	1577	94,62
Насос	0,6	1	0,6	0,4	8000	5040
Всього						120 418,82

Продовження таблиці 2.3

Освітлення						
LED панель	0,036	12	0,432	0,927	1918	768,1
Енергозберігаюча лампочка	0,03	50	1,5	0,927	1918	2666,98
Світильник	0,04	10	0,4	0,927	1918	711,2
Всього	-	-	-	-	-	4 146,28
Службова техніка						
Комп'ютер	0,5	1	0,5	0,7	320	224
Принтер	0,1	1	0,1	0,6	72	192
Всього	-	-	-	-	-	416

Результати представлено у вигляді кругової діаграми на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Електричний баланс будівлі

2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті

Комерційний облік електроенергії здійснюється лічильником Elster AS3000 з електронним дисплеєм. Системою енергоменеджмента будинку передбачена перевірка пристроїв обліку щороку. Для некомерційного обліку на різних категоріях споживачів встановлено додаткові лічильники Siemens

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		32

7KM2110. Обидва лічильники рахують активну та реактивну енергію, мають змогу демонструвати споживання в зазначений момент часу. Усі лічильники в будівлі об'єднанні системою віддаленого моніторингу також є можливість інтеграції з сонячними панелями.

2.7 Розроблення заходів з енергоефективності для споживачів електричної енергії

2.7.1 Встановлення датчиків руху в коридорах будівлі

Прожектори та визначені світильники застосовуються для освітлення коридору здебільшого в вечірні години та взимку. У коридорах встановлено 5 ламп, кожна з яких має потужність 0,04 кВт. Освітлення працює протягом 7 годин щодня. Присутність людей у коридорах, коли необхідно світло, триває близько 3 годин на день. Монтаж датчиків руху в коридорах дозволяє автоматично вимикати освітлення, якщо в приміщенні немає людей. Для установки рекомендуються датчики присутності від компанії BEG Luxomat. Ми використаємо датчики моделі BEG RC+. Характеристики цих датчиків буде відображено у таблиці 2.4.



Рисунок 2.5 Датчик руху BEG RC+

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Параметри датчика руху

Живлення	230В
Дальність дії	12 м
Кут охоплення по горизонталі	180 °
Тип	інфрачервоний
Функції та можливості	Регулювання освітленості (2–2000 Lux), часу спрацьовування (5 сек – 15 хв)
Клас захисту	IP44
Робоча температура	-20 ° С ~ +40 ° С
Ціна	€25

Розрахунок річної економії енергії

За формулою

$$\Delta W = n P_{\text{л}} (T_{\text{реал}} - T_{\text{кор}}) n_{\text{д}},$$

де n – кількість світильників;

$P_{\text{л}}$ – потужність одного світильника;

$T_{\text{реал}}, T_{\text{кор}}$ – реальний та корисний час використання світильників,

$$T_{\text{реал}} = 7 \text{ год}, T_{\text{кор}} = 4 \text{ год};$$

$n_{\text{д}}$ – кількість робочих днів.

$$\Delta W = 87 \cdot 0,04 \cdot (7 - 3) \cdot 365 = 5080,8 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Економія коштів в грошовому еквіваленті при вартості 1 кВт·год = 0,30 € визначається за формулою

$$\Delta E = \Delta W T,$$

де T – тариф на електричну енергію.

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

$$\Delta E = 5080,8 \cdot 6,045 = 30713,5 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу з енергозбереження 25 євро – ціна одного датчика руху. В будівлі маємо 2 поверхи , на кожному з поверхів доцільно встановити по 3 датчики руху, тобто загалом 6 датчиків;

Вартість робіт по встановленню датчиків та прокладці кабелю складає 5 євро/шт .

Капітальні витрати

$$K = (25 + 5) \cdot 6 = 180 \text{ євро} = 8640 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності визначається за формулою

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E},$$

$$T_{ок} = \frac{8640}{30713,5} = 0,28 \text{ року}$$

2.7.2 Встановлення диспансерів гарячої води

У приміщенні функціонують 10 електричних чайників Philips HD9358/90. Кожен здатний нагріти до 1,7 літра води, але здебільшого наповнюється тільки на приблизно 45%, тобто близько 0,8 літра, з яких в середньому споживають лише 20% (приблизно 0,2 л). Чайник гріє весь об'єм води, незалежно від фактичного використання.

На відміну від чайників, диспенсер обладнано вбудованим резервуаром на 2,5 літра та підключено до водопровідної системи. У ньому нагрівається виключно той об'єм води, котрий безпосередньо подається з крана. Нагрівання здійснюється за допомогою ТЕНа, що дозволяє точно відрегулювати потрібну температуру. Відповідно, вся нагріта вода повністю використовується, що забезпечує економічніше споживання електроенергії. До того ж, час

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

очікування значно коротший, ніж у звичайного чайника, адже нагрів відбувається миттєво. Порівняльні характеристики чайника та диспансера моделі Bravilor Bonamat RLX3 наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Порівняльні характеристики приладів підігріву води

Назва	Philips HD9358/90	BWT WG2 Lux
Потужність, Вт	1910	250
Об'єм, л	1,8	2,5
Продуктивність, л/год	18,00	16,15
Температура підігріву, °C	97	90
Частка використаної підігрітої води	Висока(нагрів)	Низька(підтримка температури)

Розрахуємо споживання електричної енергії кожним пристроєм. Для чайника річне споживання розрахуємо за формулою

$$W_{\text{ч}} = Nn(t_{\text{кріп}} - t_{\text{води}})c_p\rho_v Vn_{\text{д}},$$

де n – середня кількість людей, що використовують гарячу питну воду, приймаємо $n = 15$;

N – кількість пристроїв;

$t_{\text{кріп}}$, $t_{\text{води}}$ – температура кропу та кімнатна температура води відповідно, приймаємо $t_{\text{кріп}} = 100^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{води}} = 20^{\circ}\text{C}$;

$$\begin{aligned} W_{\text{ч}} &= 10 \cdot 15 \cdot (100 - 20) \cdot 4,18 \cdot 1000 \cdot 0,0015 \cdot 65\% \cdot 247 = \\ &= 3355,5 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}. \end{aligned}$$

Для диспансерів річне споживання розрахуємо за формулою

$$W_{\text{д}} = Nn(t_{97^{\circ}} - t_{\text{води}})c_p\rho_v Vn_{\text{д}},$$

де $t_{97^{\circ}}$ – температура, до якої диспансер нагріває воду, приймаємо $t_{97^{\circ}} = 97^{\circ}\text{C}$;

$$W_{\text{д}} = 10 \cdot 15 \cdot (97 - 20) \cdot 4,18 \cdot 1000 \cdot 0,0003 \cdot 247 = 19874,9 \text{ кВт} \cdot$$

год/рік.

$$\Delta W = W_{\text{ч}} - W_{\text{д}},$$

$$\Delta W = 19874,9 - 3355,5 = 16\,519,4 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Економія коштів в грошовому еквіваленті за формулою складе

$$\Delta E = 16519,4 \cdot 12,1 = 199\,884,74 \text{ грн. (4252,8 €)}$$

Один диспансер моделі BWT WG2 Lux коштує 400 €

Капітальні витрати $K = 4000 \text{ €}$

Простий термін окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{4000}{4252,8} = 0,9 \text{ років}.$$

2.7.3 Встановлення енергоефективних насосів системи тепlopостачання

Енергоощадний насос Grundfos ALPHA2 25-60 180 створено для циркуляції теплоносія в системах водяного опалення житлових будинків. Насос оснащений електронно-керованим двигуном з вбудованою функцією AutoAdapt, яка автоматично регулює швидкість обертання відповідно до змін у системі — зменшуючи споживання електроенергії та покращуючи тепловий комфорт у приміщеннях.

Насос функціонує за принципом автоматичного регулювання. Вмонтована автоматика аналізує опір системи та потреби у теплі й коригує потужність насоса в реальному часі. У періоди зменшеного навантаження (наприклад, вночі або при теплій погоді), насос зменшує швидкість циркуляції, що дає змогу знизити споживання електроенергії до мінімального значення- від 3 Вт.

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Параметр	Значення	
Модель	Grundfos ALPHA2 25-60 180	Grundfos UPS 25-40 180
Енергоефективність	Клас А	Клас D
Діапазон потужності	3–45 Вт	45 Вт
Номінальна потужність у середньому режимі	20 Вт	45 Вт
Максимальна витрата	до 3,5 м³/год	до 3,5 м³/год
Тип регулювання	Автоматичний (AutoAdapt), фіксовані режими також доступні	Ручне регулювання (3 швидкості)
Матеріал корпусу	Чавун із покриттям	Чавун із покриттям

Розрахуємо споживання електричної енергії насосом за формулою

Для ALPHA:

$$E_{\text{нас}} = P \cdot t$$

Де, t- час роботи, год

P- середня потужність насоса, кВт

$$E_{\text{нас}} = 0,02 \cdot 5000 = 100 \text{ кВт/год}$$

Для UPS:

$$E_{\text{нас}} = 0,045 \cdot 5000 = 225 \text{ кВт/год}$$

При вартості 1 кВт·год = 0,30 €, витрати визначається за формулою

$$\Delta E = \Delta W T,$$

Для ALPHA:

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

$$\Delta E = 100 \cdot 0,3 = 30\text{€}$$

Для UPS:

$$\Delta E = 225 \cdot 0,3 = 67,5\text{€}$$

Після проведення розрахунків можна побачити що енергоефективний насос Grundfos ALPHA2 25-60 180 є на 55% ефективніше і вигідніше ніж його звичайний варіант Grundfos UPS 25-40 180.

Висновки до розділу 2

В результаті проведених підрахунків було з'ясовано, що серед всіх споживачів електроенергії в будинку, найбільше її витрачає побутова техніка.

Для покращення загальної ефективності використання електрики в житловому будинку, передбачається реалізація певних кроків. Наприклад, для всієї побутової техніки передбачено монтаж "розумних" розеток, обладнаних таймерами, а також перехід на енергоощадну техніку, яка має клас енергоспоживання не нижче A++.

У зонах загального користування заплановано встановлення світлодіодних світильників (LED) з датчиками, які реагують на рух.

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ

3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях

Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності це сукупність вимог до огорожувальних конструкцій будівлі, інженерних систем та їх елементів (у тому числі обладнання), дотримання яких забезпечує належні умови життєдіяльності людей у такій будівлі протягом нормативного строку експлуатації.

В Австрії існує ряд нормативних актів щодо енергетичної ефективності в будівлях, які мають на меті зменшення витрат на опалення та забезпечення комфортних умов проживання. Основними нормативними документами в цій галузі є:

- Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG) від 1.1.2012 р. – закон, що встановлює обов'язок надавати сертифікат енергоефективності (Energieausweis) при продажу, оренді або новому будівництві будівель. Містить вимоги щодо показників енергоспоживання та класифікації будівель за класами енергоефективності.
- OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz, редакція 2019 р. – керівництво Австрійського інституту будівельної техніки (OIB), яке визначає вимоги до енергозбереження, теплоізоляції та мінімальних характеристик огорожувальних конструкцій у житлових і громадських будівлях.
- Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG) – Федеральний закон про енергоефективність, чинний з 2015 року, який встановлює національні цілі скорочення енергоспоживання, зобов'язання великих компаній щодо енергоаудиту та впровадження енергоефективних заходів.

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

ÖNORM B 8110-1:2015 "Тепловий захист будівель – Загальні принципи" – національний стандарт, який містить вимоги до розрахунку тепловтрат, а також визначає критерії теплового захисту для зовнішніх конструкцій.

- ÖNORM B 8110-6:2020 – стандарт щодо розрахунку теплового опору та коефіцієнта теплопередачі конструкцій, з урахуванням теплопровідних включень.
- Wohnbauförderungsgesetze der Bundesländer – закони про підтримку житлового будівництва, які діють на рівні федеральних земель Австрії та містять додаткові вимоги до класу енергоефективності будівель, що претендують на фінансову підтримку з бюджету.
- ÖNORM EN ISO 13790 – європейський стандарт, впроваджений в Австрії, який визначає методологію розрахунку енергоспоживання будівель на опалення та охолодження.

В таблиці 3.1 наведено порівняння вимог до огорожувальних конструкцій будівлі (коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К))

Таблиця 3.1 Порівняння вимог до огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	АВСТРІЯ	УКРАЇНА
Зовнішні стіни, стіни, суміщені з неопалюваними об'ємами	0,35	0,25
Стіни, суміщені з кімнатами, що не промерзають (гараж)	0,60	-

Продовження таблиці 3.1

Підлога по ґрунту або над неопалюваним підвалом	0,40	0,20
Перекриття між будівельними блоками (квартирами)	1,30	
Стіни між сусідніми будівлями	0,50	-
Вікна і зовнішні скляні двері в житлових будівлях	1,40	1,11
Вікна мансардні, світлові ліхтарі, мансардні куполи	-	1,25
Зовнішні двері	1,70	1,43
Суміщені перекриття, покрівля	0,20	0,14
Підлога над гаражем, парковою	0,30	-
Внутрішні стіни	-	-

3.2 Опис системи опалення та гарячого водопостачання будівлі

Для обігріву та забезпечення гарячою водою будинку застосовують закриту систему гарячого водопостачання (ГВП) та автономну систему опалення (СО).

Така схема є звичною для України та має прямі відповідники в Австрії. В обох державах активно використовуються закриті ГВП-системи з компенсаційними баками, які гарантують стабільний тиск та безпечну роботу. Незалежні опалювальні системи в Австрії впроваджуються через індивідуальні газові або електричні котли, теплові насоси, установки на біомасі або комбіновані рішення, що сприяють високій енергоефективності та зменшенню витрат на опалення.

У цій системі джерелом гарячої води є бойлер з вбудованим електричним нагрівальним елементом. Він підключений до електромережі та самостійно нагріває холодну воду, яка подається з центрального або автономного водопроводу.

Схема починається з подачі холодної води. Вона надходить до бойлера через водопровідну магістраль і наповнює його внутрішній бак. Коли в бойлері досягається задана температура (наприклад, 60°C), нагріта вода накопичується у верхній частині резервуару. У бойлері встановлено термостат, який автоматично вмикає й вимикає нагрів залежно від температури. Після нагріву гаряча вода подається до квартир.

Для стабілізації тиску в системі встановлено розширювальний бачок, який компенсує розширення об'єму води при нагріванні й запобігає пошкодженню труб або самого бойлера.

3.3 Визначення теплового навантаження будівлі

Основою зовнішніх стін будівлі є цегляна кладка марки Wienerberger Porotherm 44 в 2шт., ззовні стіни вкриті штукатуркой. Загальна площа стін (без світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей) будівлі складає 608 м².

Розглянемо детальніше непрозорі огорожувальні конструкції.

Конструкція зовнішніх стін:

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

- штукатурка цементно-піщана товщиною $\delta=0,03$ м, $\lambda=0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

- кладка цегляна з цегли марки Porotherm 44 в 2,5 шт. товщиною $\delta=0,44$ м, $\lambda=0,83 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

- пінопласт товщиною $\delta=0,05$ м, $\lambda=0,051 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

- піноборд товщиною $\delta=0,04$ м, $\lambda=0,03 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$;

- штукатурка по сітці товщиною $\delta=0,01$ мм, $\lambda=0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Термічний опір зовнішніх стін визначається за формулою

$$R_c = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}};$$

де λ_i - коефіцієнт теплопровідності відповідного шару;

δ - товщина відповідного шару;

h_{si} - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стінки для зовнішніх стін, $8,7 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$;

h_{se} - коефіцієнт тепловіддачі від стіни до зовнішнього повітря для зовнішніх стін, $23 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

Підставимо значення у формулу (3.1)

$$R_c = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{0,44}{0,83} + \frac{0,05}{0,051} + \frac{0,04}{0,03} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,05 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни визначається за формулою

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

$$k_c = \frac{1}{R_c},$$

Підставимо значення в формулу (3.2)

$$k_c = \frac{1}{3,05} = 0,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін

$$R_{q \min} = 2,86 \text{ м}^2\text{K/Вт}$$

Порівнюючі отримані результати маємо нерівність

$$R_\Sigma = 3,05 \text{ м}^2\text{K/Вт} < R_{q \min} = 2,86 \text{ м}^2\text{K/Вт}.$$

Результат вказує на задовільний стан теплової ізоляції зовнішніх стін.

Світлопрозорі конструкції (вікна, двері) виконані з 7-камерного ПВХ-профілю VEKA Softline 82 MD із 3-камерним енергозберігаючим склопакетом (4i-14Ar-4-14Ar-4i).

Опір теплопередачі становить:

$$R_{\text{вікна}} = R_{\text{двері}} \approx 1,1 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі вікон визначається за формулою

$$k_{\text{вік}} = \frac{1}{R_{\text{вік}}}, \quad (3.3)$$

$$k_{\text{вік}} = \frac{1}{1,1} = 0,91 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі вікна відповідно до враховуючи, що місто Нойнкірхен розташоване в третій температурній зоні: $R_{q \min} = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Вт}$

$$R_\Sigma = 1,1 \text{ м}^2\text{K/Вт} < R_{q \min} = 1,2 \text{ м}^2\text{K/Вт}.$$

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

Теплозахисні властивості зовнішніх світлопрозорих конструкцій не задовольняють поточним вимогам.

Конструкція покрівлі:

- металочерепиця $\delta = 0,50$ м, $\lambda = 2,03$ Вт/(м·К);
- гідроізоляційна мембрана $\delta = 0,005$ м, $\lambda = 0,20$ Вт/(м·К);
- утеплювач — мінераловатна плита $\delta = 0,20$ м, $\lambda = 0,037$ Вт/(м·К);
- паробар'єр $\delta = 0,001$ м, $\lambda = 0,25$ Вт/(м·К);
- внутрішнє оздоблення (гіпсокартон) $\delta = 0,012$ м, $\lambda = 0,25$ Вт/(м·К).

Термічний опір даху визначається за формулою

$$R_c = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}};$$

h_{si} - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стінки для суміщених пориттів, $8,7 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ [12];

h_{se} - коефіцієнт тепловіддачі від стіни до зовнішнього повітря для суміщених пориттів, $23 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ [12].

Підставивши значення в формулу (3.5)

$$R_d = \frac{1}{8,7} + \frac{0,50}{2,03} + \frac{0,005}{0,2} + \frac{0,2}{0,037} + \frac{0,001}{0,25} + \frac{0,012}{0,25} + \frac{1}{23} = 5,89 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі визначається за формулою

$$k_d = \frac{1}{R_d};$$

Підставивши значення в формулу отримуємо

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

$$k_d = \frac{1}{5,89} = 0,169 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі суміщеного покриття, що межує із зовнішнім повітрям $R_{\min} = 7 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, тоді

$$R_{\Sigma} = 5,89 \text{ м}^2\text{К/Вт} < R_{q \min} = 7 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Теплозахисні властивості покрівлі незадовільні, і вимагають впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі.

Так як підлога знаходиться над неопалювальним підвалом, було передбачено спеціальне перекриття

Конструкція перекриття:

- залізобетонна плита $\delta = 0,20 \text{ м}$, $\lambda = 1,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;
- стяжка $\delta = 0,005 \text{ м}$, $\lambda = 0,9 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;
- утеплювач — пінопластова пластина $\delta = 0,23 \text{ м}$, $\lambda = 0,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

Термічний опір підлоги визначається за формулою

$$R_c = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{se}};$$

$$R_{\Pi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,7} + \frac{0,005}{0,9} + \frac{0,23}{0,04} + \frac{1}{23} = 6,1 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Втрати теплоти визначаємо за формулою

$$Q_i = Fk(t_{\text{вн}} - t_{\text{п.о}}) \left(1 + \sum \beta\right) n,$$

де F - площа огородження;

k - коефіцієнт теплопередачі;

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{\text{вн}}$ – температура всередині приміщення, $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{р.о}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{\text{р.о}} = -15^{\circ}\text{C}$ для третьої температурної зони

$\sum \beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти у відсотках від основних тепловтрат

n – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря

Результати розрахунку теплових втрат наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Тепловтрати через огорожувальні конструкції

Найменування ОК	Орієнтація	Площа, м²	Термічний опір, R ₀	Коеф. теплопередачі, Вт/м²·°C	Δt, °C	1+Σβ	Тепловтрата Q, Вт
Стіни	Пн	192	3,05	0,3	20-(-15)	1,1	8426,88
Стіни	Пд	192				1	
Стіни	Сх	112				1,1	
Стіни	Зх	112				1,05	
Вікна	Пн	44,2	0,91	0,8		1,1	3217,2
Вікна	Пд	25,2				1	
Вікна	Сх	7,2				1,1	
Підлога	—	425	7,3	0,2		0,7	2394,9
Двері	Пд	11,8	0,8	1,25		1,1	681,45
Дах	—	425	5,89	0,21		1	3123,75
ВСЬОГО	—	—	—	—		—	17844,2 Вт

Окрім втрат крізь огорожувальні конструкції потрібно врахувати ще втрати через не контрольоване проникнення повітря в приміщення через нещільності (вікна, двері стіни).

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{ок}} + Q_{\text{інф}}$$

Формула для розрахунку тепловтрат через інфільтрацію:

$$Q_{\text{інф}} = 0,337 \cdot n_0 \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}})$$

n_0 - кратність повітрообміну в житлових приміщеннях, приймаємо $0,5\text{год}^{-1}$

V - кондиціонований (опалювальний) об'єм приміщень будівлі м^3

Для даної будівлі $V = 2130 \text{ м}^3$

$$Q_{\text{інф}} = 0,337 \cdot 0,5 \cdot 2130 \cdot (20 - (-15)) = 12561,7 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{сум}} = 17844,2 + 12561,7 = 30405,9 \text{ Вт}$$

Річне теплоспоживання визначається за формулою

$$Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} = Q_{\Sigma} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_0 \cdot 24 \cdot D$$

$$Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} = 30405,9 \cdot \frac{20 - 3}{20 - (-15)} \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 180 = 31900,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

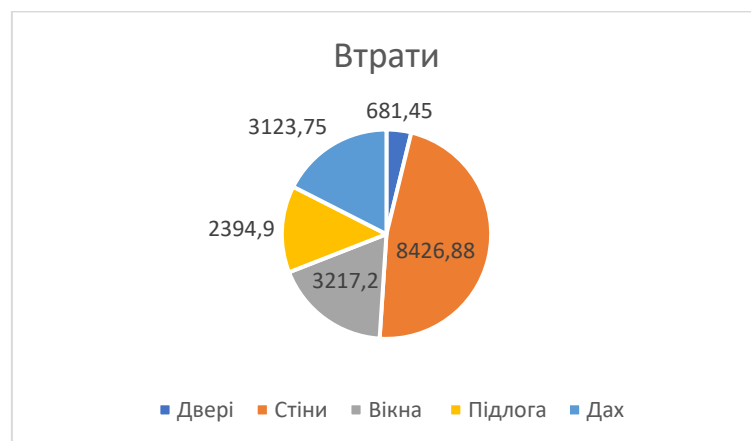


Рисунок 3.5 – Теплові втрати крізь огорожувальні конструкції

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

3.3 Розроблення заходів з енергоефективності

3.3.1 Встановлення системи опалення погодного регулювання

Регулювання роботи системи опалення з урахуванням зовнішніх погодних умов є ефективним заходом для оптимізації витрат теплової енергії при збереженні комфортного мікроклімату в приміщеннях. Суть даного методу полягає в автоматичному коригуванні температури теплоносія відповідно до поточних кліматичних умов.

Для багатоквартирних житлових будинків таке рішення є особливо актуальним. Воно дозволяє усунути типові проблеми традиційних систем опалення, такі як надмірна витрата енергії при теплій погоді або недостатній обігрів у сильні морози.

Впровадження погодозалежної автоматики забезпечує:

- раціональне використання теплової енергії;
- підвищення комфорту мешканців;
- зменшення експлуатаційних витрат.

Ефективність даного заходу підтверджується можливістю досягнення економії енергоресурсів на рівні 10-20%.

Річні витрати теплової енергії на опалення до виконання впровадження заходу визначимо за формулою

$$Q_{\text{річ}}^{\text{після}} = Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} \cdot 0,15$$

$$Q_{\text{річ}}^{\text{після}} = 31900,1 \cdot 0,15 = 4785,015 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Економія витрат теплоенергії при впровадженні зниження температури повітря в неробочі години визначається за формулою

$$\Delta Q = Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} - Q_{\text{рік}}^{\text{після}};$$

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

$$\Delta Q = 31900,1 - 4785,015 = 27115,1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 19,4 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Фінансова економія при впровадженні погодинного регулювання в тепловому пункті визначаємо за формулою :

$$\Delta E = \Delta Q T,$$

$$\Delta E = 19,4 \cdot 10051,6 = 195755 \text{ грн. (4165€)}$$

Погодозалежний контроллер (Siemens RVP340) коштує 800 €, та 10 датчиків температури кожен вартістю по 80 €. Монтаж системи та її налаштування коштує до 500 €. І того в сумі виходить 2300 € (110400 грн.)

Тоді простий термін окупності визначаємо за формулою (3.19)

$$T_{\text{ок}} = \frac{2300}{4165} = 0,7 \text{ роки.}$$

3.3.2 Встановлення вентиляційної установки з рекуперацією тепла

Будівля має певні проблеми, від мешканців надходить багато скарг на через мірну вологість повітря та недостатні надходження свіжого. Тому пропонується інтеграція вентиляційної установки для вирішення цієї проблеми.

Вентиляційна установка з рекуперацією тепла — це система, яка забезпечує обмін повітрям у приміщенні з мінімальними втратами тепла. Вона виводить забруднене повітря назовні і подає свіже повітря з вулиці, одночасно передаючи тепло від витяжного повітря до припливного через рекуператор.

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.6 Вентиляційна установка з рекуперацією тепла

Оскільки в даній будівлі не наявно даних установок, рекомендується вентеляційна установка з рекуперацією тепла типу Lossney. Для підбору та розрахунків ефективності роботи припливно-витяжних систем вентиляції буду використовувати програму Lossnay Selection.

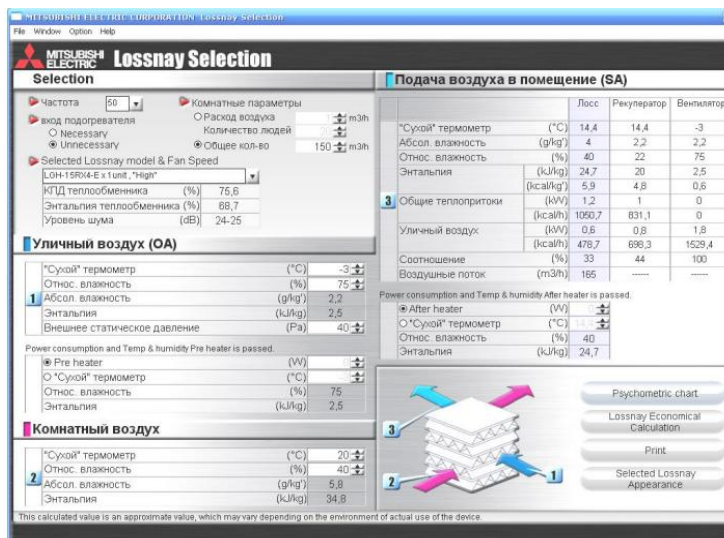


Рисунок 3.7 Програма Lossnay Selection

Для початку роботи програми треба задати загальну об'єм витрати повітря чи кількість людей та витрати повітря на одну людину. Програма надає вибір моделей установки, які задовольняють дану продуктивність. Вибравши модель, ми бачимо температурний та ентальпійний показники

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата	52

ефективності роботи утилізатора. Ці ж параметри розраховуються і для рекуперативного утилізатора тільки явної теплоти, приймаючи для нього такий самий температурний коефіцієнт ефективності. Зображення процесів обробки вологого повітря можна побачити, натиснувши кнопку Psychometric chart.

Для вибору кращого варіанту, проведемо наглядне порівняння звичайного рекуператора і Lossney. Після проведення моделювання данні заніс до таблиці

№	Найменування	Місяці						
		I	II	III	IV	X	XI	XII
Вихідні дані	Температура зовнішнього повітря, °C	-5,5	-4,1	-1	7,7	7,8	1,4	1,1
	Відносна вологість, %	63	61	57	47	58	65	66
Lossney	Температуру припливного повітря, °C	13,3	13,6	15,1	17,5	17,5	15,9	15,7
	Абсолютна вологість припливного повітря, г/кг	3,8	3,9	4,4	5,3	5,5	4,8	4,7
	Утилізований тепловий потік, кВт (ккал/год)	1,4	1,4	1	0,5	0,4	0,8	0,9
		1242,4	1182,9	895,2	406	331,9	686,5	738,7
Звичайний рекуператор	Температуру припливного повітря, °C	13,3	13,6	15,1	17,5	17,5	15,9	15,7
	Абсолютна вологість припливного повітря, г/кг	1,7	1,8	2,9	5	5,9	4,1	3,9
	Утилізований тепловий потік, кВт (ккал/год)	1,2	1,1	0,8	0,4	0,4	0,8	0,7
		998	937,5	721,9	376,1	376	686,5	642,4

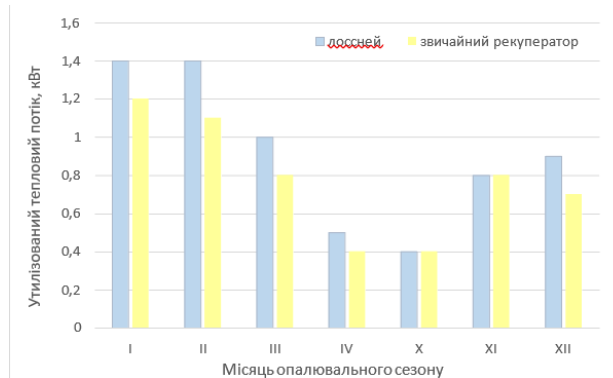


Рис. 3.8 Утилізований тепловий потік по місяцях

Економія теплової енергії за опалювальний період визначається за формулою:

$$Q_{\Sigma} = \sum Q_i \tau_i = [Q_i - \text{в кВт та ккал/год}]$$

Lossnay:

$$Q_{\Sigma} = 8 \cdot (27 \cdot 0,8 + 31 \cdot 0,9 + 1,4 \cdot 31 + 1,4 \cdot 28 + 1 \cdot 31 + 0,5 \cdot 12) = 1353 \text{ кВт год або } 1,16 \text{ Гкал}$$

Звичайний рекуператор:

$$Q_{\Sigma} = 8 \cdot (27 \cdot 0,8 + 31 \cdot 0,7 + 1,2 \cdot 31 + 1,1 \cdot 28 + 0,8 \cdot 31 + 0,4 \cdot 12) = 1127 \text{ кВт год або } 0,97 \text{ Гкал}$$

Економія коштів з урахуванням діючих тарифів ($T = 10051,6$ грн/Гкал) для централізованого теплопостачання будівель міста Нойнкірхен.

$$E = Q_{\Sigma} \cdot T, \text{ грн, де } Q_{\Sigma} - \text{сумарна економія теплової енергії, Гкал.}$$

Lossnay:

$$E = 10051,6 \cdot 1,16 = 16082,56 \text{ грн. (342,2 €)}$$

Звичайний рекуператор:

$$E = 10051,6 \cdot 0,97 = 9750,1 \text{ грн. (207,5 €)}$$

Вентиляційна установка з рекуперацією тепла Mitsubishi Lossnay VL-100EU5-E коштує 400 євро за шт. та плата за встановлення та налаштування складає 200. В той час звичайний рекуператор без додаткових

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

функцій типу зволоження, фільтрації високого класу або "розумного" керування коштує 300 євро.

Тоді простий термін окупності визначаємо за формулою (3.19)

Lossney:

$$T_{ок} = \frac{2100}{342,2} = 6,2 \text{ роки.}$$

Звичайний рекуператор:

$$T_{ок} = \frac{1500}{207,5} = 7,8 \text{ років.}$$

Таким чином, виходячи з вище проведених розрахунків, можна сказати що вентиляційна установка Lossney не тільки має більш широкий функціонал а і є більш ефективною в плані окупності.

Висновки до розділу 3

З метою збільшення ефективності використання теплової енергії та відповідності стандартам, було рекомендовано утеплити дах і стіни зовні будівлі. Загальні відомості про запропоновані заходи внесено до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Заходи для оптимізації споживання теплової енергії в будівлі

Найменування заходу	Капітало- вкладення , грн	Економія енергії, Гкал/рік	Економія, грн/рік	Простий термін окупності
Встановлення системи опалення погодного регулювання	110400	19,4	195755	0,7 роки

Продовження таблиці 3.6

Встановлення вентиляційної установки з рекуперацією тепла	100000	1,16	16082,6	6,2 роки
---	--------	------	---------	----------

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

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

4.1 Аналіз існуючого стану та сучасних тенденцій розвитку енергоменеджменту

Системи енергетичного менеджменту в житлових будинках в Австрії включають набір заходів та технологій, спрямованих на оптимізацію енергоспоживання та зниження енергетичних витрат. Основні принципи системи енергетичного менеджменту включають в себе моніторинг, аналіз та контроль енергетичних процесів у будинках з метою ефективного використання ресурсів.

Основні компоненти системи енергетичного менеджменту в житлових будинках включають наступне:

- Моніторинг енергоспоживання : встановлення систем «розумного» моніторингу (smart metering), які вимірюють та реєструють енергетичні параметри, такі як споживання електроенергії, тепла, води та газу.
- Аналіз енергоспоживання : проведення аналізу отриманих даних з моніторингових систем для виявлення тенденцій та аномалій у споживанні енергії.
- Енергоефективність : впровадження заходів та технологій з метою підвищення енергоефективності будівлі — утеплення, рекуперація тепла, встановлення теплових насосів, використання світлодіодного освітлення, встановлення сонячних панелей тощо.
- Управління навантаженням : застосування автоматизованих систем управління будинком (наприклад, BMS), які дозволяють оптимізувати споживання енергії залежно від режиму використання приміщень.
- Свідоме споживання : проведення навчання та інформування мешканців щодо енергоефективного споживання енергії та раціонального використання ресурсів.

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

У сфері енергетичного менеджменту для таких житлових будівель існує ряд сертифікаційних систем та стандартів, які дозволяють оцінити та визнати впровадження енергетичного менеджменту відповідно до вимог сталого розвитку. Найпоширенішими сертифікаційними системами є:

- ISO 50001 : Стандарт ISO 50001 "Системи енергетичного менеджменту — Вимоги з впровадження та використання" встановлює вимоги до системи енергетичного менеджменту та допомагає будинкам у впровадженні ефективного використання енергії, поліпшенні енергоефективності та зниженні енергетичних витрат.
- klimaaktiv: Національна австрійська система оцінювання енергоефективності, яка враховує енергоспоживання, використання відновлюваних джерел енергії, якість будівельних матеріалів, вентиляцію, комфорт та інші параметри сталого будівництва.
- ÖGNI (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft) : австрійська сертифікаційна система, яка працює на основі німецької DGNB і спрямована на оцінку сталого будівництва з урахуванням екологічних, економічних та соціальних критеріїв.
- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): міжнародна система оцінювання сталості будівель, яка може застосовуватись і в Австрії. Вона оцінює енергоефективність, вплив на довкілля, управління водними ресурсами, використання матеріалів тощо.

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

4.2 Стан системи енергетичного менеджменту на об'єкті

У житловому будинку на 10 квартир у місті Нойнкірхен наразі не передбачено окремої розробленої стратегії у напрямку сталого розвитку, зокрема щодо відповідального споживання ресурсів та впливу на навколишнє середовище. Водночас з метою контролю та регулювання екологічного впливу на об'єкті функціонує базова система екологічного управління, координатором якої виступає обраний представник співвласників або керуюча організація.

У 2020 році було ініційовано створення цілісної системи енергетичного менеджменту (СЕМ), що стало важливим кроком у напрямку підвищення енергоефективності будинку та впровадження принципів сталого розвитку. Основною метою впровадження СЕМ було забезпечення раціонального використання енергоресурсів, що включало три ключові аспекти:

- Економічний — зниження щомісячних витрат на комунальні послуги для мешканців
- Екологічний — скорочення обсягів викидів CO₂ за рахунок підвищення ефективності систем опалення, освітлення та вентиляції
- Соціально-іміджевий — покращення комфорту проживання та підвищення вартості об'єкта нерухомості на ринку

Система енергетичного менеджменту була розроблена з урахуванням кращих практик ЄС та адаптована до потреб житлової забудови малої поверховості. Одним із ключових кроків стало об'єднання СЕМ із базовими елементами екологічного управління, що дозволило створити єдину модель управління ресурсами будинку.

Оскільки система управління будинком вже відповідає екологічним нормам, прийнятим в Австрії, будь-які додаткові вимоги, що можуть бути введені на рівні ЄС (наприклад, у сфері поводження з побутовими відходами

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

чи викидами CO₂), лише доповнять уже існуючі добровільно впроваджені елементи.

Для мешканців періодично організовуються короткі інформаційні сесії або онлайн-розсилки, на яких вони інформуються про сучасні тенденції у сфері енергозбереження, можливості участі в місцевих програмах підтримки та про результати впровадження заходів з екологічного й енергетичного управління.

4.3 Рекомендації щодо вдосконалення організаційно-управлінських заходів

На основі проаналізованих результатів аудиту рекомендується:

- ☐ створити загальний електронний перелік енергетичних приладів, , що застосовуються;
- ☐ доцільно провести внутрішнє навчання призначених спеціалістів процедурою внутрішнього аудиту системи екологічного менеджменту спеціалістом, який пройшов зовнішнє навчання, з практичним застосуванням результатів;
- ☐ налагодити систему управління документацією, що стосується інформації про будівлю та її конструктивні особливості.
- ☐

Висновки до розділу 4

Система енергетичного менеджменту є частиною загальної політики компанії. Формується стратегія та план дій, а також впровадження необхідних заходів для збереження енергії. Роботу в можна оцінити як доцільну.

Система обліку енергетичних ресурсів будівлі є хорошою і дозволяє робити глибокий аналіз для визначення наявних або потенційних відхилень від нормального споживання.

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

5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

5.1 Визначення кліматичних умов

Будівля знаходиться в місті Нойнкірхен, Нижня Австрія за адресою Крамлінгергассе 23.

Клімат у м. Нойнкірхен (Нижня Австрія) є помірно континентальним, м'яким, з достатнім зволоженням. Середня температура січня становить – 1,3 °С, липня +19,2 °С. Середня температура за рік складає приблизно 9,1 °С. За рік на території регіону випадає близько 1060 мм опадів, переважно в літній період. Осінь часто буває теплою та сухою, а для літа характерна велика кількість сонячних днів. Середній рівень хмарності становить близько 6 балів. Регіон належить до першої кліматичної зони.

Географічне розташування об'єкта дозволяє ефективно використовувати сонячну енергію. Координати будівлі: 47°43' пн. ш., 16°05' сх. д. Середня кількість сонячної радіації, що надходить на горизонтальні поверхні за зазначеними координатами, становить близько 820 МДж/м² при помірній хмарності. Це свідчить про доцільність встановлення сонячних панелей для забезпечення частини енергоспоживання будинку. Помісячна сонячна радіація зазначена в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Середньомісячні суми прямої сонячної радіації, що надходять на горизонтальну поверхню за середніх умов хмарності для міста Нойнкірхен

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Сонячна радіація, МДж/м²	25	45	105	150	190	205	200	165	125	70	25	20

5.2 Розрахунок сонячної електростанції

На момент проведення аудиту будівля не має жодних сонячних електростанцій. Пропонується встановити на даху 55 панелей виробника REC Group характеристики відповідної моделі наведено в таблиці 5.2. Вони допоможуть фірмі отримувати власну енергію і економити на оплачуванні тарифів.



Рисунок 5.1 – Запропоновані сонячні панелі REC Group

Таблиця 5.2 – Характеристики сонячної панелі REC Alpha Pure-R

Параметр	Значення
Максимальна потужність	410 Вт
Напруга холостого ходу	58,9 В

Продовження таблиці 5.2

Максимальна напруга в точці живлення	48,8 В
Струм короткого замикання	8,97 А
Максимальний струм точки живлення	8,52 А
Ефективність модуля	22,3%
Тип модулів	Монокристалічні
Розмір панелі	1630 х 1030 мм (1,63 х 1,03 м)

Дах будівлі має кут нахилу 30 відповідно панелі будуть знаходитись під таким самим кутом, що є доволі оптимальним варіантом.

Враховуючи кількість модулів розрахуємо максимальну потужність системи за формулою

$$P_{PV} = P_{max}n,$$

де P_{max} – максимальна потужність одного модуля;

n – загальна кількість модулів;

$$P_{PV} = 410 \cdot 55 = 22\,550 \text{ Вт.}$$

До системи приєднано два інвентори марки Fronius Primo 10.

Виначаємо чи достатньо потужності інвенторів для існуючої системи сонячних панелей виконавши перевірку за умовою

$$0,8P_{i_{нв}} < P_{PV} < 1,2P_{i_{нв}},$$

де $P_{i_{нв}}$ – номінальна потужність інвенторів.

Оскільки маємо два інвентори по 10 кВт, то відповідно до умови отримуємо

$$0,8 \cdot 10\,000 \cdot 2 < 22\,550 < 1,2 \cdot 10\,000 \cdot 2;$$

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

$$16\,000 < 22\,550 < 24\,000;$$

Тож, умова виконується і встановлених інвенторів достатньо.

Для розрахунку загальної вихідної фотоелектричної потужності системи з використанням сонячних панелей типу REC Alpha Pure-R (потужністю 410 Вт), було використано програмне забезпечення PV*SOL.

Результат розрахунку представлений на рис. 5.2. Детальний звіт з розрахунку наведено в додатку Б.

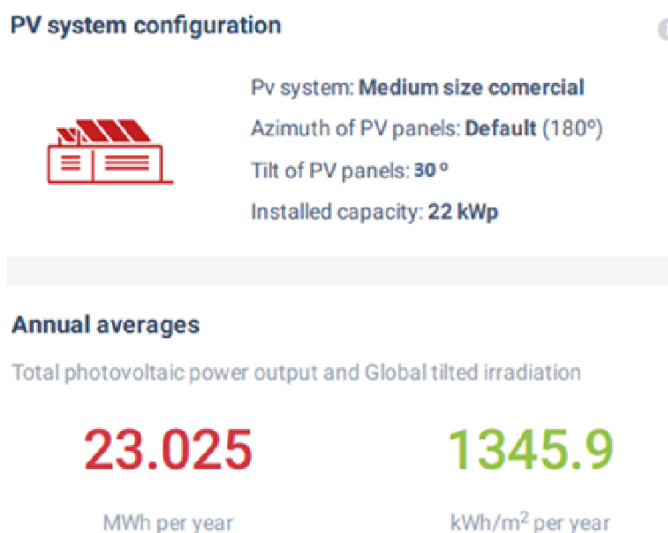


Рисунок 5.2 – Результати розрахунку для поточного кута нахилу панелей

Виробництво зіставило 23,025 МВт·год. Оскільки будівля використовує 100% згенерованої сонячними панелями енергії, економія буде лише за рахунок зменшення споживання електроенергії з мережі. Тому економію обчислимо за формулою

$$\Delta E = \Delta W T,$$

де ΔW – це абсолютне збільшення генерації енергії;

T – тариф на електричну енергію.

Відповідно до формули отримуємо.

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

$$\Delta E = 23025 \cdot 12,1 = 278602,5 \text{ грн. (6056€)}$$

Сонячні панелі REC Alpha Pure-R коштують 120 € за шт, та 2 інвентори марки Fronius Primo 10 ціною 2400 € . Монтаж системи та її налаштування коштує до 500 €. І того в сумі виходить 11 900 € (559 300 грн.)

Тоді простий термін окупності визначаємо за формулою (3.19)

$$T_{ок} = \frac{11900}{6056} = 1,96 \text{ років.}$$

5.2 Інсталювання системи генеруючих жалюзі

Генеруючі жалюзі- це пристрої для сонцезахисту, що монтуються на фасадах споруд або на вікнах зсередини. Як приклад візьмемо жалюзі VELUX Solar-Rollladen SSL компанії SOLID Solar Energy Systems GmbH

Конструкція жалюзі включає алюмінієве покриття зовнішнього шару, а сонячні модулі об'єднані сталевими кабелями, що гарантують міцність та опір вітру. За потреби, жалюзі повністю зникають у металевому коробі.

Система під'єднується до електромережі через інвертор, що дозволяє передавати вироблену сонячну енергію напряму до внутрішньої мережі будівлі. Таким чином, знижується загальне споживання електроенергії на обсяг, що генерують сонячні жалюзі.

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата					



Рисунок 5.4 – Зовнішній вигляд жалюзі

Таблиця 5.3 – Технічні характеристики установки

Сонячні модулі	VELUX Solar-Rollladen SSL
Максимальна потужність на 1 м ²	100 Вт/год
Діапазон ширини	55-155 см
Діапазон висоти	80-200 см
Матеріал панелей	Монолітний кремній, скловолокно
Ефективність панелей	22,4
Сумісність з мережею	110/220/230 В АС, 50/60 Гц
Інвентор	600/300/100 Вт

Також є можливість інтеграції з мистемами розумного дому, встановлення таймеру та датчика освітленості У таблиці 5.4 зазначена кількість та площа вікон відповідно до орієнтації фасаду.

Таблиця 5.4 – Характеристики вікон відповідно до орієнтації фасаду

Орієнтація фасаду	Кількість вікон	Площа вікон, м ²
Пн	2	4
Сх	28	56
Зх	16	32

Відповідно до інформації заявленої виробником, жалюзі як затіняючі конструкції дозволять зменшити теплонадходження від сонячної радіації до 30%. Тому розрахуємо теплові надходження від сонячної радіації в неопалювалі місяці за формулою

$$Q_{\text{СЛ}} = \xi_{\text{в}} \varepsilon_{\text{в}} (F_{\text{СХ}} I_{\text{СХ}} + F_{\text{ПН}} I_{\text{ПН}} + F_{\text{ПД}} I_{\text{ПД}} + F_{\text{ЗХ}} I_{\text{ЗХ}}),$$

де $\xi_{\text{в}}$ - коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу;

$I_{\text{ПН}}$, $I_{\text{С}}$, $I_{\text{ПД}}$, $I_{\text{З}}$ - середня величина сонячної радіації місяці, що не входять до опалювального періоду МДж/м² відповідно до;

$\varepsilon_{\text{в}}$ - коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації;

$F_{\text{ПН}}$, $F_{\text{С}}$, $F_{\text{ПД}}$, $F_{\text{З}}$ - площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу.

Місяцями, що не входять до опалювального періоду вважатимемо травень, червень, липень, серпень та вересень.

Тоді теплонадходження від сонячної радіації для будівлі за формулою будуть складати

$$Q_{\text{СЛ}} = (0,8 \cdot 0,74 \cdot (56 \cdot (137 + 138 + 141 + 130 + 97) + 4 \cdot (17 + 33 + 24 + 2 + 0) + 32 \cdot (120 + 120 + 129 + 117 + 85))) = 32313,7 \text{ МДж} = 9420,5 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до інформації від виробника приблизна кількість енергії, що необхідна для охолодження нагрітого повітря від сонячної радіації за рік складатиме

$$W_{\text{кон}} = 9420,5 \cdot 0,7 = 6594,35 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахуємо генерацію від панелей на лопатях жалюзі.

Виробником установлено, що 1 м² генерує в середньому 100 Вт за годину роботи. Вважатимемо, що середня довжина світлового дня складає 12 годин на день.

Тоді генерацію за рік розрахуємо за формулою

$$W_{\text{ген}} = PtFn,$$

де P – генерація енергії 1 м² установки за годину роботи,

t – години активної роботи,

F – генеруюча площа жалюзі, що є сумою усіх площ з таблиці 5.3,

n – кількість днів у році (365 днів),

$$W_{\text{ген}} = 100 \cdot 12 \cdot (4 + 56 + 32) \cdot 365 = 33580 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Щорічну економію за формулою

$$\Delta E = (W_{\text{ген}} + W_{\text{кон}})T,$$

де T – поточний тариф на електричну енергію.

$$\Delta E = (33580 + 6594,35)12,1 = 486\,109,635 \text{ грн.}$$

Інвестиції проєкту складаються з:

- Вартість жалюзі, що складає 330 € /м²;
- Вартість інвенторів, виробником рекомендується встановлення одного інвентора на приміщення не більше ніж 50 м², вартість інвентора від SolarGaps складає 200 €;

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

- Плата за виконання робіт складає 30% від вартості жалюзі;

Експлуатаційними витратами є очищення жалюзі щороку. Вартість послуги очищення в клінінговій компанії складає близько 2 € /м².

Вартість жалюзі складає

$$I_{\text{ж}} = (4 + 56 + 32) \cdot 330 \cdot 94 = 2\,853\,840 \text{ грн.}$$

Вартість інвенторів складає

$$I_i = 10 \cdot 200 \cdot 47 = 94\,000 \text{ грн.}$$

Вартість робіт

$$I_p = 2\,853\,840 \cdot 0,3 = 856\,152 \text{ грн.}$$

Загальні інвестиції складають

$$I = 2\,853\,840 + 94\,000 + 856\,152 = 3\,803\,992 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на рік

$$A = (4 + 56 + 32) \cdot 47 = 4\,324 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності визначаємо за формулою (3.24)

$$T_{\text{ок}} = \frac{3\,803\,992}{486\,109,635} = 7,2 \text{ роки.}$$

5.3 Інсталювання сонячних колекторів для нагрівання води

Сонячні колектори- це обладнання, яке перетворює енергію сонця на тепло для підігріву води. Вони є ключовим компонентом геліосистем, що забезпечують гарячу воду в житлових і публічних будівлях. Їхній принцип роботи полягає в захопленні сонячних променів та передачі отриманого тепла рідині, яка постійно рухається по замкнутому колу.

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

Ключовим елементом колектора є поглинальна пластина, зроблена зі спеціального металу з селективним покриттям. Це покриття максимально ефективно вбирає сонячне світло та зменшує втрати тепла. Під пластиною розміщені трубки, по яких тече теплоносіє – вода або антифриз. Під впливом сонця теплоносіє нагрівається та рухається по трубах до теплообмінника, що знаходиться всередині бойлера-акумулятора. Там тепло передається воді, що зберігається в баку, а охолоджений теплоносіє повертається назад у колектор, щоб повторити цикл

В будівлі проживає 25 людей, норма споживання гарячої води на день однією людиною- 50 л на особу. В рік виходить приблизно 465 250м³/рік

Необхідна теплова енергія для нагріву води визначається за формулою:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 465\,250 \cdot 4\,186 \cdot 40 = 77\,901,46 \frac{\text{кДж}}{\text{рік}} = 22411 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Ефективність колектора площею-500 кВт*год/м²*рік, а площа 6 м²

$$6 \cdot 500 = 3\,000 \text{ кВт/год}$$

Виходячи з цих даних, покриття потреб становить:

$$n = \frac{3000}{22411} \cdot 100\% = 14\%$$

.Висновки до розділу 5

Кліматичні умови місця розташування будівлі є сприятливими для використання відновлювальних джерел енергії.

Оскільки об'єкт ще не використовує відновлювальні джерела для генерації енергії, було запроваджено встановлення панелей для генерації електричної енергії на об'єкті.

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

Додатково запропоновано встановлення системи генеруючих жалюзі та сонячних колекторів. Це дозволить зменшити споживання електричної енергії, що витрачається в приміщеннях та збільшити відсоток електроенергії, що генерується сонячними елементами для потреб будівлі.

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ НАСОСІВ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

6.1 Загальна характеристика об'єкту

Розглядається система теплопостачання двоповерхового житлового будинку на 10 квартир загальною площею 608 м². Система розроблена, враховуючи сучасні вимоги до енергоефективності, безпеки для довкілля та надійності. Головним елементом циркуляції теплоносія є енергоефективний циркуляційний насос Grundfos ALPHA2 25-60. Він обраний як прилад, що відповідає європейським стандартам.

Насос призначений для роботи в закритих системах опалення з примусовою циркуляцією теплоносія. Встановлення насоса передбачене на зворотній магістралі системи поблизу джерела тепла (газовий чи електричний котел, тепловий насос), у спеціальному приміщенні - індивідуальному тепловому пункті (ІТП), розташованому в підвалі будівлі будівлі, в окремому технічному приміщенні.

Приміщення ІТП має площу 6 м² та об'єм 18 м³, що відповідає санітарним вимогам до технічних приміщень, а також вимогам щодо вентиляції, освітлення, електрозабезпечення та евакуації. Категорія приміщення з електробезпеки – приміщення з підвищеною небезпекою, що зумовлено наявністю систем зволоження, можливістю появи конденсату, а також наявністю металевих конструкцій, які можуть опинитися під напругою при пошкодженні ізоляції. Через це вживаються додаткові заходи електрозахисту, включаючи захисне заземлення та автоматичне вимкнення в разі аварій.

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

Категорія приміщення за вибухо- і пожежонебезпекою – категорія Д (виробництва з негорючими речовинами та матеріалами у холодному стані). Насос не створює відкритого полум'я, не працює з горючими речовинами, однак розміщується поруч з елементами теплогенераторного обладнання, що зумовлює підвищені вимоги до протипожежного захисту.

Технічні характеристики вибраного насосного обладнання:

- Номінальна подача: до 3,5 м³/год
- Максимальний напір: до 6 м
- Потужність: 3–34 Вт
- Енергоефективність: $EEl \leq 0.15$ (відповідає ErP)
- Діаметр приєднання: DN25
- Робочий температурний діапазон: +2...+110 °C
- Клас захисту: IP44
- Монтажна довжина: 180 мм
- Маса: $\approx 2,3$ кг

Матеріал корпусу – чавун з антикорозійним покриттям. Насос оснащено вбудованим мікропроцесором з функцією AUTOADAPT, який дозволяє автоматично змінювати робочі параметри в залежності від потреб системи опалення. Завдяки низькому енергоспоживанню обладнання відповідає сучасним вимогам еко дизайну.

Доставка насосного обладнання здійснюється у заводському виконанні з мінімальною потребою у підготовчих роботах. Для монтажу передбачено використання стандартного набору інструментів і засобів механізації малої потужності (переносні візки, ручні підіймачі), що дозволяє уникнути використання важкої підйомної техніки.

З метою запобігання травматизму при роботі в ІТП передбачено:

- нанесення знаків безпеки;
- обмеження доступу сторонніх осіб;
- протиковзке покриття підлоги;

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

- вентиляція з механічним спонуканням;
- аварійне та евакуаційне освітлення.

Таким чином, об'єкт забезпечено умовами, що дозволяють виконувати роботи з монтажу та обслуговування насосного обладнання відповідно до нормативно-правових актів у сфері охорони праці та техніки безпеки.

6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт

Монтаж енергоефективного насосу Grundfos ALPHA2 25-60 у системі передбачає низку підготовчих, монтажних та пусконаладжувальних операцій. Роботи виконуються у спеціально обладнаному технічному приміщенні — індивідуальному тепловому пункті (ІТП), що забезпечує безпечні умови для монтажу.

Перелік робіт:

Підготовчі роботи:

- Візуальний огляд приміщення, перевірка наявності вентиляції, освітлення, евакуаційних виходів;
- Перевірка електропостачання і заземлення;
- Доставка обладнання та підготовка монтажного майданчика.

Монтажні роботи:

- Установка монтажних опор;
- Закріплення насоса на трубопроводі (із застосуванням монтажних ключів, ущільнювачів, фітингів);
- Підключення до електричної мережі з урахуванням класу захисту IP44;
- Підключення гідравлічних магістралей.

Пусконаладжувальні роботи:

- Перевірка герметичності з'єднань;
- Підключення системи керування насосом;
- Програмування режиму AUTOADAPT;

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

- Пробний пуск і перевірка роботи в системі.

Склад бригади та обов'язки:

Роботи виконуються монтажною бригадою з 3 осіб. До складу бригади входять:

- 1 Електромонтажник - III група з електробезпеки
- 1 Слюсар-сантехнік - Роботи з системами опалення
- Майстер монтажу - Відповідальний за технічну частину, IV група з електробезпеки

Керівником робіт є майстер монтажу, який несе відповідальність за безпечне виконання робіт, веде журнал інструктажів та контролює дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

Усі члени бригади проходять первинний цільовий інструктаж з охорони праці; з безпеки виконання робіт

Роботи проводяться відповідно до наряду-допуску. Після закінчення монтажу обладнання вводиться в експлуатацію після технічного обстеження відповідальними особами.

6.3 Визначення показників умов праці

Умови праці під час монтажу енергоефективного циркуляційного насоса в системі теплопостачання визначаються технічними особливостями приміщення ІТП, специфікою робіт і характером застосовуваного обладнання.

Загальні умови праці:

- Місце виконання робіт — опалюване технічне приміщення в межах житлової будівлі (ІТП), ізольоване від житлової зони.
- Тип робочого місця — закрите, стаціонарне.
- Освітлення — штучне — світлодіодні світильники з освітленістю не менше 300 лк, що відповідає нормам ДБН В.2.5-28:2018.

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Мікроклімат — регулюється автоматично. Під час виконання робіт температура повітря в приміщенні становить 16–20 °С, вологість — 50–60 %, швидкість руху повітря — не більше 0,2 м/с, що відповідає санітарно-гігієнічним нормам.
- Вентиляція — механічна припливно-витяжна, з кратністю повітрообміну не менше 3.
- Рівень шуму — до 45 дБ (при непрацюючому обладнанні), до 60 дБ при випробуваннях насоса.
- Оснащення робочого місця — переносне освітлення, заземлені розетки, відсутність джерел відкритого вогню, підлога — протиковзка.
- Інструмент — електрифікований ручний (дриль, шуруповерт) і механічний (ключі, гайковерти), сертифікований згідно ТУ.
- Положення тіла під час виконання робіт — переважно «стоячи, з незначним нахилом тулуба»; маса підйомного навантаження — не більше 15 кг.
- Характер трудового процесу — малої важкості (категорія 1а–2а), з помірною напруженістю (однотипні дії, періодичний контроль і корекція).

Таблиця 6.1. – Санітарно-гігієнічні показники

Показник	Нормативне значення	Фактичне значення
Температура повітря	16-22 °С	19 °С
Вологість	40-60%	53%
Освітленість	≥ 300 лк	342 лк
Рівень шуму	≤ 70 дБ	45-60 дБ

6.4 Оцінювання ризиків на робочому місці

Оцінка ризиків здійснюється для виявлення можливих загроз та факторів, що можуть завдати шкоди, які здатні вплинути на безпеку працівників під час встановлення енергоефективного насоса в індивідуальному тепловому пункті житлового будинку. Цей процес базується на ключових принципах: ідентифікації потенційних ризиків, їх оцінці з точки зору вірогідності появи та ступеня тяжкості наслідків.

Таблиця 6.2 Оцінка ризиків під час встановлення насоса

№	Небезпечний чинник	Ймовірність виникнення	Тяжкість наслідків	Рівень ризику	Заходи щодо усунення або зниження
1	Ураження електричним струмом	Середня	Висока	Високий	ЗІЗ, заземлення, автоматичне вимкнення, інструктаж
2	Послизання на вологій підлозі	Середня	Середня	Середній	Протиковзке покриття, знаки безпеки
3	Травма при використанні інструменту	Середня	Середня	Середній	Навчання, ЗІЗ рук, технічний нагляд
4	Падіння предметів	Низька	Середня	Низький	Обмеження доступу, охайне розміщення інструменту

Продовження таблиці 6.2

5	Вплив шуму	Середня	Низька	Низький	Обмеження часу перебування, ЗІЗ слуху (за потреби)
6	Вплив хімічних речовин (мастила, пил)	Низька	Середня	Низький	Провітрювання, рукавички, респіратор
7	Переохолодження	Низька	Середня	Низький	Нормування часу, утеплення, спецодяг

6.5 Вибір відповідних заходів і засобів з обмеження шкідливих чинників та електробезпеки

Під час монтажу та експлуатації енергоефективних насосів у системі теплопостачання житлового будинку працівники можуть піддаватись впливу таких шкідливих та небезпечних виробничих чинників:

- електричний струм при підключенні та обслуговуванні обладнання;
- підвищений рівень шуму від роботи насосного обладнання;
- недостатня освітленість приміщення насосної;
- підвищена вологість і можливість утворення конденсату;
- обмежені простори для монтажу, що підвищує ризик травм.

Для усунення або зниження впливу цих факторів передбачено наступні організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні заходи:

1. Електробезпека:

- Усі електроустановки повинні бути заземлені відповідно до вимог ПУЕ.
- Застосування автоматичних вимикачів захисного відключення (ПЗВ) для запобігання ураженню електричним струмом.
- Роботи з електрообладнанням дозволяються лише працівникам з відповідною групою допуску.
- Періодична перевірка стану ізоляції електропроводки та цілісності корпусів насосів.

2. Обмеження шкідливих чинників:

- Для зменшення шуму передбачено встановлення насосів у звукоізовованому приміщенні з антивібраційними прокладками.
- Освітлення насосної має відповідати нормам ДБН В.2.5-28:2018 (не менше 200 лк).
- Застосування примусової вентиляції для підтримки оптимального мікроклімату.
- Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): гумові рукавиці, діелектричне взуття, захисні окуляри.

3. Організаційні заходи:

- Проведення інструктажів з охорони праці перед початком робіт.
- Розробка та затвердження інструкцій з безпечного виконання робіт.
- Забезпечення вільного доступу до аварійного відключення електроживлення.
- Наявність вогнегасників поблизу електроустановок (типу ВВК-2 або аналогічних за європейськими стандартами).

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

6.6 Розрахунок штучного освітлення службового приміщення

Штучне освітлення в насосній станції повинно забезпечувати достатній рівень видимості для безпечного виконання робіт з монтажу, технічного обслуговування та ремонту обладнання. Освітлення виконується системою загального рівномірного освітлення за допомогою світлодіодних світильників.

Розрахунок проводимо методом коефіцієнта використання світлового потоку:

Вихідні дані:

- Призначення приміщення: насосна станція
- Площа приміщення: 12 м² (наприклад 4 м × 3 м)
- Висота до кріплення світильників: 2,5 м
- Нормована освітленість для насосної станції згідно з ДБН В.2.5-28:2018: 300 лк
- Коефіцієнт запасу: 1,5
- Коефіцієнт використання світильника (LED типу): 0,6
- Світловий потік одного світильника: 1600 лм

Розрахунок загального світлового потоку:

$$\phi = \frac{E \cdot S \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 12 \cdot 1,5}{0,6} = 9000 \text{ лм}$$

Кількість світильників:

$$n = \frac{\phi}{\phi_{\text{одного}}} = \frac{9000}{1600} \approx 5,6 = 6 \text{ світильників}$$

Для забезпечення нормативної освітленості в насосному приміщенні необхідно встановити 6 світлодіодних світильників потужністю приблизно

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

15–18 Вт із світловим потоком 1600 лм, рівномірно розташованих по площі стелі.

6.7 Вибір заходів з пожежотушіння

Особливістю будівлі є те, що вона сконструйована у формі прямокутника, що не збільшує кількість вимог до пожежної безпеки.

Схема евакуації по своїй суті в даному випадку непотрібна через малі розміри.

Загалом система пожежної безпеки є комплексною і складається зі блоків місцевого гасіння.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку передбачені первинні засоби пожежогасіння. На кожному поверсі передбачено по два порошкових вогнегасники та одна протипожежна ковдра. У кімнатах спеціального призначення наявні окремі пожежні щити з відповідними до потреб вогнегасниками порошкового типу.

Вибір типу та виду вогнегасників, а також визначення їх кількості та ємності залежить від кількох факторів, включаючи їх вогнегасну здатність, граничну площу, клас пожежі у приміщенні або об'єкті, який потребує захисту, відповідно до діючих нормативів. Крім цих параметрів, також враховується категорія приміщень з погляду вибухопожежної та пожежної небезпеки. У таблиці 6.3, наведені рекомендації щодо оснащення виробничих приміщень переносними вогнегасниками відповідно до вимог діючих нормативних документів.

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

Оскільки усі приміщення будівлі відносяться до категорії Д, то відповідно до нормативної документації пересувні вогнигасники не вимагаються.

Таблиця 6.3 - Рекомендації щодо оснащення приміщень переносними вогнегасниками

Категорія приміщення	Площа захисту, м ²	Клас пожежі	Хімічно-пінні вогнегасники ємністю 10 л.	Порошкові вогнегасники ємністю, л			Хладонні вогнегасники ємністю 2(3) л.	Вуглекислотні вогнегасники ємністю, л	
				2	5	10		2(3)	5(8)
Д	1800	А	2++	4+	2+	1+	-	-	-
		D	-	-	2+	1++	-	-	-
		Е	-	2+	2+	1+	2+	4+	2++
Будинки та споруди суспільного призначення	800	А	4++	+	4+	2+	-	-	4+-
		Е	-	-	4+	2+	4+	4+	2++

Площа одного поверху складає 300м². Відповідно до специфіки приміщень розглядаємо класи пожежі:

клас А – горіння твердих речовин;

клас Е – горіння електроустановок під напругою.

В будівлі застосовано по чотири вогнегасники на 3л типу Gloria S 3 EASY, що повністю відповідає зазначеним вище рекомендаціям.

Висновки до розділу 6

Будівля має форму прямокутника, що не підвищує вимог до пожежної безпеки. На даний момент серед працівників не має робітника, що відповідає перевірку умов праці на робочих місцях. Показники умов праці знаходяться на допустимому чи оптимальному рівні та не переходять межу встановлених норм. У будівлі не наявні особливі категорії освітлення, а саме аварійне та евакуаційне, які мають резервне живлення через малі розміри.

Система пожежогасіння є комплексною, тому є цілком надійною. Оскільки будівля має різні типи приміщень з різноманітним обладнанням, то блоки місцевого пожежогасіння відрізняються. Вогнегасники, що розташовані в цехах з ремонту електричного обладнання, влаштовано за нормами, а їх тип відповідає рекомендаціям нормативних документів.

За заходи цивільної безпеки відповідальний власник, що регулярно сприяє обізнаності працівників про порядок дій у надзвичайних ситуаціях. Методичні рекомендації щодо порядку дій досить детальні та зрозумілі.

Загалом, стан системи охорони праці та пожежної безпеки у будівлі вважається повністю задовільним.

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

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Асоціація енергоаудиторів України: вебсайт. URL: <https://aea.org.ua/> (дата звернення: 05.06.2023).
2. Бориченко О. В., Находов В. Ф., Чернявський А. В. Енергетичний менеджмент: моніторинг ефективності використання енергії для технологічного об'єкту: навч. посіб. / КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022.
3. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги/ Держ. Буд. норми України Вид. офіц. Київ: ДП «Укрархбудшнформ», 2017.
4. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення/ Держ. Буд. норми України Вид. офіц. Київ: ДП «Укрархбудшнформ», 2010. 89 с.
5. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення/ Держ. Буд. норми України Вид. офіц. Київ: ДП «Укрархбудшнформ», 2018.
6. ДБН В.2.6-31:2021.Теплова ізоляція та енергоефективність будівель/ Держ. Буд. норми України Вид. офіц. Київ : ДП «Укрархбудшнформ», 2022.
7. Дешко В.І., Білоус І.Ю., Наумчук О.С. Системи виробництва та розподілу енергії. Виробництво, розподіл та споживання теплової енергії – 2: Розрахункова робота: навч. посіб./ КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021.
8. ДСанПіН Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Україна. Київ, 2014.
9. 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.
10. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні/ Держ. стандарт України. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015.

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

11. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою/Держ. стандарт України. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

12. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель/Держ. стандарт України. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2014.

13. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель/Держ. стандарт України. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015.

14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія./Держ. стандарт України. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2011.

15. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання: навч. посіб. / КПП ім. Ігоря Сікорського, 2011.

16. Єщенко О.І., Тупотіна Є.Д. Система гарячого водопостачання адміністративної будівлі з використанням теплового насоса. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС –2022): матеріали тез доповідей XII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 26–27 травня 2022 р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.], 2022.

17. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000.

18. Національний Банк України: вебсайт. URL: <https://bank.gov.ua/> (дата звернення: 05.06.2023).

19. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями/Державні Нормативні Акти з Охорони Праці. Україна. Київ, 2018.

20. Офіційний on-line магазин продукції брендів MAXUS LED: вебсайт. URL : <https://maxus.com.ua/> (дата звернення: 05.06.2023).

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

21. Офіційний on-line магазин продукції бренду Armolan: вебсайт. URL <https://armolan.eu/window-film/> (дата звернення: 05.06.2023).

22. Офіційний on-line магазин продукції бренду Mitsubishi Electric: вебсайт. URL <https://mitsubishielectric-shop.com.ua/> (дата звернення: 05.06.2023).

23. ПУЕ-2019. Правила улаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2019.

						Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1- Коефіцієнт використання світлового потоку

$\rho_{сл}$	0,7	0,7	0,5	0,5	0
$\rho_{сн}$	0,5	0,5	0,5	0,3	0
ρ_n	0,3	0,1	0,1	0,1	0
i	Коефіцієнт використання η				
0,5	0,23	0,20	0,20	0,17	0,10
0,6	0,28	0,26	0,24	0,20	0,14
0,7	0,32	0,30	0,28	0,24	0,17
0,8	0,35	0,33	0,30	0,26	0,19
0,9	0,38	0,35	0,33	0,29	0,21
1,0	0,41	0,38	0,35	0,31	0,23
1,1	0,43	0,40	0,37	0,33	0,25
1,25	0,45	0,41	0,38	0,35	0,27
1,5	0,49	0,45	0,42	0,38	0,30
1,75	0,52	0,47	0,44	0,41	0,32
2,0	0,54	0,49	0,45	0,42	0,33
2,25	0,56	0,51	0,47	0,44	0,35
2,5	0,58	0,52	0,48	0,46	0,36
3,0	0,60	0,54	0,50	0,48	0,38
3,5	0,62	0,55	0,51	0,49	0,39
4,0	0,64	0,56	0,52	0,50	0,40
5,0	0,67	0,59	0,54	0,53	0,43

