

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

Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання

(повна назва кафедри)

«На правах
рукопису» УДК

«До захисту допущено»

Завідувача кафедри

Олена БОРИЧЕНКО

«13» жовтня 2024 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітня програма Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: «Формування оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельного центру»

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи ОН-31мп

Черненко Марія Олексіївна

(прізвище, ім'я по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Чернявський А.В

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

(підпис)

Нормоконтроль проф. інж. Прокопенко І.Д.

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

(підпис)

Рецензент _____

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

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

Студент (-ка) _____

Київ – 2024 року

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

Інститут/факультет Навчально-науковий інститут
енергозбереження та енергоменеджменту
 Кафедра електропостачання

(повна назва)

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

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

Завідувача кафедри
 Олена БОРИЧЕНКО
 «13» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Черненко Марія Олексіївна

1. Тема дисертації «Формування оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельного центру»
 науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Чернявський А.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 8 листопада 2024 р. №50 08-с

2. Строк подання студентом дисертації 13.11.2024
3. Об'єкт дослідження: торгівельний центр “Пальміра Плаза”.
4. Предмет дослідження: методи оптимізації енергоспоживання та впровадження відновлюваних джерел енергії у функціонування торговельних центрів.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: 1. Аналіз сучасного стану енергозабезпечення торговельних центрів. 2. Оцінка енергетичних потреб та ресурсів торговельного центру. 3. Розробка стратегії енергозабезпечення торговельного центру. 4. Стартап-проект
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація.

діаграми та рисунки що відображають тц. графіки та таблиці, що відображають результати розрахунків і параметри оптимальних енергетичних стратегій.

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези доповіді на IX Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку– REMS`2024», 23 листопада, м. Київ, 2024 р
8. Консультанти розділів дисертації
Нормоконтроль проф. інж. Прокопенко І.Д.
9. Дата видачі завдання 30 жовтня 2024

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Визначення мети, об'єкту, предмету дослідження	2.11.2024	
2	Визначення попередньої структури дисертації	5.11.2024	
3	Огляд літератури та робота над першим розділом дисертації	14.11.2024	
4	Робота над розділом 2. Оцінка енергетичних потреб та ресурсів торговельного центру	17.11.2024	
5	Робота над розділом 3. Розробка стратегії енергозабезпечення торговельного центру	20.11.2025	
6.	Розробка стартап проєкту	25.11.2025	
7.	Оформлення дисертації	5.12.2025	
8.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	10.12.2024	
9.	Захист дисертації	17.12.2024	

Студент

Черненко М.О.

Науковий керівник дисертації

(ініціали, прізвище)

Чернявський А.В

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему: «Формування оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельного центру» виконана відповідно до науково-дослідних планів кафедри і містить 116 сторінок основного тексту, 17 рисунків, 80 таблиць, 24 джерела у переліку використаної літератури.

Актуальність теми дослідження.

Сучасні підходи до енергозабезпечення будівель, зокрема торговельних центрів, є важливою складовою сталого розвитку в умовах зростання енергетичних потреб та необхідності зменшення впливу на навколишнє середовище. Більшість торговельних центрів України побудовано із застосуванням застарілих технологій, що погіршило до підвищеного енергоспоживання. Впровадження енергоефективних рішень та використання відновлених джерел енергетичної допомоги оптимізації витрат і зменшення енергетичного впливу. У цьому контексті актуальним є визначення оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельних центрів з використанням сучасних технологій та підходів.

Мета і задачі дослідження.

Метою роботи є розробка та формування оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельного центру з урахуванням сучасних викликів.

Основні задачі:

1. Аналіз сучасного стану енергозабезпечення торговельних центрів та виявлення ключових проблем;
2. Оцінка енергетичних потреб торговельного центру центр “Пальміра Плаза”;

3. Розробка техніко-економічного обґрунтування впровадження сучасних технологій енергозабезпечення для торговельного центру;
4. Розгляд Стартап проекту що допоможе у керуванні енергоспоживання торговельного центру.

Об'єкт і предмет дослідження.

Об'єкт дослідження: торговельний центр «Пальміра Плаза» м Запоріжжя.

Предмет дослідження.

Методи оптимізації енергоспоживання та впровадження відновлюваних джерел енергії у функціонування торговельних центрів.

Наукова новина одержаних результатів.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні комплексної методики оптимізації системи енергозабезпечення будівель комерційного призначення шляхом інтеграції інноваційних технологій, таких як теплові насоси, сонячні панелі, системи автоматизації енергозабезпечення.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати дослідження можуть бути використані для модернізації системи енергозабезпечення існуючих торговельних центрів. Впровадження розроблених рекомендацій дозволяє знизити експлуатаційні витрати, підвищити енергоефективність об'єктів та забезпечити їхню екологічну відповідність.

Апробація результатів дисертації.

Результати роботи доповідались на IX Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS`2024», 26 - 27 листопада, м. Київ, 2024 р.

Публікації:

Тези доповіді були опубліковані на IX Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку—REMS`2024», 26 - 27 листопада, м. Київ, 2024 р

Ключові слова: ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ВІДНОВЛЕНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ, ТЕПЛОВІ НАСОСИ, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ТОРГОВЕЛЬНИЙ ЦЕНТР.

ABSTRACT

Master's Thesis "Development of an Optimal Energy Supply Strategy for a Shopping Center" The master's thesis is carried out in accordance with the research plans of the department and consists of 116 pages of main text, 17 figures, 80 tables, and 24 references in the bibliography.

Relevance of the Research Topic:

Modern approaches to energy supply for buildings, particularly shopping centers, are a crucial component of sustainable development in the context of increasing energy demands and the need to reduce environmental impacts. Most shopping centers in Ukraine were constructed using outdated technologies, resulting in increased energy consumption. The implementation of energy-efficient solutions and the use of renewable energy sources contribute to optimizing costs and minimizing the environmental footprint. In this context, defining an optimal energy supply strategy for shopping centers using modern technologies and approaches is highly relevant.

Aim and Objectives of the Research:

The aim of the study is to develop and formulate an optimal energy supply strategy for a shopping center, considering contemporary challenges.

Key objectives include:

1. Analyzing the current state of energy supply for shopping centers and identifying key issues;
2. Assessing the energy needs of the shopping center "Palmyra Plaza";
3. Developing a techno-economic rationale for implementing modern energy supply technologies in the shopping center;
4. Exploring a startup project that will aid in managing the energy consumption of the shopping center.

Object and Subject of Research:

Object of research: The shopping center “Palmyra Plaza” in Zaporizhzhia.

Subject of research:

Methods of optimizing energy consumption and integrating renewable energy sources into the operation of shopping centers.

Scientific Novelty of the Results:

The scientific novelty of the work lies in the improvement of a comprehensive methodology for optimizing the energy supply system of commercial buildings through the integration of innovative technologies, such as heat pumps, solar panels, and automated energy supply systems.

Practical Significance of the Results:

The research outcomes can be applied to modernize the energy supply systems of existing shopping centers. Implementing the developed recommendations enables the reduction of operational costs, increases the energy efficiency of the facilities, and ensures their environmental compliance.

Thesis Results Approval:

The findings of the study were presented at the IX International Scientific and Technical Conference "Energy Management: State and Development Prospects – PEMS`2024," held on November 26-27, 2024, in Kyiv, Ukraine.

Publications:

The conference paper was published at the IX International Scientific and Technical Conference "Energy Management: State and Development Prospects – PEMS`2024," held on November 26-27, 2024, in Kyiv, Ukraine.

Publications: abstracts were published at the IX International Science and Technology Conference “Energy Management: Development Prospects – REMS`2024”, 22 - 24 November, Kiev, 2024

Key words: ENERGY SECURITY, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY RENEWAL, ENERGY STRATEGY, HEAT PUMPS, SOLAR PANELS, AUTOMATION, SHOPPING CENTER.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ЦЕНТРІВ.....	13
1.1. Сучасні підходи до енергозабезпечення будівель комерційного призначення.....	13
1.2. Аналіз нормативно-правового забезпечення енергоефективності у будівництві та експлуатації.	22
1.3. Аналіз енергоспоживання торговельних центрів: структура, динаміка, специфіка.	26
Висновки до розділу 1.....	28
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ ТА РЕСУРСІВ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ	29
2.1. Коротка характеристика об'єкта.....	29
2.2. Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки та тарифи на ПЕР	31
2.3. Розрахунок основних складових балансу споживання електричної енергії об'єкту.....	39
2.4. Розрахунок основних складових балансу споживання теплової енергії об'єкту.....	43
Висновки до розділу 2.	52
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ	54
3.1. Огляд сучасних технологій енергозабезпечення та енергозбереження.....	54
3.2. Вибір оптимальних джерел енергопостачання..	59
3.3. Визначення критеріїв оптимальності стратегії енергозабезпечення.....	64
3.4. Економічне обґрунтування запропонованої стратегії.....	69
3.5. Заходи з енергоефективності для зменшення енергоспоживання торгівельного комплексу.	71
Висновки до розділу 3... ..	85
РОЗДІЛ 4. СТАРТАП-ПРОЄКТ	87
ВИСНОВКИ	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	114

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ЕЕ – енергоефективність

ЕОС – енергозабезпечувальна система

СЕС – сонячна електростанція

ГЕС – гідроелектростанція

ВЕС – вітрова електростанція

BMS – система управління будівлею (Building Management System)

HVAC – системи опалення, вентиляції та кондиціонування (Heating, Ventilation, and Air Conditioning)

COP – коефіцієнт ефективності (Coefficient of Performance)

ТЦ – торговельний центр

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси

ІТ – інформаційні технології

КПД – коефіцієнт корисної дії

CO₂ – вуглекислий газ

ТЕО – техніко-економічне обґрунтування

СМР – системи моніторингу ресурсів

ЕК – енергоаудит компанії

ЕУ – Європейський Союз

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації

IPENA – Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (International Renewable Energy Agency)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження

Сучасні підходи до енергозабезпечення будівель, зокрема торговельних центрів, є важливою складовою сталого розвитку в умовах зростання енергетичних потреб та необхідності зменшення впливу на навколишнє середовище. Більшість торговельних центрів України побудовано із застосуванням застарілих технологій, що погіршило до підвищеного енергоспоживання. Впровадження енергоефективних рішень та використання відновлених джерел енергетичної допомоги оптимізації витрат і зменшення енергетичного впливу. У цьому контексті актуальним є визначення оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельних центрів з використанням сучасних технологій та підходів.

Мета і завдання дослідження

Метою роботи є розробка та формування оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельного центру з урахуванням сучасних викликів. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- аналіз сучасного стану енергозабезпечення торговельних центрів та виявлення ключових проблем;
- оцінка енергетичних потреб конкретного об'єкта дослідження;
- розробка техніко-економічного обґрунтування впровадження сучасних технологій енергозабезпечення;
- розгляд стартап проекту що допоможе у керуванні енергоспоживання торговельного центру.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є енергозабезпечення будівель комерційного призначення, зокрема торговельного центру «Пальміра Плаза» в м. Запоріжжя. Предметом дослідження є сучасні технології енергоефективності та стратегії їх впровадження для зниження витрат енергії.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні комплексної методики оптимізації системи енергозабезпечення будівель комерційного

призначення шляхом інтеграції інноваційних технологій, таких як теплові насоси, сонячні панелі, системи автоматизації енергозабезпечення.

Практичне значення отриманих результатів

Отримані результати дослідження можуть бути використані при розробці проектів енергетичної модернізації торговельних центрів, що дозволяє знизити витрати на енергоресурси, підвищити екологічність об'єктів та покращити їх економічну ефективність. Рекомендації щодо впровадження інтелектуальних систем управління та використання відновлених джерел енергії сприяють адаптації об'єктів до вимог сталого розвитку.

Структура обсягу та дисертації

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складається з 116 сторінок, включаючи 80 таблиць, 17 малюнків та 24 додатків.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану енергозабезпечення будівель та нормативно-правової бази. У другому розділі досліджено енергетичні потреби об'єкта дослідження. Третій розділ присвячений розробці стратегії підвищення енергоефективності.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОРГОВЕЛЬНИХ ЦЕНТРІВ

1.1 Сучасні підходи до енергозабезпечення будівель комерційного призначення.

За даними Єврокомісії, на будівлі в ЄС припадає близько 40% споживання електроенергії та більше половини споживання газу (в основному через опалення, охолодження та постачання гарячої води), а також 35% викидів парникових газів (зображено на рис.1.1). Близько 35% будівель в ЄС старше 50 років і майже 75% фонду будівель є енергоНЕефективними. При цьому, середньорічний показник енергетичної модернізації становить лише близько 1%.[1]

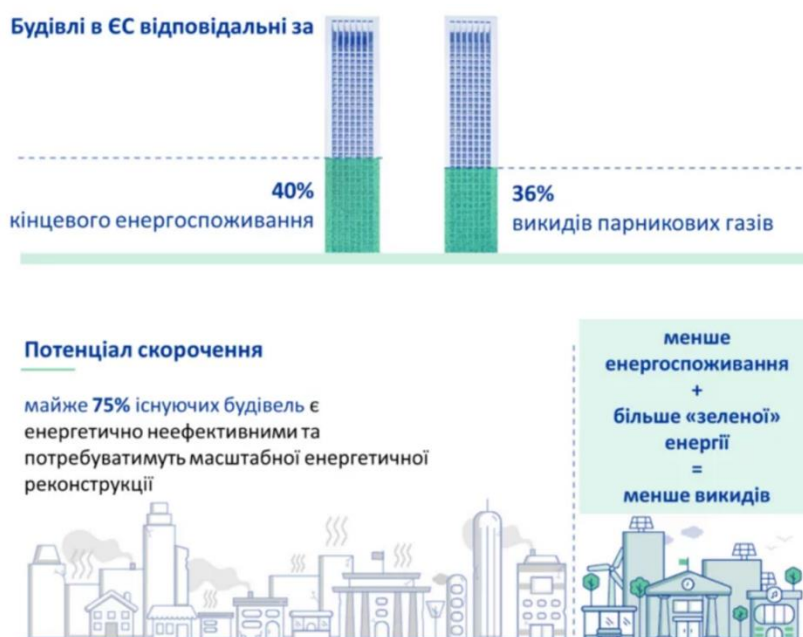


Рисунок 1.1- Аналіз споживання електроенергії та газу

Кожна країна ЄС має ухвалити власну національну траєкторію для зменшення середнього споживання первинної енергії житловими будівлями на 16% до 2030 року та на 20-22% до 2035 року. Для нежитлових будівель їм потрібно буде модернізувати 16% найгірших за характеристиками будівель до 2030 року та 26% – до 2033 року. [1]

Для нежитлових будівель Директива щодо енергетичної ефективності будівель вводить мінімальні стандарти енергетичної ефективності, які гарантують, що такі будівлі не перевищують визначену максимальну кількість первинної або кінцевої енергії, яку вони можуть використовувати щорічно на одиницю площі (м²). [1]

У 2030 році енергоспоживання всіх нежитлових будівель повинно бути нижчим, ніж у 16% найгірших за характеристиками будівель, а до 2033 року – у 26% таких будівель (зображено на рис 1.2). Це призведе до поступового виведення з експлуатації найбільш неефективних нежитлових будівель. [1]



Рисунок 1.2- Стандарти ЄС до нежитлових будівель

Як зазначає Директива, щоб декарбонізувати будівельний сектор, а саме системи опалення та охолодження (в тому числі централізовані), національні плани з модернізації будівель у країнах ЄС мають включати кроки із поступової відмови від котлів на викопному паливі до 2040 року. А субсидії на встановлення автономних котлів, що працюють на викопному паливі, не будуть дозволені вже з 1 січня 2025 року. [1]

У свою чергу, Директива акцентує на розміщенні сонячних станцій в нових будівлях, громадських будівлях та існуючих нежитлових будівлях, які проходять модернізацію та придатні для встановлення фотоелектричних

установок. Крім того, країни ЄС мають забезпечити сталу інфраструктуру для транспорту, включаючи пункти зарядки для електромобілів у будівлях або поруч із ними, попередню прокладку кабелів або каналів для розміщення майбутньої зарядної інфраструктури та паркувальних місць для велосипедів. [1]

Однак природний газ залишається основним джерелом енергії для виробництва теплової енергії та задоволення потреб населення України в приготуванні їжі та опаленні. За даними ТОВ “Оператор ГТС”, на потреби населення у 2021 році надійшло 8,6 млрд. куб. метрів газу (31,9 відсотка загального спожитого обсягу), а виробники теплової енергії спожили 6,3 млрд. куб. метрів (23,5 відсотка загального спожитого обсягу) природного газу, забезпечивши опаленням близько 43 відсотків домогосподарств та будівель громадського призначення (далі — громадські будівлі). [1]

Загалом в Україні, згідно з даними Держстату, енергоспоживання будівель становить близько 40 відсотків кінцевої енергії, зокрема 31,7 відсотка — у житлових будинках.[2]

Понад 80 відсотків будівель збудовані в Україні до 1991 року та не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності. Середній питомий показник енергоспоживання будівлями становить близько 163 кВт·год/кв. метр на рік, перевищуючи показники європейських країн на 30—50 відсотків. Будівлі мають значні тепловтрати через огорожувальні конструкції з низькими теплоізоляційними властивостями внаслідок застарілості, зношеності та неефективності їх інженерних систем. [2]

Низький рівень енергоефективності будівель призводить до зростання видатків державного та місцевих бюджетів на оплату комунальних послуг, які становили 31,07 млрд. гривень у 2021 році, енергозабезпечення будівель комерційного призначення є важливою складовою сучасної архітектури та будівництва, враховуючи зростаючий попит на енергоефективність, екологічну безпеку та адаптацію до змін клімату, на даний час у будівлях існує значний потенціал для зменшення енергоспоживання, раціонального використання енергетичних ресурсів та підвищення рівня енергоефективності. [2]

Сьогодні Україна значною мірою залежить від викопного палива, на яке у 2020 році припадало близько 70% її первинної енергетики. Російське вторгнення призвело до окупації (Запорізької АЕС і близько 44% загальних теплових потужностей) та знищення критичної енергетичної інфраструктури, що спричинило різке скорочення загального постачання енергії, тоді як попит на електроенергію впав на 40% до жовтня 2022 року. З огляду на високий невикористаний потенціал у країні, біоенергетика, гідроенергетика, сонячна та вітрова генерація можуть стати будівельними блоками майбутньої енергетичної системи України, сприяючи майже 80% загального виробництва енергії до 2050 року. За умови реалізації ключових стратегій та інвестицій на місці та доповнені ядерною енергією відновлювані джерела енергії можуть підштовхнути Україну до вуглецево-нейтрального майбутнього. [3]

Використання відновлюваних джерел енергії є важливим напрямом. Сонячна енергія активно застосовується через установлення фотоелектричних панелей на дахах і фасадах будівель. Геотермальна енергія використовується для обігріву та охолодження за допомогою теплових насосів, які забезпечують високу ефективність і екологічність. У деяких випадках для комерційних будівель використовуються малі вітрові турбіни, що слугують додатковим джерелом енергії. Впровадження системи зберігання енергії, зокрема накопичувальних батарей, дозволяє зберегти надлишкову енергію, вироблену відновлюваними джерелами, та використовувати її в роки пікового споживання. Це надійність надійного енергопостачання та оптимізує споживання енергії, знижуючи витрати на електроенергію в періоди високих тарифів.

Згідно зі звітом Climatescope 2023[4], Україна займає 74 місце у світовому рейтингу з привабливості для інвестицій у сектор альтернативної енергетики. Серед ринків, що розвиваються, Україна на 47 позиції, маючи рейтинг 1.83 з 5 можливих, що нижче за середній показник у Європейському регіоні. В останні роки її позиції знизилися на тлі значних економічних викликів, проте впровадження політик, як-от цільові показники для відновлюваної енергетики, допомагають утримувати привабливість ринку. [4]

Аналітичний центр стверджує, що причиною зростання стали реформи енергетичного сектору, привабливі "зелені" тарифи і податкові ставки, верхні рядки рейтингу поділили: Індія, Чилі, Бразилія, Китай, Аргентина. До них приєдналися Йорданія і Кенія.[4]

International Renewable Energy Agency (IRENA) провела аналіз стану енергетики України, та опублікувала свої дослідження. [5]

Компанія IRENA співпрацює з Україною для відновлення пошкодженої енергетичної інфраструктури та розвитку відновлюваних джерел енергії. Агентство надає підтримку через фінансування проектів та навчання місцевих фахівців з енергетичних технологій. Планується, що збільшення частки відновлюваної енергії зробить Україну більш енергетично незалежною, а також сприятиме зниженню викидів CO₂[5]

Загальне енергопостачання в Україні згідно International Renewable Energy Agency (IRENA) наведене у таблиці 1.1

Таблиця 1.1- Загальне енергопостачання в Україні

Показник	2016 рік	2023 рік
Загальне енергопостачання (ТЕС), ТДж	3944735	3665638
- Невідновлювані джерела, ТДж	3828394	3454463
- Відновлювані джерела, ТДж	116341	211175
Частка відновлюваних джерел, %	3	6
Зростання ТЕС, %	-7.1	+6.1
Первинна торгівля енергоресурсами	2016 рік	2021 рік
- Імпорт, ТДж	1245566	1358466
- Експорт, ТДж	53869	47834
- Чистий експорт, ТДж	-1191697	-1310632

Продовження таблиці 1.1

Імпорт, % від загального споживання	32	37
Експорт, % від загального виробництва	2	2
Енергетична самодостатність, %	69	61

У таблиці 1.2 наведені данні з виробництва електроенергії в Україні за 2022рік

Таблиця 1.2- Виробництво електроенергії в Україні

Виробництво електроенергії у 2022 році	ГВт-год	Частка (%)
Невідновлювані джерела	93600	84
Відновлювані джерела	18451	16
Гідроенергетика та морська	8051	7
Сонячна енергетика	6832	6
Вітрова енергетика	3359	3
Біоенергетика	209	0
Геотермальна енергетика	0	0
Усього	112051	100

На рисунку 1.3 наведена. діаграма аналізу джерел енергії на рисунку 1.4 наведена діаграма аналізу відновлювальних джерел енергії

N

Джерело енергії та частка на ринку(%)

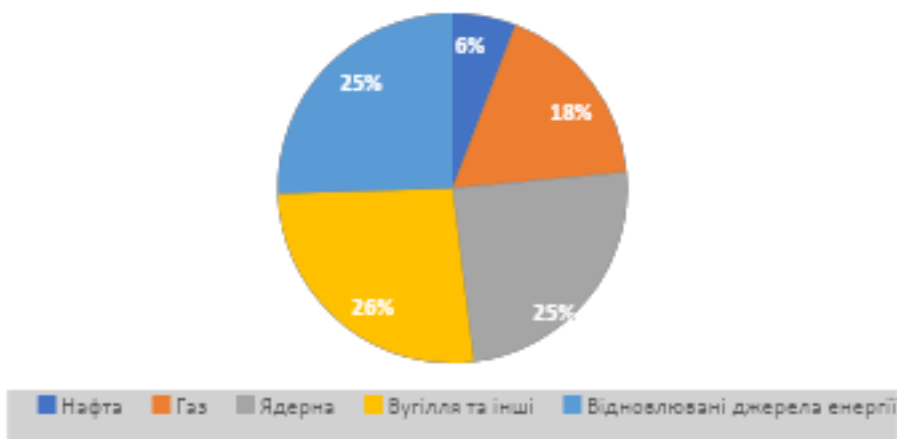


Рисунок 1.3- Аналіз джерел енергії та частка на ринку



Рисунок 1.4- Аналіз відновлювальної енергетики

Сонячна фотоелектрична енергія: потенціал сонячних ресурсів розділено на сім класів, кожен з яких представляє діапазон річної фотоелектричної потужності на одиницю потужності (кВт·год/кВт·п/рік). Стовпчаста діаграма показує частку земельної площі країни в кожному з цих класів і глобальний розподіл земельної площі між класами (для порівняння).

На рисунку 1.5 зображена динаміка вводу нових сонячних об'єктів показала, що 2019-й став піковим за дев'ять років.

Динаміка запуску нових СЕС протягом 2017-2024 рр. (відповідно до ліцензій)

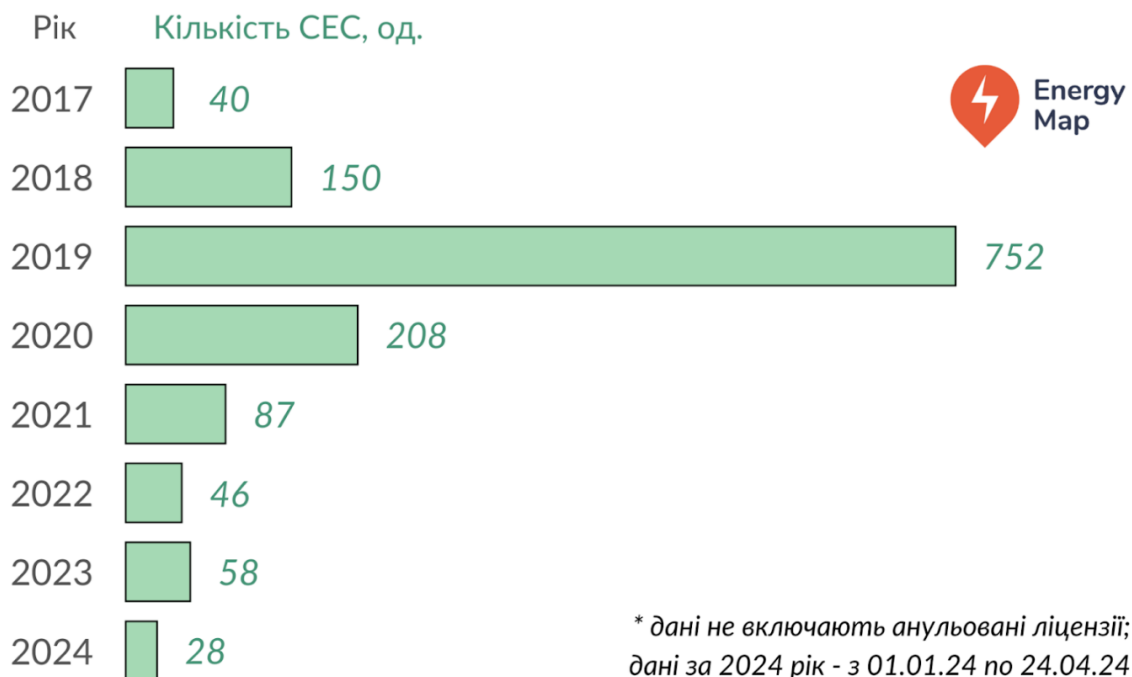


Рисунок 1.5- Динаміка вводу нових сонячних об'єктів показала, що 2019-й став піковим за дев'ять років. [6]

Дані свідчать, що пік СЕС припав на 2019 рік, у наступні роки кількість виданих ліцензій на СЕС поступово зменшувалася.

"Протягом останніх двох років спостерігається значне зростання у встановленні сонячних електростанцій, особливо в домашніх господарствах. Наприклад, лише у 2022 році введено 220 МВт потужності сонячних електростанцій, з них 206 МВт встановлено саме домогосподарствами. У 2023 році, за неповними даними, побудовано ще 115 МВт СЕС", –Владислав Соколовський. [7]

Крім того, зростає кількість просьюмерів – господарств та підприємств, які виробляють свою власну енергію, це дає змогу зменшити залежність від зовнішнього постачання та сприяє сталому розвитку. На початку 2022 року в галузі сонячної енергетики було понад 45 тисяч просьюмерів, повідомили в АСЕУ, це свідчить про стрімкий розвиток ідеї просьюмерської енергетики, яка полягає в тому, щоб кожне господарство чи

підприємство виробляло власну енергію та зменшувало залежність від зовнішніх постачань. [7]

Частка просьюмерів продовжує зростати, зокрема лише за останній час їх кількість збільшилася на 9 тисяч і наразі перевищує 54 тисячі. Ця тенденція відображає популярність та важливість самодостатньої генерації електроенергії, –Владислав Соколовський . [7]

Встановлення невеликих СЕС із системами акумуляції енергії допомагає забезпечити неперервну роботу власного підприємства та підтримує просьюмерів-бізнесменів у їхній меті стати енергетично самодостатніми.

Крім того важливим аспектом енергозабезпечення є впровадження інтелектуальних систем управління. Системи автоматизації будівель (Building Management Systems, BMS) дозволяють контролювати опалення, вентиляцію, освітлення та інші процеси, забезпечуючи максимальну ефективність. Системи моніторингу енергії забезпечують збір і аналіз даних у реальному часі, що дозволяє оперативно виявляти перевитрати та покращувати управління енергоресурсами. Крім того, інтеграція будівель у розумні енергетичні мережі (Smart Grids) сприяє оптимізації енергопостачання та використанню зовнішніх джерел енергії. [8]

Сучасні будівлі все частіше розглядаються як частина концепції «розумного міста». Це передбачає інтеграцію об'єктів у загальну систему управління міськими ресурсами, зокрема енергетикою, транспортом та водопостачанням. Будівлі можуть досягати енергетичної автономності завдяки системам зберігання енергії, таким як акумуляторні батареї. Також важливою метою є досягнення карбонової нейтральності шляхом зменшення викидів CO₂ через використання екологічно чистих джерел енергії.

Таким чином, сучасні підходи до енергозабезпечення будівель комерційного призначення ґрунтуються на інтеграції інноваційних технологій. Енергоефективність, використання ВДЕ, впровадження інтелектуальних систем управління та синхронізація з концепцією «розумного міста» забезпечують

зниження енергетичних витрат, комфортні умови для користувачів і створення екологічно чистого середовища.

1.2. Аналіз нормативно-правового забезпечення енергоефективності у будівництві та експлуатації.

Енергоефективність у будівництві та експлуатації торговельних центрів є однією з ключових вимог сучасного розвитку містобудування та збереження ресурсів. Високий рівень споживання енергії, який характерний для таких об'єктів, зумовлює необхідність дотримання нормативно-правових вимог, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності. У цьому контексті важливо розглянути основні нормативно-правові акти, стандарти та регуляторні документи, які регламентують проєктування, будівництво та експлуатацію енергоефективних торговельних центрів, нормативно-правове забезпечення для будівництва торговельних центрів наведено у таблиці 1.3 Нормативно-правове забезпечення для експлуатації торговельних центрів наведено у таблиці 1.4

Таблиця 1.3- Нормативно-правове забезпечення для будівництва торговельних центрів

Сфера регулювання	Національні нормативно-правові акти	Вимоги та заходи
Енергоефективність	- Закон України "Про енергетичну ефективність будівель"	- Розробка проєктної документації з урахуванням енергоефективності.
		- Проведення енергоаудиту будівлі на етапі проєктування.

Продовження таблиці 1.3

Теплова ізоляція	- ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель"	- Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів.
		- Забезпечення мінімізації втрат тепла через конструкції будівлі.
Планування територій	- ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"	- Раціональне розміщення торговельних центрів із урахуванням транспортної доступності та енергозабезпечення.
Відновлювані джерела енергії	- Закон України "Про альтернативні джерела енергії"	- Інтеграція сонячних панелей, теплових насосів у системи енергопостачання будівлі.
Безпека та екологічність	- Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища"	- Використання матеріалів, що відповідають екологічним стандартам.
		- Мінімізація шкідливого впливу на довкілля під час будівництва.

Таблиця 1.4- Нормативно-правове забезпечення для експлуатації торговельних центрів

Сфера регулювання	Національні нормативно-правові акти	Вимоги та заходи
Енергоефективність	- Закон України "Про енергетичну ефективність будівель"	- Проведення регулярного енергоаудиту.
		- Отримання сертифікату енергетичної ефективності.
Системи управління енергією	- Закон України "Про енергозбереження"	- Використання систем автоматизації (BMS) для моніторингу енергоспоживання та оптимізації роботи систем будівлі.
Моніторинг енергоспоживання	- Державні стандарти у сфері енергетичного аудиту	- Встановлення систем моніторингу енергоспоживання.
		- Виявлення перевитрат і оптимізація роботи обладнання.
Технічне обслуговування	- Закон України "Про житлово-комунальні послуги"	- Регулярне технічне обслуговування систем опалення, вентиляції, кондиціонування.
		- Підтримка належного технічного стану будівлі.

Продовження таблиці 1.4

Використання ВДЕ	- Закон України "Про альтернативні джерела енергії"	- Підтримка експлуатації встановлених систем ВДЕ, таких як сонячні панелі або теплові насоси.
Екологічність	- Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища"	- Мінімізація викидів CO ₂ під час експлуатації.
		- Використання екологічно чистих технологій.

Аналіз нормативно-правового забезпечення енергоефективності у будівництві та експлуатації торговельних центрів в Україні свідчить про наявність комплексного підходу до регулювання цієї сфери. Законодавство охоплює як етап проєктування та будівництва, так і експлуатацію будівель, спрямовуючи зусилля на зниження енергетичних витрат, інтеграцію сучасних технологій і підвищення екологічності об'єктів.

На етапі будівництва основними вимогами є дотримання норм теплоізоляції, впровадження відновлюваних джерел енергії та врахування раціонального планування територій. Законодавчі акти, такі як Закон України "Про енергетичну ефективність будівель" та ДБН В.2.6-31:2021, зобов'язують забезпечувати високі стандарти теплоізоляції, інтегрувати енергоефективні рішення та знижувати вплив будівництва на довкілля. [8]

На етапі експлуатації акцент робиться на постійний моніторинг енергоспоживання, технічне обслуговування будівельних систем і використання систем управління енергією. Регулярний енергоаудит, відповідно до Закону України "Про енергетичну ефективність будівель", дозволяє виявляти проблемні зони та впроваджувати заходи для підвищення енергоефективності. Також важливу роль відіграє підтримка функціонування відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі чи теплові насоси. [8]

Попри детальне законодавче регулювання, існують виклики у впровадженні вимог, зокрема висока вартість енергоефективних технологій, недостатня обізнаність власників об'єктів та недосконалість механізмів контролю. Для подолання цих проблем необхідно посилити державну підтримку, зокрема через податкові стимули, пільгові кредити та гранти, а також запровадити жорсткіший контроль за виконанням норм.

Таким чином, поєднання чіткого нормативного регулювання, інноваційних технологій і державної підтримки є запорукою підвищення енергоефективності торговельних центрів та забезпечення сталого розвитку будівельної галузі в Україні.

1.3 Аналіз енергоспоживання торговельних центрів: структура, динаміка, специфіка

Енергоспоживання торговельних центрів є багатогалузевим і включає кілька ключових складових, що забезпечують їхню щоденну діяльність. Найбільші витрати енергії припадають на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC), освітлення, роботу електричного обладнання та інші системи. Нижче наведено структурований аналіз. Основні компоненти еспоживання наведені у таблиці 1.5

Таблиця 1.5. Основні компоненти енергоспоживання

Компонент	Частка у загальному енергоспоживанні	Характеристика
Системи ОВК	40–50%	Забезпечують комфортний мікроклімат для відвідувачів. Витрати зростають у сезони сильного опалення або охолодження.

Продовження таблиці 1.5

Освітлення	25–30%	Використання інтенсивного освітлення для внутрішніх просторів і зовнішніх рекламних вивісок.
Електричне обладнання	15–20%	Ліфти, ескалатори, холодильники, морозильні камери та інше технологічне обладнання.
Інші витрати	5–10%	Енергоспоживання паркінгів, систем безпеки, зарядних станцій для електромобілів.

Енергетичні витрати змінюються залежно від декількох факторів. Взимку споживання енергії зростає через потребу в опаленні, тоді як у літній період основне навантаження припадає на кондиціонування. Окрім цього, кількість відвідувачів впливає на навантаження на системи вентиляції, освітлення та електрообладнання. Наприклад, у святкові періоди енергоспоживання може значно зрости.

Енергоспоживання торговельних центрів залежить від багатьох чинників, які впливають на обсяг і характер витрат енергії.

Основні фактори включають:

1. Розмір та архітектура об'єкта:

Чим більший торговельний центр і складніше його планування (наявність багаторівневих просторів, великого обсягу повітря), тим більше енергії необхідно для обігріву, охолодження та освітлення. Наприклад, висока стеля чи засклені фасади підвищують енергетичні потреби.

2. Кліматичні умови та сезонність:

У зимовий період витрати зростають через потребу в опаленні, тоді як у

літній – через кондиціонування. У регіонах із різкими коливаннями температур енергетичне навантаження значно збільшується.

3. Функціональне призначення:

Торговельні центри з продуктовими магазинами, ресторанами та кінотеатрами споживають більше енергії через роботу холодильного обладнання, кухонної техніки та систем мультимедіа.

4. Рівень завантаженості:

Кількість відвідувачів впливає на енергоспоживання систем вентиляції, кондиціонування, освітлення та ліфтових установок. У години пік або під час святкових періодів витрати енергії можуть значно зрости.

5. Технологічна оснащеність:

Застарілі інженерні системи та технології часто характеризуються високим рівнем енергоспоживання. Використання сучасних енергоефективних рішень значно зменшує витрати.

Висновки до розділу 1.

У цьому розділі проведено комплексний аналіз сучасних підходів до енергозабезпечення будівель комерційного призначення, включаючи нормативно-правову базу та специфіку енергоспоживання торговельних центрів. Основні висновки:

1. Торговельні центри є одними з найбільших споживачів енергії серед нежитлових будівель, що вимагає впровадження сучасних енергоефективних технологій. Інноваційні підходи, такі як відновлювані джерела енергії (сонячні панелі, теплові насоси), автоматизовані системи управління (BMS) та інтеграція будівель у концепцію "розумних міст", є ключовими для зменшення енергоспоживання та підвищення ефективності.

2. Законодавство України регулює енергоефективність будівель через нормативні акти, такі як Закон "Про енергетичну ефективність будівель" і ДБН В.2.6-31:2021. Основні вимоги стосуються теплоізоляції, використання відновлюваних джерел енергії та інтеграції енергоефективних систем.

Основними викликами залишаються висока вартість впровадження технологій і недостатня обізнаність власників об'єктів.

3. Найбільшими споживачами енергії в торговельних центрах є системи ОВА (40–50% загального споживання), освітлення (25–30%), а також електричне обладнання (15–20%). Споживання залежить від сезону, кількості відвідувачів, архітектури будівлі та технологічної оснащеності.

4. Основними проблемами будівлі є використання застарілих технологій призводить до високих втрат енергії та недостатнє застосування інноваційних рішень, таких як відновлювані джерела енергії та розумні мережі.

2 ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ ТА РЕСУРСІВ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ

2.1 Коротка характеристика об'єкта.

Об'єктом енергетичного аудиту є торговельний центр Пальміра Плаза, знаходиться за адресою м. Запоріжжя проспект Соборний 92, будівля має 3 поверхів. Фото об'єкту представлено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Фото загального вигляду будівлі.

Об'єкт був збудований у 2000 році, ТЦ має п'ять поверхів, в будівля побудована за енергоефективним проектом. Будівля працює у режимі семиденного тижня з 11:00 до 19:00. У денний час працює персонал торговельного центру та відвідувачі у нічний час у будівлі присутні охоронці.

Загальна кількість людей на час проведення аудиту складає від 110 осіб, з яких робочого персоналу 110 осіб

Схема об'єкту представлено на рисунку 2.2.

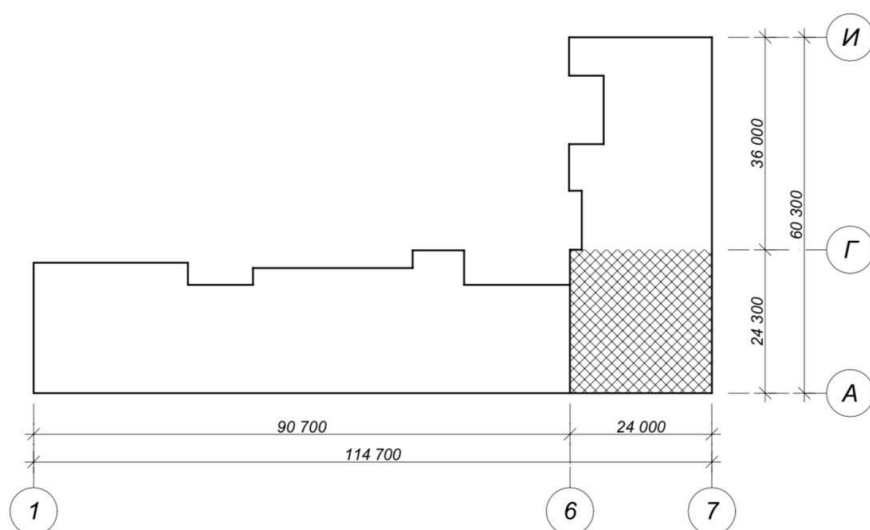


Рисунок 2.2 – Схема будівлі вид зверху

У таблиці 2.1 наведемо загальні данні будівлі, отримані з документації.

Таблиця 2.1 – Опис будівлі.

Вхідні данні	ТЦ Пальміра плаза
Довжина основного фасаду будівлі	114.7
Довжина	6.3/ 24.3
Висота будівлі	14,8м
Загальна площа	10953.63м ²
Чиста висота приміщень	3м - висота поверхів
Площа даху	3651,21 м ²
Опалювальний об'єм	32860.89м ³
Кількість вікон	29 шт
Сталеві двері чорного входу	2шт
Автоматичні розсувні двері (світлопрозорі)	2шт/ площа 2760м ²

"Пальміра Плаза" – це сучасний торгово-розважальний центр, який став популярним місцем відпочинку та шопінгу для мешканців Запоріжжя. Розташований у зручному місці, він пропонує широкий спектр послуг та товарів, задовольняючи різноманітні потреби відвідувачів. Стильний інтер'єр та зручна планування створюють приємну атмосферу для шопінгу та відпочинку наявний безкоштовний Wi-Fi, проводяться регулярні заходи, свят та розваги для всієї родини. [9]

Основні напрямки діяльності центру торгівля: Є широкий вибір магазинів з різноманітними товарами: одяг, взуття, аксесуари, косметика, побутова техніка, продукти харчування та багато іншого. Розваги наявні зони для відпочинку та розваг, де можна провести час з друзями та родиною в центрі наявний боулінг який на жаль припинив роботу під час воєнного стану, ігрові автомати та ресторани.

Послуги: на території торгівельного центру наявні термінали банків аптека хімічистка та інші послуги, необхідні для комфортного перебування в центрі.

Сучасний дизайн: Стильний інтер'єр та зручна планування створюють приємну атмосферу для шопінгу та відпочинку.

Широкий вибір товарів та послуг: Кожен відвідувач зможе знайти все необхідне в одному місці.

Регулярні заходи: Організація різноманітних заходів, свят та розваг для всієї родини.

2.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

Річне споживання електричної енергії в 2021 - 2023 р.р, за місяцями заносимо у таблицю 2.2 та проаналізуємо споживання енергоносія (рис. 2.3). Споживання електричної енергії було більше у 2021 році, бо на території торгівельного центру працював боулінг, після початку повномасштабної війни торгівельний центр був зачинений 2 місяця після чого почав відновлювати свою роботу, на разі боулінг та бар поки ще залишаються зачиненими. В зимовий період тривалість світлового дня менше і більше часу використовуються

системи освітлення. Тому споживання електроенергії торговельного центру нерівномірний на протязі року і є досить великим

Таблиця 2.2 – Споживання електричної за 2021-2024 роки.

Місяць	2021 (кВт·год)	2022 (кВт·год)	2023 (кВт·год)	2024 (кВт·год)
Січень	669 597	477909	604719	616813
Лютий	575894	411696	519832	530229
Березень	605697	0	546276	557202
Квітень	370341	0	334285	340971
Травень	478149	341176	431731	440365
Червень	493945	352941	445982	454902
Липень	541527	386274	489259	499 044
Серпень	509377	364706	460482	469 692
Вересень	431933	308824	389716	397510
Жовтень	350 855	250 980	316447	322 776
Листопад	555134	396 078	501426	511454
Грудень	637432	455294	575177	586681
Разом	6 220 880	3743755	8695896	5727940

Таблиця 2.3 – Вартість електричної за 2021-2024 роки.

Місяць	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Січень	3113626.05	2246172.3	2902651.2	3207427.6
Лютий	2677907.10	1934971.2	2495193.6	2757190.8
Березень	2816491.05	0	2622124.8	2897450.4

Продовження таблиці 2.3

Квітень	1722085.65	0	1604568	1773049.2
Травень	2223392.85	1603527.2	2072308.8	2289898
Червень	2296844.25	1658822.7	2140713.6	2365490.4
Липень	2518100.55	1815487.8	2348443.2	2595028.8
Серпень	2368603.05	1714118.2	2210313.6	2442398.4
Вересень	2008488.45	1451472.8	1870636.8	2067052
Жовтень	1631475.75	1179606	1518945.6	1678435.2
Листопад	2581373.10	1861566.6	2406844.8	2659560.8
Грудень	2964058.80	2139881.8	2760849.6	3050741.2
Разом	28922446.65	17605626.6	26953593.6	29783722.8

Дані споживання електроенергії наведені на рисунку 2.3.

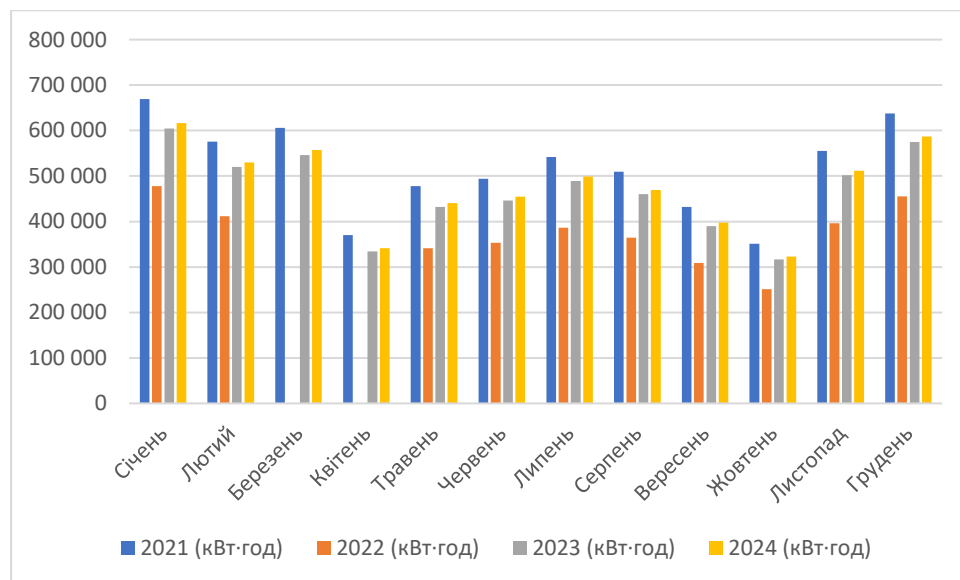


Рисунок 2.3 – Споживання активної електроенергії за 2021-2024 рр.

Головним призначенням води є її використання для санітарно-гігієнічних потреб, технічних цілей. Водоспоживання за 2021-2023 роки наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Водоспоживання в 2021 - 2023 роки за місяцями

Місяць	Водоспоживання, м ³					
	2021		2022		2023	
	м ³	грн	м ³	грн	м ³	грн
Січень	2336.41	56466.36	2236.10	63433.68	2386.98	67713.85
Лютий	2200.02	53170.08	2172.17	61620.12	2014.56	57149.04
Березень	2257.87	54568.20	0.00	0.00	2164.58	61404.81
Квітень	2384.09	57618.69	0.00	0.00	2141.28	60743.83
Травень	2346.76	56716.50	2309.41	65513.34	2313.28	65623.13
Червень	2062.27	49840.94	2139.48	60692.77	2306.94	65443.27
Липень	2255.01	54499.08	2191.31	62163.08	2175.49	61714.30
Серпень	2144.86	51836.98	2074.59	58851.97	2197.82	62347.76
Вересень	2149.68	51953.47	1904.70	54032.53	2071.22	58756.37
Жовтень	2201.06	53195.22	2225.36	63129.01	1961.92	55655.75
Листопад	2174.40	52550.90	2246.44	63727.01	2125.21	60287.96
Грудень	2305.43	55717.63	2085.78	59169.41	2175.63	61718.27
Всього	26817.86	648134.04	21585.34	612332.93	26034.91	738558.33

Зобразимо табличні дані споживання електроенергії на рисунку 2.4.

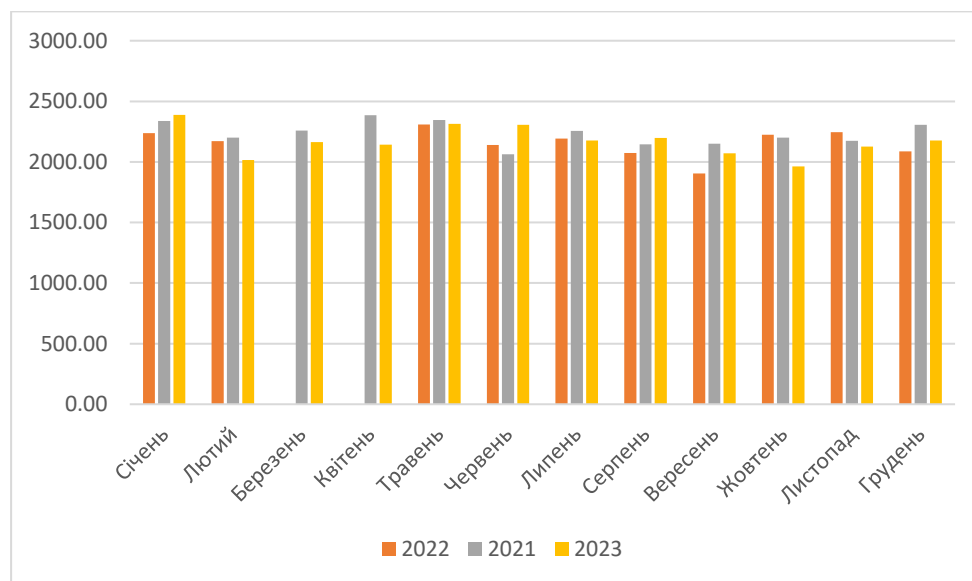


Рисунок 2.4 – Водоспоживання за 2021-2023 рр.

Опалювання та кондиціювання приміщення здійснюється за допомогою чилера з функцією теплового насоса Dantex DN-1902BYSOM кондиціювання 20 Вт/кв.м. (Май-Сентябрь) опалення 40 Вт/кв.м. (Ноябрь-Март) опалення працює 24годин на добу, кондиціювання працює у робочі години торговельного центру, зовнішній вигляд чилеру зображено на рисунку 2.5



Рисунок 2.5. Зовнішній вигляд чилера DN-1902BYSOM

Таблиця 2.5. Технічні характеристики чилера

Параметр	Значення
Серія	ДН-1402-4802БИСОМ
Розміри (ШхВхГ), мм	4000 × 2550 × 2200
Вага, кг	4068
Рівень шуму, дБ	66
Тип холодоагенту	R134a
Продуктивність в режимі охолодження, кВт	410,6
Електроживлення	380 В / 50 Гц / 3 фази
Споживана потужність (охолодження), кВт	150,4
Тип компресора	Гвинтовий

Моноблочний чиллер з повітряним охолодженням конденсатора серії DN-1902BYSOM компанії Dantex на фреоні R134a з функцією теплового насоса та рекуперацією тепла, охолодження 410 кВт (400 кВт). [10]

Габаритні розміри зображені на рисунку 2.6

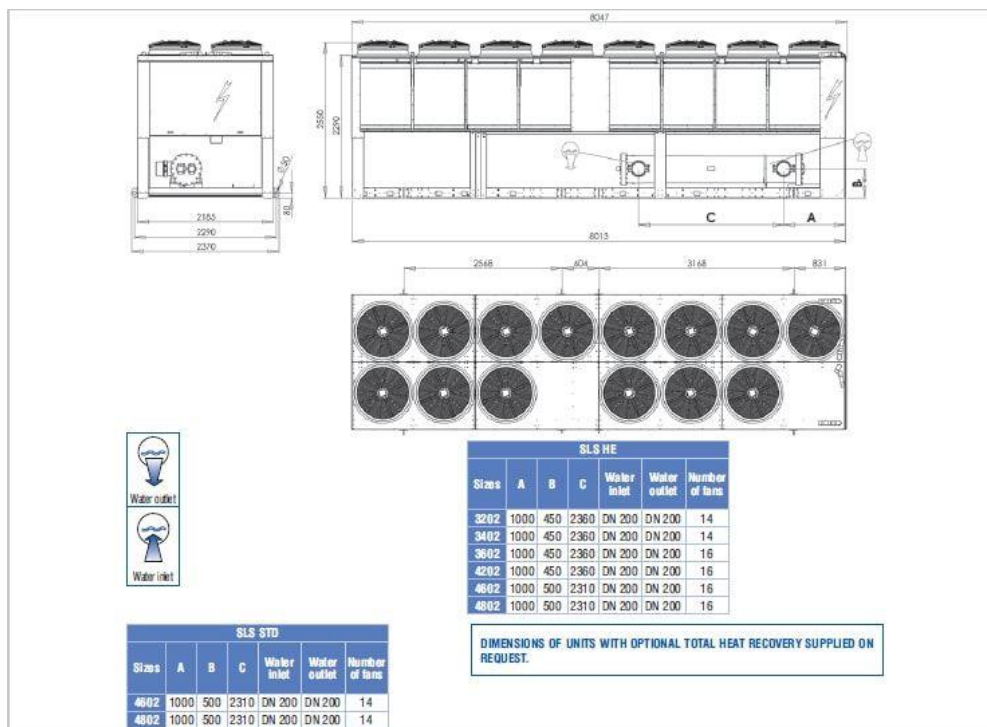


Рисунок 2.6. Розміри та схема чилера

Площа торговельного центру: 10 953,63 м²

1. Потужність на опалення: 40 Вт/м² (листопад–березень)
2. Потужність на кондиціювання: 20 Вт/м² (травень–вересень)
3. Графік роботи системи:
 - опалення: 24 години на добу
 - кондиціювання: з 10:00 до 20:00 (10 годин на добу)
4. Чилер з функцією теплового насоса: Dantex DN-1902BYSOM
 - продуктивність (охолодження та опалення): 410,6 кВт
 - споживана потужність (охолодження): 150,4 кВт
 - коефіцієнт перетворення (COP) в режимі охолодження та опалення:

Коефіцієнт перетворення (COP):

COP (Coefficient of Performance) показує ефективність теплового насоса або чилера.

$$COP_{\text{охл}} = \frac{410.6 \text{ кВт}}{150.4 \text{ кВт}} = 2.73$$

COP = 2,73 означає, що на кожен 1 кВт·год спожитої електроенергії генерується 2,73 кВт·год теплової енергії.

Розрахунок теплової енергії, необхідної для опалення

Період опалення: листопад – березень

Загальна кількість годин опалення: 151 день×24 год/день=3 624 рік

Розрахунок теплової потужності на опалення:

Загальна потужність опалення:

$$40 \text{ Вт/м}^2 \times 10\,953,63 \text{ м}^2 = 438\,145,2 \text{ Вт} = 438,1452 \text{ кВт}$$

Теплова енергія, необхідна для опалення:

$$E_{\text{тепл.опалення}} = 438,1452 \text{ кВт} \times 3624 = 1\,587\,852,74 \text{ кВт/год}$$

Розрахунок теплової енергії, необхідної для кондиціонування

Період кондиціонування: травень – вересень

Загальна кількість днів кондиціонування: 153 дні

Загальна кількість годин кондиціонування:

$$153 \text{ дні} \times 10 \text{ год/день} = 1\,530 \text{ рік}$$

Розрахунок теплової потужності на кондиціонування:

Загальна потужність кондиціонування:

$$20 \text{ Вт/м}^2 \times 10\,953,63 \text{ м}^2 = 219\,072,6 \text{ Вт} = 219,0726 \text{ кВт}$$

Теплова енергія, необхідна для кондиціонування:

$$E_{\text{тепл.опалення}} = 219,0726 \text{ кВт} \times 1\,530 \text{ год} = 335\,759,08 \text{ кВт\год}$$

Розрахунок споживаної електроенергії з урахуванням COP

Споживана електроенергія для опалення:

$$E_{\text{ел опалення}} = \frac{E_{\text{тепл опалення}}}{\text{COP}} = \frac{1\,587\,852,74 \text{ кВт\год}}{2,73} = 581\,749,9 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Споживана електроенергія для кондиціонування:

$$E_{\text{ел кондиц}} = \frac{E_{\text{тепл кондиц}}}{\text{COP}} = \frac{335\,759,08 \text{ кВт\год}}{2,73} = 123\,009,53 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Розрахунок загального споживання електроенергії за рік

$$E_{\text{ел.загальне}} = E_{\text{ел.опалення}} + E_{\text{ел.кондиц}} = 581\,749,90 \text{ кВт} \cdot \text{год} + 123\,009,53 \text{ кВт} \cdot \text{год} \approx 704\,759,43 \text{ кВт\год}$$

Результати:

Споживана електроенергія на опалення за рік: 581 750 кВт·год

Споживана електроенергія на кондиціонування за рік: 123 010 кВт·год

Загальна споживана електроенергія за рік: 704 760 кВт·год

З наведених вище таблиць та графічних даних можна зробити висновок:

У 2021 році споживання енергоресурсів в стабільному стані, магазин працював кожен день з 10:00 до 19:00, на першому та другому поверсі була торгова платформа на третьому поверсі був ресторан з боулінг клубом клуб, ресторан також працювали за графіком з 10:00 по 19:00 В літній період було охолодження приміщення завдяки чилеру, охолодження здійснюється у робочі години, в зимовий період спостерігалось збільшення споживання, опалення працює цілодобово з більшим споживанням електричної енергії.

У 2022 році споживання енергоресурсів зменшилось, торгівельний центр не працював протягом двох місяців через початок Повномаштабної Війни. У травні споживання енергоресурсів знову почало зростати, коли ТЦ повернулося до повноцінного режиму роботи, але на жаль боулінг клуб так і залишився зачиненим.

Отже, споживання енергоресурсів дуже залежить від багатьох факторів, і неоднакові коливання можуть бути пов'язані з погодними умовами, кількістю людей у приміщенні, режимом роботи, а також зі специфікою подій, які відбуваються в країні.

2.2.1 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

За використанні енергоносіїв (електроенергія, вода) розраховується за показниками лічильників, тарифи наведені у таблицях 2.6, 2.7.

Таблиця 2.6 – Тариф на електроенергію за 2021-2023 роки, грн/кВт·год

Назва	Вартість	рік
ПАТ «ЗАПОРІЖЖЯОБЛЕНЕРГО»	4,65	2021
	4,7	2022
	5,2	2023

Таблиця 2.7 – Тарифи на холодне водопостачання за 2020-2023 роки, грн/м³[11]

Постачальник	Тариф (грн. за 1 м³, з ПДВ)			рік
	водо- постачання	водо- відведення	Разом	
КП "Водоканал" Запоріжжя	17.808	10.56	28.368	2023
КП "Водоканал" Запоріжжя	17.808	10.56	28.368	2022
КП "Водоканал" Запоріжжя	15.312	8.856	24.168	2021

2.3 Розрахунок основних складових балансу споживання електричної енергії об'єкту

Для торговельного центру норми освіти діють залежно від конкретних зон та функцій. У торговельних приміщеннях освітленість вимірюється в люксах (лк), і стандартні значення можуть відрізнятися залежно від рекомендацій місцевих будівельних норм та міжнародних стандартів. Нижче наведені близькі орієнтири для основних зон торговельного центру:

Рекомендовані норми освіти в торговельному центрі:

1. Залі торговельної площі (загальна зона магазину): 300–500 лк
2. Вітрини та спеціальні зони демонстрації товарів : 750–1500 лк
3. Зони загального користування (коридори, зали очікування): 100–200 лк.

Джерела для визначення норми:

Державні будівельні норми (ДБН), такі як ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення, регламентують вимоги до освітлюваності в громадських і торговельних приміщеннях. [12]

Перевіримо належне виконання норм з освітленості в приміщеннях будівлі. Візьмемо для прикладу магазин середнього розміру яке має такі

розміри: довжина – 21 м, ширина – 14,8 м, висота – 3 м. Вітрину розміром 2,2 на 2 висотою 2,5 та коритор площею 1250 м²

Панелі світильники LED (сталеві, вбудовані):

Модель: Philips CoreLine LED Panel, Osram LED Panel, ECOLight Panel

Характеристики:

1. Потужність: 30 Вт
2. Світловий потік: 5000 лм
3. Колірна температура: 4000 К (нейтральне світло) або 5000 К (холодне біле світло)
4. Кут розсіювання: 120°

Трекові світильники для підсвічування товарів і вітрин:

Модель: Philips Track Light, Osram Track Spot, Maxus Track Light

Характеристики:

1. Потужність: 20 Вт
2. Світловий потік: 2000 лм
3. Колірна температура: 3000–4000 К для приємного акцентного світла
4. Кут розсіювання: 30–60°

Для коридорів

Модель: Philips GreenPerform, LEDVANCE Linear, Horoz Electric Linear

LED

Характеристики:

1. Потужність: 40 Вт
2. Світловий потік: 2000–4000 лм
3. Колірна температура: 4000 К
4. Кут розсіювання: 120°

Розрахуємо індекс приміщення [16]:

$$i = \frac{ab}{(h - h_n)(a + b)}, \quad (2.1)$$

Підставляємо значення у формулу (2.24):

$$i_{\text{зал}} = \frac{21 \cdot 14,8}{3 \cdot (21 + 14,8)} = 2,89.$$

$$i_{\text{вітрини}} = \frac{2,2 \cdot 2}{2,5 \cdot (2,2 \cdot 2)} = 0,4$$

$$i_{\text{коридори}} = \frac{1250}{3 \cdot 150} = 2,7$$

Отримуємо значення коефіцієнта використання світлового потоку $\eta=0,65$
 $\eta=0,4$ $\eta=0,65$ [16]. Приймаємо $kz = 1,3$, коефіцієнт нерівномірності $z = 1,1$.

Розрахуємо освітленість [16]:

$$E_{\Phi} = \frac{F_{\text{л}} \cdot N \eta}{S \cdot k \cdot z \cdot z'}, \quad (2.2)$$

Підставляємо значення у формулу (3.11):

$$E_{\text{зал}} = \frac{5000 \cdot 46 \cdot 0,65}{21 \cdot 14,8 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 336,3 \text{ лм.}$$

$$E_{\text{вітрини}} = \frac{3000 \cdot 5 \cdot 0,4}{2,2 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 953,59 \text{ лм}$$

$$E_{\text{коридори}} = \frac{3000 \cdot 250 \cdot 0,65}{1250 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 167 \text{ лм}$$

Перевіримо на відповідність нормативу:

$$\delta = \frac{|E_{\Phi} - E_{\text{н}}|}{E_{\text{н}}} 100\%, \quad (2.3)$$

Підставляємо значення у формулу (3.12):

$$\delta_{\text{зал}} = \frac{|336,3 - 400|}{400} \cdot 100\% = 0,159\% < 5\%$$

$$\delta_{\text{вітрини}} = \frac{|953,59 - 1100|}{1100} \cdot 100\% = 0,133\% < 5\%$$

$$\delta_{\text{коридор}} = \frac{|167 - 200|}{200} \cdot 100\% = 0,165\% < 5\%.$$

Отже норми з освітленості виконуються і в торговельних залах і при освітленні вітрин і в коридорах

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

Розрахуємо витрати за рік, наприклад 2021, занесемо значення в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7– Розрахункове значення витрат електроенергії за 2021 р.

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Кількість, шт	Загальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Тривалість роботи, год	Загальне споживання за рік, кВт·г
Освітлення	500	1	500	0.8	303.1	1454880
Кондиціонування	410.6	1	410.6	0.48	150	360000
Опалення	410.6	1	410.6	0.97	730	3504000
Вентиляційна система	20	1	20	0.7	303.1	50920.8
Ескалатори	10	2	20	0.5	303.1	36372
Ліфт	7.5	2	15	0.3	303.1	16367.4
Сушилки для рук	2.4	16	38.4	0.1	303.1	13966.848
Бойлер	3	2	6	0.3	730	15768
Кулер з холодною та гарячою водою	0.5	10	5	0.5	303.1	9093
Чайник	1.5	10	15	0.1	100	1800
Маленький холодильник для перерви	0.2	22	4.4	0.5	730	19272
Отпариватель	1.2	30	36	0.05	100	2160
Комп'ютер	0.2	66	13.2	0.6	303.1	28806.624
Кавоварка	1.5	10	15	0.2	100	3600
Принтер	0.3	10	3	0.1	100	360
Теплова завіса при вході	15	1	15	0.7	300	37800
Пилосос	1.2	27	32.4	0.1	100	3888
Промислова миюча машина	3.5	2	7	0.3	150	3780
Пральна машина	2.2	3	6.6	0.4	100	3168
Сушарка для одягу	2.5	3	7.5	0.3	100	2700
Праска	2	8	16	0.2	50	1920
Сушильна шафа	1.8	3	5.4	0.3	150	2916
Аерогриль	1.5	2	3	0.2	50	360
Фритюрниця	2	3	6	0.2	50	720
Морозильна камера	1	1	1	0.8	730	7008
Витяжка для кухні	0.8	1	0.8	0.7	730	4905.6
Професійна плита для ресторану	7	2	14	0.5	200	16800
Посудомийна машина	1.8	2	3.6	0.3	150	1944
Розетки (зарядка телефонів, касові апарати)	0.1	50	5	0.5	303.1	9093
Доріжки для боулінгу	5	10	50	0.7	303.1	106085
Машини для повернення куль	1.5	10	15	0.6	303.1	27279
Екрани для результатів	0.5	10	5	0.5	303.1	7577.5
Освітлення боулінгу	3	20	60	0.8	303.1	290976
Звукові системи	2	5	10	0.5	303.1	7577.5
Банківські термінали	0.1	2	0.2	0.3	303.1	36.372
Банкомати	1.5	3	4.5	0.3	303.1	1227.555
Холодильник для напоїв	1.5	2	3	0.6	303.1	1091.16
Льодогенератор	0.8	1	0.8	0.5	303.1	121.24
Барна стійка з підсвіткою	0.3	1	0.3	0.4	303.1	36.372
Кавомашини для бару	1.5	1	1.5	0.7	150	157.5
Блендери	0.7	2	1.4	0.5	50	70
Барна посудомийна машина	2	1	2	0.3	150	90
Пивні крани	0.5	3	1.5	0.5	150	337.5
Камери відеоспостереження	0.05	67	3.35	1	730	163848.5
						6220880.5

З даних які наведені вище в таблиці побудуємо діаграму балансу споживання електроенергії об'єкту рисунок 2.7.

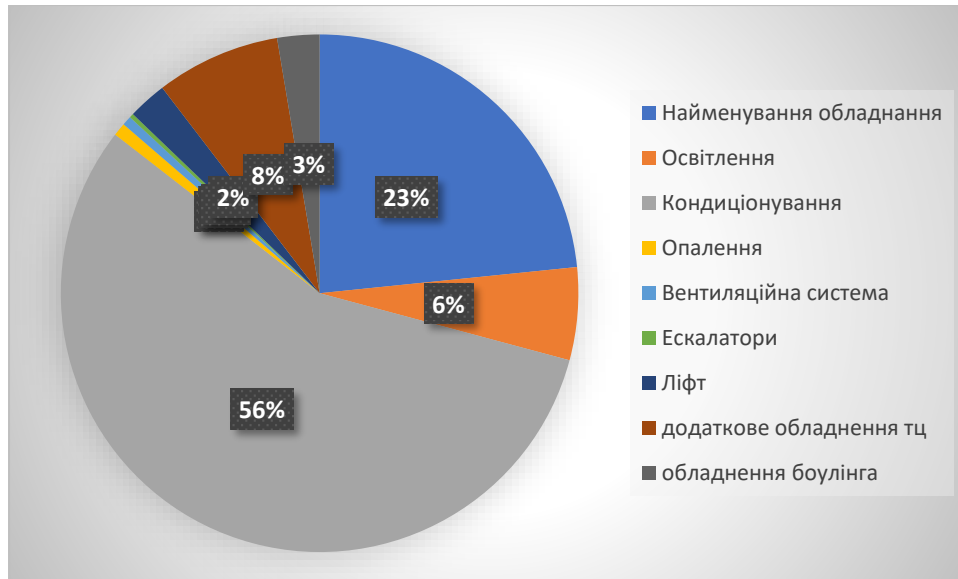


Рисунок 2.7 – Баланс споживання електричної енергії

2.4. Розрахунок основних складових балансу споживання теплової енергії об'єкту

Для визначення тепловтрат об'єкту проведемо розрахунок тепловтрат через зовнішні огорожуючі конструкції. Розрахунок термічного опору зробимо за фактичними геометричними розмірами за наданими даними.

2.4.1 Непрозорі огорожувальні конструкції

Розрахуємо термічний опір стін та порівняємо з нормативним значенням в 2й температурній зоні за ДБН в.2.6-31:2021 [17]

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в}. \quad (2.4)$$

R_i – термічний опір шарів конструкції, який розраховується за формулою:

$$\sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}; \quad (2.5)$$

де λ_i – коефіцієнт теплопровідності і-го шару, Вт/(м²·К);

δ_i – товщина і-го шару, м;

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі, $\alpha_1 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

Зовнішні стіни тришарові виконані з селікатної цегли густиною 1800 кг/м^3 на цементно-піщаному розчині товщиною 380 мм $\lambda_1 = 0,87 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$, утеплювач товщиною 122 мм з мінеральної вати $\lambda_2 = 0,047 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$; (мінеральна вата монтується на стіну, на неї накладається металева сітка та шар штукатурки, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,82 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ та товщиною $\delta = 0,005 \text{ м}$), облицювальна цегляна кладка з порожнинестої цегли густиною 1400 кг/м^3 товщиною 120 мм $\lambda_4 = 0,64 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Зовнішній фасад не має видимих пошкоджень.

Розрахуємо термічний опір стін за формулою

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6}. \quad (2.6)$$

3.2 та порівняємо з нормативним значенням для 2 температурної зони:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,122}{0,047} + \frac{0,05}{0,82} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 4,14 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Місто Запоріжжя належить до 3 температурної зони [17]. Для 2 зони, значення мінімального термічного опору для стін:

$$R_{q \min} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Так як $R_{\Sigma} > R_{q \min}$, то теплозахисні властивості зовнішніх огорожень у доброму стані, утеплення стін не актуальне для нашого тц.

Коефіцієнт теплопередачі стіни знаходимо за формулою:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\Sigma}}; \quad (2.7)$$

У нашому випадку, коефіцієнт теплопередачі буде складати:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{4,14} = 0,24 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Значення термічного опору відповідає нормативним.

2.4.2 Дверні конструкції

У складській частині будівлі встановлено 2 комплекти телескопічних розсувних автоматичних дверей MANUSA VISIO+ Telescopic (1380x2000) Площа одного комплексу 2,76м², загальна площа 5,52м²

Опір теплопередачі дверей складає:

Згідно з технічною документацією:

$$R_{в.а.} = 0,5 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі металевих воріт знайдемо за формулою (2.7):

$$k_{в.м.} = \frac{1}{0,5} = 2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Для 2 зони, значення мінімального термічного опору для воріт:

$$R_{wmin} = 0,6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{в.а.} < R_{wmin}.$$

Отже, значення термічного опору ролетних дверей не відповідає нормованому. Рекомендується встановити теплову завісу.

Також на об'єкті встановлені металопластикові двері для використання персоналу у кількості 3 штуки, розміром 1,5x1,8м, загальна площа складає 8,1 м².

Опір теплопередачі металопластикових дверей складає: $R_{\Sigma} = 0,9 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}$.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі дверей [17]:

$$R_{qmin} = 0,7 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}.$$

Так як $R_{\Sigma} > R_{qmin}$, то теплозахисні властивості дверей у задовільному стані.

Коефіцієнт теплопередачі металопластикових дверей:

$$k_{мп.двері} = \frac{1}{0,9} = 1,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

2.4.3 Дах

Дах торгівельного центру складається з наступних шарів, занесемо данні у таблицю 2.8:

Таблиця 2.8 Склад даху

Назва	$\lambda \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$	$\delta \text{ м}$
Залізобетонні плити	1,55	0,15
Керамзит	0,075	0,09
Утеплювач мінеральна вата	0,064	0,23
Руберойд	0,15	0,004
Шар гідроізоляції	0,7	0,004
Лист вермикулітовий	0,098	0,01

Далі розраховуємо опір теплопередачі даху :

Опір теплопередачі даху:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,09}{0,075} + \frac{0,23}{0,064} + \frac{0,004}{0,15} + \frac{0,004}{0,7} + \frac{0,01}{0,098} + \frac{1}{6} = 6,22 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горіщ $R_{q \min} = 6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$. $R_{\Sigma} > R_{q \min}$.

Рахуємо коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k_{\text{дах}} = \frac{1}{6,22} = 0,16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

З отриманого розрахунку робимо висновок, що дах відповідає нормативному значенню, теплоізоляція відповідає нормам.

2.4.4 Підлога

Підлога складається з наступних шарів, занесемо данні у таблицю 2.9:

Таблиця 2.9 Склад підлоги

Назва	$\lambda \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$	$\delta \text{ м}$
Залізобетон монолітний	1,92	0,04
керамзитобетон	0,67	0,3
поліетиленова плівка,	0,41	0,01
цементно-піщана стяжка	0,93	0,4

2.4.5 Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій об'єкту

Визначимо втрати теплоти для кожного виду огорожувальних конструкцій

Тепловтрати через зовнішні огороження визначаються за формулою (3.4):

$$Q_o = \Sigma(K_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i) b_u (1 + \Sigma \beta) = \Sigma \left(\frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \right) b_u (1 + \Sigma \beta); \quad (2.8)$$

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

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

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

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

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

$\Sigma \beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, які

враховуються для зовнішніх вертикальних огорожувальних конструкцій будівлі (стіни, двері і вікна), орієнтовані на:

- північ, схід, північний-схід і північний-захід, $\Sigma \beta = 0,1$;
- південний-схід і захід, $\Sigma \beta = 0,05$;
- для усіх інших огорожень, $\Sigma \beta = 0$;

K_i – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_{\text{вн}} = 18^{\circ}\text{C}$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_z = -16^{\circ}\text{C}$,

Для визначення втрат теплоти підрахуємо площу огорожувальних конструкцій:

Визначення площі фасадів

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

Площа основного фасаду:

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

де a — довжина основного фасаду, м;

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

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

Розрахуємо площу 2х більших сторін фасаду по довжині

$$F_{\text{Пд-Зх 1}} = 114,7 \cdot (3 \cdot 3) = 1032,3 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{Пд-Зх 2}} = 90,7 \cdot (3 \cdot 3) = 816,3 \text{ м}^2.$$

Так як будівля йде буквою г розрахуємо 2 фасадні стіни по ширині

$$F_{\text{Пд-Сх}} = 60,3 \cdot (3 \cdot 3) = 542,7 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{Пн-Сх и Пн-Зх}} = 18,3 \cdot (3 \cdot 3) = 164,7 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{Пн-Зх2}} = 42 \cdot (3 \cdot 3) = 378 \text{ м}^2$$

Отже сумарна дорівнює

$$F_{\text{сум}} = 816,3 + 1032,3 + 542,7 + 164,7 \cdot 2 + 378 = 3098,7 \text{ м}^2$$

Отже загальна площа стін: $F_{\text{стіл}} = 3098,7 \text{ м}^2$.

Визначимо площі світлопрозорих конструкцій:

$$F_{\text{ск}} = n \cdot a \cdot b, \quad (2.9)$$

Де n — кількість конструкцій за стороною світу ;

a — довжина конструкції, м;

b — висота конструкції, м;

$$F_{\text{Пд-Зх1}} = 4,8 \cdot 21 = 100,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пн-Сх}} = 4,8 \cdot 4 = 14,4 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пд-Сх}} = 9 \cdot 4,8 = 43,2 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пд-Зх2}} = 4,8 \cdot 15 = 72 \text{ м}^2.$$

Отже сумарна площа

$$F_{\text{ск}} = 230,4 \text{ м}^2.$$

Площа телескопічних розсувних автоматичних дверей:

$$F_{\text{Пд-Сх}} = 2,76 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{Пд-Зх}} = 2,76 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{р.дв}} = 5,52 \text{ м}^2.$$

Площа вхідних дверей:

$$F_{\text{Пд-Зх}} = 2,7 \cdot 2 = 5,4 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пд-Сх}} = 2,7 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{дв}} = 8,1 \text{ м}^2.$$

Розрахуємо тепловтрати через стіни

Підставимо значення у формулу (2.8):

$$Q_{\text{ст-Пд-Зх}} = \left(\frac{1}{4,14} \cdot 1848,6 \right) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 16,699 \text{ кВт}.$$

$$Q_{\text{ст-Пд-Сх}} = Q_{\text{ст-Пн-Зх}} = \left(\frac{1}{4,14} \cdot 542,7 \right) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 4,902 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ст-Пн-Сх}} = \left(\frac{1}{4,14} \cdot 164,7 \right) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,487 \text{ кВт}$$

Визначимо втрати теплоти через вікна за тієюж формулою:

Підставимо значення у формулу (2.8):

$$Q_{\text{Пд-Зх}} = \left(\frac{1}{0,55} \cdot 172,8 \right) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 11,750 \text{ кВт}.$$

$$Q_{\text{Пн-Сх}} = \left(\frac{1}{0,55} \cdot 14,4 \right) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,979 \text{ кВт}.$$

$$Q_{\text{Пд-Сх}} = \left(\frac{1}{0,55} \cdot 43,2 \right) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 2,937 \text{ кВт}.$$

Визначимо втрати теплоти через телескопічні розсувні автоматичні двері:

Підставимо значення у формулу (2.8):

$$Q_{\text{в.м.Пд-Сх}} = Q_{\text{в.м.Пд-Зх}} = (2 \cdot 2,76) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,206 \text{ кВт}.$$

Визначимо втрати теплоти через металево пластикові двері

$$Q_{\text{в.м.Пд-Зх}} = (1,1 \cdot 8,1) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,333 \text{ кВт}.$$

Визначимо втрати теплоти через дах цеху за формулою:

Загальна площа даху складає $1672,2 \text{ м}^2$.

Підставимо значення у формулу (2.8):

$$Q_{\text{дах}} = (0.16 \cdot 3651,21) \cdot (18 + 16) \cdot 1 \cdot 1,1 = 21,848 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо теплові втрати будівлі, підлога якої розташована на ґрунті.

Загальна площа підлоги складає 3651,21 м².

Підрахуємо теплові втрати для будівлі.

Схема розрахункової методики представлена на рисунку 2.8.

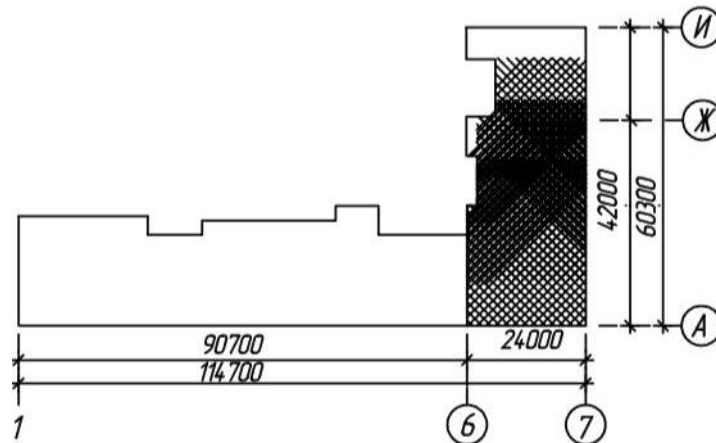


Рисунок 2.8 – Схема розрахункової методики у розрізі об'єкту

1) Визначимо геометричні розміри огорожень для розрахунку теплових втрат за правилами обміру:

$$A \cdot B - F_{\text{ок}} = L \cdot h - F_{\text{ок}}; \quad (2.10)$$

Зовнішні стіни з Пн-Сх і Пд-Сх.

$$A \cdot B - F_{\text{ок}} = 61,7 \cdot 2,6 - 16,2 = 1464,6 \text{ м}^2.$$

Зовнішні стіни з Пн-Зх.

$$A \cdot B - F_{\text{ок}} = 61,7 \cdot 2,6 - 10,2 = 1470,6 \text{ м}^2.$$

Зовнішні стіни з Пд-Зх.

$$A \cdot B - F_{\text{ок}} = 61,7 \cdot 2,6 - 14,6 = 1466,7 \text{ м}^2.$$

Розіб'ємо нашу будівлю на 2 частини для розрахунку площі підлоги на ґрунті

L - довжина будівлі 1 частини (90,7 м).

L - довжина будівлі 2 частини (60,3 м).

$Ш$ - ширина будівлі 1 частини (18,3 м).

$Ш$ - ширина будівлі 2 частини (24 м).

Площі зон підлоги:

- Зона 1 2ї частини- $(Ш) \cdot 2 + (L) \cdot 2 = 24 \cdot 2 + 60,3 \cdot 2 = 168,6 \text{ м}^2$.
- Зона 1 1ї частини- $(Ш) \cdot 2 + (L) \cdot 2 = 90,7 \cdot 2 + 18,3 \cdot 2 = 218 \text{ м}^2$.
- Зона2-1частина $(Ш - 2) \cdot 2 + (L - 2 - 2) \cdot 2 = (16,3) \cdot 2 + (90,7 - 2 - 2) \cdot 2 = 206 \text{ м}^2$.
- Зона2-2частина $(Ш - 2) \cdot 2 + (L - 2 - 2) \cdot 2 = (22) \cdot 2 + (60,3 - 2 - 2) \cdot 2 = 156,6 \text{ м}^2$.
- Зона 3 1частина - $(Ш - 2 - 2) \cdot 2 + (L - 2 - 2 - 2) \cdot 2 = (18,3 - 2 - 2) \cdot 2 + (90,7 - 2 - 2 - 2) \cdot 2 = 198 \text{ м}^2$.
- Зона 3 2частина - $(Ш - 2 - 2) \cdot 2 + (L - 2 - 2 - 2) \cdot 2 = (24 - 2 - 2) \cdot 2 + (60,3 - 2 - 2 - 2) \cdot 2 = 148,6 \text{ м}^2$.
- Зона 4 – Розрахуємо підлогу що залишилась: $3651,21 \text{ м}^2 - 168,6 - 218 - 206 - 156,6 - 198 - 148,6 = 3555,41 \text{ м}^2$.

Розрахуємо термічний опір утеплюючих шарів підлоги за формулою (2.6):

$$R_{у.п} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{1,92} + \frac{0,3}{0,67} + \frac{0,01}{0,41} + \frac{0,4}{0,93} + \frac{1}{12} = 1,12 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі зведено в таблицю 2.10

Таблиця 2.10 – Загальна таблиця тепловтрат підлоги.

Огород- ження	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$F, \text{м}^2$	$F, \text{м}^2$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	1 + $\Sigma\beta$	$Q_o, \text{Вт}$
Зона 1	3,27	218	168,6	34	1	4337.65
Зона 2	5,43	206	156,6		1	2497,46
Зона 3	9,72	198	148,6		1	1333,62
Зона 4	15,32	3555,41			1	8679,65
Загалом:						16848,38

Підставимо значення у формулу (2.8):

$$Q_{\text{зона 1}} = (0,3 \cdot 386,6) \cdot (34) \cdot 1 \cdot 1,1 = 4337.65 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{зона 2}} = \left(\frac{1}{5,43} \cdot (206 + 156,6) \right) \cdot 34 \cdot 1 \cdot 1,1 = 2497,46 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{зона 3}} = \left(\frac{1}{9.72} * (198 + 148,6) \right) * 34 * 1 * 1,1 = 1333,62 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{зона 4}} = \left(\frac{1}{15.32} * (3555,41) \right) * 34 * 1 * 1,1 = 8679,65 \text{ Вт}$$

Отже згрупуємо розрахунки у таблиці 2.11

Таблиця 2.11 – Загальна таблиця тепловтрат на будівлю.

Тип констр укції	Орієнт ація	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$F, \text{м}^2$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	b_u	$1 + \Sigma \beta$	$Q_o, \text{Вт}$	Q кВт на рік	3624
ЗС (без СК, ДВ)	Пн-Сх	4,14	164,7	34	1	1,1	1487.4	5390.4	
	Пд-Сх		542,7			1,05	4903	17768	
	Пд-Зх		1848.6			1	16699	60517	
	Пн-Зх		542,7			1,1	4902.3	17766	
СК	Пн-Сх	0,55	14,4	34	1	1,1	973.26	3527.1	
	Пд-Сх		43,2			1,05	2937.2	10644	
	Пд-Зх		172,8			1	11751	42585	
	Пн-Зх		0			1,1	0	0	
Дв. ролетн і	Пн-Сх	0,159	0	34	1	1,1	0	0	
	Пд-Сх		2.76			1,05	206.64	748.86	
	Пд-Зх		2,76			1	206.64	748.86	
	Пн-Зх		0			1,1	0	0	
Дв. метало пласти к	Пн-Сх	0,9	0	34	1	1,1	0	0	
	Пд-Сх		2.7			1,05	333.8	1209.7	
	Пд-Зх		5,4			1	333.8	1209.7	
	Пн-Зх		0			1,1	0	0	
Дах		6,22	3651,2 1	34	1	1	21848	79178	
Підлог а		-	3651,2 1	34	1	-	50544	183171	
Разом								424465	

Висновки до розділу 2

Результати аналізу енергетичних потреб та ресурсів торговельного центру «Пальміра Плаза» вказують на значні резерви для оптимізації споживання енергоресурсів та підвищення енергоефективності будівництва. Центр є об'єктом з великою площею, складною інфраструктурою та суттєвими витратами на енергопостачання, що особливо актуально в умовах нестабільної економічної ситуації. Основні результати:

1. Торговельний центр має високу щільність використання електроенергії через потреби опалення, кондиціонування, освітлення та роботи обладнання.

2. Аналіз енергетичних та водо потреб показав, що річне споживання електроенергії торговельного центру становить 704,760 кВт·год, із яких 581,750 кВт·год витрачається на опалення, а 123,010 кВт·год — на кондиціонування. Середнє річне споживання води складає 26,034.91 м³, із сезонними коливаннями, зумовленими режимом роботи та чисельністю відвідувачів.

3. Аналіз динаміки споживання енергоносіїв продемонстрував, що споживання енергії залежить від сезону: взимку — через опалення, влітку — через кондиціонування. У 2022 році спостерігалось значне зниження споживання через тимчасове закриття центру під час війни, але у 2023 році енергоспоживання почало відновлюватися.

4. Високе споживання електроенергії через застаріле обладнання та низький рівень енергоефективності. Нерівномірний характер енергоспоживання, що створює пікові навантаження на систему енергозабезпечення.

3 РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ

3.1 Огляд сучасних технологій енергозабезпечення та енергозбереження.

Торгівельні центри стали невід'ємною частиною сучасного міського ландшафту, виконуючи функції не лише місць для купівлі, але й соціальних, культурних та розважальних осередків. Зі збільшенням розмірів та складності цих об'єктів зростають і їх енергетичні потреби, що призводить до значного споживання енергії та впливу на навколишнє середовище. В умовах зростання цін на енергоресурси, посилення екологічних вимог та прагнення до сталого розвитку, впровадження сучасних технологій енергозабезпечення та енергозбереження в торговельних центрах набуває особливої актуальності.

Розглянемо інноваційні рішення у сфері відновлюваних джерел енергії, такі як сонячні панелі та геотермальні системи, а також сучасні системи збереження енергії та інші новітні технології, які можуть бути застосовані в торговельних центрах для підвищення енергоефективності та зниження екологічного сліду. Розбір технологій та проектів занесемо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1- Сучасні технології енергозабезпечення та енергозбереження.

Категорія	Технологія	Опис	Особливості/Виклики
Енергозабезпечення	Сонячні фотогальванічні (PV) системи	Встановлення сонячних панелей на дачах або фасадах ТЦ для виробництва електроенергії.	- Початкові інвестиції високі
			- Залежність від погодних умов
			- Потреба в достатній площі для встановлення

Продовження таблиці 3.1

	Вітрові турбіни	Встановлення невеликих вітрових турбін на території ТЦ для генерації енергії.	- Залежність від вітрових умов
			- Можливі шумові та видимі впливи
			- Можливість дозволів
	Геотермальні системи	Використання тепла землі для опалення та охолодження через геотермальні теплові насоси.	- Високі початкові витрати
			- Необхідність буріння свердловин
			- Підходити не для всіх географічних зон
	Системи зберігання енергії (батареї)	Встановлення акумуляторних систем для зберігання енергії з ВДЕ або з мережі в періоди низьких тарифів.	- Вартість батарейних систем
			- Обмежений термін служби батарей
			- Потреба в управлінні зарядом/розрядом
	Мікромережі та розумні мережі	Інтеграція ВДЕ, систем зберігання та споживачів в єдину систему для оптимізації енергоспоживання та підвищення надійності.	- Складність інтеграції системи
			- Необхідність сучасного програмного забезпечення
			- Потреба в спеціалізованому персоналі

Продовження таблиці 3.1

Енергозбереження	Енергоефективні системи HVAC	Використання високоефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, таких як VRF-системи та рекуператори тепла.	- Початкові інвестиції
			- Нemoжливість регулярного обслуговування
			- Вибір системи, оптимальної для конкретного ТЦ
	LED-освітлення	Заміна традиційних ламп на світлодіодні з високою енергоефективністю та довгим терміном служби.	- Використовуйте початкові витрати на основі традиційних ламп
			- Потреба в якісному обладнанні для уніфікації
	Системи автоматизації будівництва (BMS)	Встановлення системи управління для моніторингу та контролю енергоспоживання різних систем ТЦ, включаючи ОВК, освітлення та ін.	- Підтримка інсталяції та налаштування
			- Можливість навчання персоналу
			- Підтримка та оновлення програмного забезпечення

Продовження таблиці 3.1

	Розумне освітлення	Використання датчиків руху, присутності та рівня освіти для автоматичного регулювання освіти в залежності від потреби.	- Потреба в інтеграції з існуючими системами
			- Можливі технічні складності
			- Необхідність налаштування під специфіку ТЦ
	Покращення огорожувальних конструкцій	Використання високоефективного скління, утеплення стін та покриття для зниження тепловтрат.	- Вартість матеріалів та робіт
			- Можливість реалізації під час реконструкції або будівництва
			- Вплив на зовнішній вигляд будівлі
	Енергоефективні ліфти та ескалатори	Використання обладнання з регенеративними приводами, що повертають енергію в мережу при гальмуванні.	- Вищі початкові витрати
			- Можливість сумісності з існуючими системами
			- Потреба в спеціалізованому обслуговуванні
	Водозберігаючі технології	Встановлення сантехнічного обладнання з низьким споживанням води, використання	- Початкові інвестиції
			- Необхідність відповідності нормам та стандартам

		системи збирання дощової води та повторного використання сірих вод.	- Потреба в системі регулярного обслуговування
	Системи управління попитом (Demand Response)	Використання технологій, що дозволяють знизити споживання споживання в пікові години за рахунок автоматичного керування навантаженням.	- Можливість інтеграції з BMS
			- Можливий вплив на комфорт відвідувачів
			- Потреба в домовленості з енергопостачальником
Додаткові технології	Станції зарядки електромобілів	Встановлення зарядних станцій для електромобілів на стоянках ТЦ, що стимулює використання електротранспорту.	- Початкові інвестиції
			- Потреба в управлінні та обслуговуванні станцій
			- Необхідність достатньої електричної потужності
	Енергомоніторинг та аналітика	Використання IoT-сенсорів та програмного забезпечення для збору даних про споживання енергії та аналізу для.	- Вартість системи та її впровадження
			- Потреба в аналізі та інтерпретації даних
			- Забезпечення кібербезпеки

Продовження таблиці 3.1

	Використання відновлених сертифікатів енергії	Закупівля "зеленої" енергії або сертифікатів відновлюваної енергії для зниження вуглецевого сліду ТЦ.	- Додаткові витрати
			- Залежність від постачальників
			- Не вплив на фактичне споживання енергії ТЦ

Впровадження цих технологій дозволяє торговельним центрам знизити експлуатаційні витрати, підвищити комфорт для відвідувачів та орендарів, а також продемонструвати соціальну та екологічну відповідальність. Крім того, такі заходи сприяють підвищенню конкурентоспроможності та іміджу торговельних центрів як інноваційних та прогресивних об'єктів.

3.2. Вибір оптимальних джерел енергопостачання.

Вибір оптимальних джерел енергопостачання для торговельних центрів (ТЦ) є критичним завданням, яке впливає на ефективність їхньої роботи, експлуатаційні витрати та екологічний вплив. Сучасні ТЦ споживають значні обсяги енергії для освітлення, опалення, кондиціонування повітря, роботи обладнання та інших потреб. Тому обґрунтований вибір джерел енергопостачання може істотно знизити витрати та підвищити стійкість до змін на енергетичних ринках.

3.2.1 Встановлення теплових насосів.

Найвигіднішим проектом з фінансової сторони являється встановлення теплових насосів

Встановлення теплового насосу для опалення та кондиціонування

Торгівельний центр опалюється чилером, він є досить старою моделлю, і не дуже економний варіант, тому на перспективу розглядається більш енергоефективний варіант опалювання та кондиціонування тепловим насосом.

Теплові насоси являють собою систему опалення, альтернативну роботі котла на основі газу і електрики, робота такої системи ґрунтується на принципі поглинання теплоти з навколишнього повітря, води і ґрунту і подачі його в приміщення для їх опалення[18].

Зробимо аналіз переваг встановлення теплових насосів у нашому випадку.

Переваги встановлення теплових насосів в тц внесено в таблицю 3.2

Таблиця 3.2- Переваги встановлення насосів[19]

Перевага	Опис
Економічна ефективність	Значна економія на енергоресурсах завдяки високому коефіцієнту перетворення енергії (COP), що зменшує витрати на опалення та охолодження.
Енергоефективність	Теплові насоси забезпечують в 3-5 разів більше тепла, ніж споживають електроенергії, і працюють як на опалення, так і на охолодження.
Незалежність від традиційних енергоносіїв	Менша залежність від газу та викопних палив. Можливість працювати від електроенергії, у тому числі від відновлюваних джерел.
Екологічність	Зниження викидів CO ₂ та інтеграція з зеленою енергетикою, що сприяє збереженню довкілля.
Комфорт для клієнтів і співробітників	Стабільний мікроклімат у приміщенні, рівномірний розподіл температури, швидке регулювання.
Довговічність та мінімальне обслуговування	Термін експлуатації 15-20 років, мінімальна потреба в обслуговуванні.

Продовження таблиці 3.2

Універсальність у використанні	Можливість використовувати тепло з ґрунту, води або повітря залежно від умов та модульність системи.
Державна підтримка та економічні стимули	Доступ до програм енергоефективності, компенсацій і пільг.
Підвищення привабливості торговельного центру	Сучасні екологічні технології залучають клієнтів та партнерів, сприяють сталому розвитку бізнесу.

3.2.2 Встановлення сонячних панелей

На разі в Україні складна ситуація зі світлом тому проект зі встановлення сонячних панелей є найактуальнішим в наш час. Встановлення сонячних панелей для торговельного центру – це стратегічне рішення, яке забезпечує стабільність роботи, фінансову економіку, зниження впливу від загальної енергомережі та відповідь на виклики енергетичної кризи в Україні. Переваги встановлення СЕС на крищі ТЦ занесемо до таблиці 3.3

Таблиця 3.3- Переваги установки сонячних панелей для торговельного центру в умовах України [20]

Перевага	Опис
Енергетична незалежність	Сонячні панелі забезпечують часткову або повну автономність від загальної енергомережі, особливо під час відключень.
Зменшення витрат на електроенергію	Зниження витрат на електроенергію завдяки використанню власного джерела енергії, яке забезпечує стабільність витрат.
Робота під час відключень	За наявності акумуляторів чи гібридних систем електростанція може забезпечувати роботу критичних систем навіть при відсутності мережевого живлення.

Продовження таблиці 3.4

Зелений імідж	Торговельний центр, що використовує відновлювану енергію, привертає увагу екологічно свідомих клієнтів і партнерів.
Доступ до податкових пільг та дотацій	У багатьох випадках є можливість отримати пільги або компенсацію витрат на встановлення сонячних панелей.
Стабільність Бізнесу	Можливість працювати навіть у складних енергетичних умовах підвищує конкурентоспроможність і привабливість центру для орендарів.
Раціональне використання площі	Дахи торговельного центру використовуються як джерело енергії, що не впливає на комерційну діяльність.
Зниження вуглецевого сліду	Перехід на відновлювані джерела енергії сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля.

3.2.3 Встановлення генератора для задовільнення потреба тц на освітлення на час відключення електричної енергії

У сучасних умовах нестабільності електропостачання, викликаній сильними факторами — від погодних умов до перевантаження енергомереж, — торговельні центри (ТЦ) виникають із серйозними викликами. Відключення електроенергії може призвести до значних фінансових втрат, зниження репутації та ризиків для безпеки відвідувачів і персоналу. Встановлення генератора для задоволення потреб ТЦ в освіті під час відключення є актуальним рішенням, яке дозволяє мінімізувати негативні наслідки та забезпечити безперебійну роботу. Переваги встановлення генератора занесемо до таблиці 3.4

Таблиця 3.4. Переваги встановлення генератора

Перевага	Опис
Безперервність роботи ТЦ	Забезпечення освіти дозволяє продовжувати роботу магазинів та сервісів навіть під час відключення електроенергії, що запобігає втратам прибутку та збереженню клієнтської бази.
Збереження обладнання	Запобігання раптовим відключенням електроенергії, які можуть пошкодити чутливе електронне обладнання, як-то касові апарати, сервери та системи безпеки.
Відповідність нормативним вимогам	Дотримання законодавчих норм щодо забезпечення аварійної освіти та системи безпеки в громадських місцях.
Економічна ефективність довгострокової перспективи	Зменшення втрат від простоїв та можливих пошкоджень обладнання, що сприяє швидкій окупності у генератор інвестицій.
Можливість підтримки критично важливих систем	Забезпечення роботи не лише освітлення, але й система пожежогасіння, вентиляції та зв'язку, що є критично критичною для роботи ТЦ.
Підвищення конкурентоспроможності	Наявність резервного енергопостачання може стати вирішальним фактором при виборі ТЦ орендарями та відвідувачами, особливо в регіонах з нестабільним електропостачанням.

Продовження таблиці 3.4

Автоматизація та швидкий запуск	Сучасні генератори оснащені системами автоматичного запуску, що забезпечують миттєве переключення на резервне живлення без втручання персоналу.
Гнучкість та масштабованість	Можливість вибору генератора відповідної потужності та його адаптації до змін енергоспоживання в майбутньому.

3.3. Визначення критеріїв оптимальності стратегії енергозабезпечення.

Проаналізуємо за показниками проєкти, що розглядаються для формування оптимальної стратегії енергозабезпечення торговельного центру.

Дані занесемо у таблицю 3.5

Таблиця 3.5- Аналіз проєктів за показниками

Показник	Сонячні панелі	Теплові насоси	Генератори
Екологічність	Виробляють чисту енергію, що знижує викиди CO ₂ . Річна економія 704 759,96 кВт·год.	Екологічно чисте рішення для опалення та охолодження. Зменшення викидів CO ₂ завдяки високому COP.	Залежність від дизельного палива. Викиди CO ₂ під час роботи.
Економічність	Високі початкові витрати (~3 600 000 грн), але низькі експлуатаційні витрати. Окупність ~5 років.	Початкові витрати (~1 728 600 грн.), щорічна економія 2 272 295,89 грн. Окупність ~2 роки.	Високі витрати на пале (~5 250 000 грн/рік). Резервне рішення для аварійних ситуацій.

Продовження таблиці 3.5

Надійність	Мають високу надійність із мінімальним обслуговуванням. Гарантія 25 років на панелі.	Надійні при правильному монтажі. Гарантія 10-15 років на компресори.	Мають високу надійність, але потребують регулярного обслуговування.
Енергоефективність	Ефективність до 20%. Забезпечують автономне живлення в денний час.	Високий COP (до 4), що забезпечує мінімальне енергоспоживання.	Ефективні для короткострокового резервного живлення.
Безпека	Безпечні у використанні для дотримання норм монтажу.	Потребують дотримання норм при монтажі та регулярному обслуговуванні.	Потребують безпечного зберігання пального та дотримання норм вибухобезпеки.

Висновки з перевагами та недоліками та занесемо в таблицю 3.6

Таблиця 3.6- Переваги та недоліки

Заходи	Переваги	Недоліки	Рекомендації
Генератори	Швидке та стабільне резервне живлення, висока надійність.	Високі витрати на пальне, викиди CO ₂ , залежність від регулярного обслуговування.	Використовувати як основне резервне джерело енергії для роботи під час відключення.

Продовження таблиці 3.6

Сонячні панелі	Екологічність, низькі експлуатаційні витрати, часткове резервне живлення вдень.	Не працюють вночі без акумуляторів, високі початкові витрати.	Додати до системи для зниження витрат на енергію і часткового резервного живлення.
Теплові насоси	Енергоефективність, зменшення витрат на опалення, екологічність.	Не забезпечується резервне електроживлення, залежність від зовнішнього електропостачання.	Застосовувати для опалення та охолодження, але не як резервне джерело енергії.

Витрати та економію від проєктів, початкові інвестиції, експлуатаційні витрати та прибуткову економіку для кожного проєкту занесено у таблицю 3.7.

Таблиця 3.7- Оцінка витрат та економіки

Заходи	Початкові витрати (грн)	Експлуатаційні витрати (грн/рік)	Річна економія (грн/рік)	Окупність (роки)
Генератори	3 600 000	5 250 000	-	Не окупаються
Сонячні панелі	3 600 000	100 000	1 000 000	3,6
Теплові насоси	1 728 600	27 000	2,272,296	0,8

Зробимо аналіз ризиків дозволяє оцінити деякі проблеми, пов'язані з кожним проектом, та способи їх мінімізації.

Таблиця 3.8- Оцінка ризиків

Заходи	Ризики	Імовірність	Вплив	Рекомендації
Генератори	Перебої з постачанням пального	Висока	Середній	Наявність запасів пального
Сонячні панелі	Низька продуктивність у похмурі дні	Середня	Низький	Додавання акумуляторів
Теплові насоси	Зниження ефективності при низьких температурах	Середня	Середній	Резервне джерело тепла (котел або генератор)

Зробимо аналіз тривалості роботи, необхідного обслуговування та ризику відмов, результати занесемо у таблицю 3.5

Таблиця 3.9- Оцінка надійності та доступності

Заходи	Час роботи без обслуговування (год)	Ризик відмови	Рівень доступності	Вартість ремонту (грн)
Генератори	500	Середній	Високий	Висока
Сонячні панелі	10 років	Низький	Високий	Низька
Теплові насоси	1 рік	Середній	Високий	Середня

Можемо зробити висновок по підборі заходів занесемо у таблицю 3.10

3.4 Економічне обґрунтування запропонованої стратегії.

Проведено оцінку економічної доцільності встановлення теплових насосів, генераторів та сонячної електростанції (СЕС) на даху торгового центру.

Таблиця 3.11- Економічне обґрунтування запропонованої стратегії

Показник	Теплові насоси	Генератори	СЕС на даху
Початкові інвестиції			
Вартість обладнання	1 000 000 грн	500 000 грн	2 000 000 грн
Вартість монтажу	150 000 грн	50 000 грн	300 000 грн
Інші витрати (проектування, дозволи)	70 000 грн	30 000 грн	100 000 грн
Загальні початкові витрати	1 220 000 грн	580 000 грн	2 400 000 грн
Операційні витрати (на рік)			
Витрати на обслуговування	35 000 грн	15 000 грн	40 000 грн
Енергетичні витрати	20 000 грн	10 000 грн	10 000 грн
Загальні операційні витрати	55 000 грн	25 000 грн	50 000 грн
Переваги (на рік)			
Економія енергії	350 000 грн	150 000 грн	600 000 грн
Дохід від продажу надлишкової енергії	50 000 грн	50 000 грн	150 000 грн
Загальні річні переваги	400 000 грн	200 000 грн	750 000 грн
Чистий річний дохід	345 000 грн	175 000 грн	700 000 грн
Економічні показники			
Період окупності	3.54 роки	3.31 роки	3.43 роки
NPV (за 10 років, ставка дисконту 25%)	12 825 грн	44 838 грн	99 300 грн

Початкові інвестиції для теплових насосів становлять 1 220 000 грн, а їхній чистий річний дохід — 345 000 грн. Чиста наведена вартість за новою ставкою

дисконту становить 12 825 грн, що свідчить про позитивний фінансовий результат. Період окупності для цього проекту становить 3,54 роки, що є прийнятним для інвестування такого масштабу.

Генератори з початковими інвестиціями в 580 000 грн та чистим річним доходом 175 000 грн демонструють NPV у 44 838 грн. Період окупності для генераторів становить 3,31 роки, що підтверджує їхню економічну ефективність навіть при високій вартості капіталу.

Сонячна електростанція на даху, маючи найбільші початкові інвестиції в 2 400 000 грн та чистий річний дохід 700 000 грн, показує NPV в 99 300 грн. Період окупності для СЕС становить 3,43 роки. Ці показники свідчать про те, що проект є фінансово доцільним і може забезпечити значний внесок у загальну енергоефективність торгового центру.

Загалом, сукупні початкові інвестиції в три проекти становлять 4 200 000 грн, а їхній загальний чистий річний дохід — 1 220 000 грн. Загальний NPV за ставкою дисконту 25% становить 156 963 грн, а період окупності — 3,44 роки. Це підтверджує, що комбіноване впровадження всіх трьох систем є економічно обґрунтованим та сприятиме підвищенню фінансової стійкості підприємства.

Важливо зазначити, що позитивні значення NPV при високій ставці дисконту вказують на здатність проектів генерувати додаткову вартість навіть за умов високих фінансових ризиків. Періоди окупності, що не перевищують 3,5 роки, є прийнятними для інфраструктурних проектів і позбавляються швидкого повернення вкладених витрат.

Без винятку фінансових переваг, реалізація цих проектів має значний екологічний ефект. Встановлення теплових насосів, генераторів та СЕС сприяє зменшенню споживання традиційних енергоносіїв та викидів парникових газів, що покращує екологічний імідж торгового центру та може залучити додаткових клієнтів, які оцінюють відповідний підхід до довкілля.

Ураховуючи вищезазначене, слід продовжити реалізацію проектів із встановлення теплових насосів, генераторів та сонячної електростанції на даху торгового центру. Для забезпечення максимальної ефективності інвестицій слід

приділити увагу оптимізації початкових та операційних витрат, розглянути можливості залучення пільгового фінансування або інвесторів, а також впровадити сучасні технології та системи управління енергоспоживанням.

3.5. Заходи з енергоефективності для зменшення енергоспоживання торгівельного комплексу

3.5.1 Встановлення теплових насосів.

Розглянемо 3 варіанти насосів типу «повітря-вода» які задовільняють наші потреби згідно[16] (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12 – Розрахункові дані.

Виробник	Модель	Тип	Номінальна потужність (кВт)	ККД (COP)	Кількість насосів для потреб
Mitsubishi Electric	Ecodan Zubadan 60kW	Повітря-вода	60	4	7
Daikin	Altherma 55kW	Повітря-вода	55	3.8	8
Bosch	Compress 5000 AW 70kW	Повітря-вода	70	4.2	6

Найбільш задовільняє наші потреби варіант Mitsubishi Ecodan 24kW. Переваги обраного насосу занесемо у таблицю 3.13

Таблиця 3.13- Переваги вибору Bosch Compress 5000 AW 70kW[21]

Перевага	Опис
Висока потужність	Забезпечує номінальну теплову потужність до 70 кВт, що підходить для великих площ.
Енергоефективність	Коефіцієнт перетворення енергії (COP) 4.2 забезпечує значну економію енергоресурсів.

Продовження таблиці 3.13

Інтеграція	Легко інтегрується з іншими системами опалення та гарячого водопостачання.
Екологічність	Використовує екологічний холодоагент, що знижує викиди CO ₂ .
Довговічність	Висока якість компонентів Bosch забезпечує тривалий термін експлуатації.
Широкий температурний діапазон	Ефективна робота навіть при зовнішній температурі до -20°C.
Автоматизація	Має інтелектуальну систему управління для оптимізації роботи.
Тихий режим роботи	Рівень шуму значно нижчий у порівнянні з аналогами.
Державні програми підтримки	Можливість отримати компенсацію на встановлення теплових насосів.
Оптимальна потужність для проекту	6 насосів забезпечать потужність для опалення, кондиціонування та ГВП.

Фінансові розрахунки надано в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Орієнтовні фінансові розрахунки

Пристрій	Кількість	Ціна за одиницю (грн)	Загальна вартість (грн)
Теплові насоси Mitsubishi Ecodan 24kW	5	495000	2478000
Гідравлічний модуль	1	80000	80000
Циркуляційний насос	2	15000	30000
Розширювальний бак (200 л)	1	20000	20000

Продовження таблиці 3.14

Розподільний колектор	1	30000	30000
Система трубопроводів (матеріали)	1	50000	50000
Буферна ємність (300 л)	1	35000	35000
Система керування (автоматика)	1	60000	60000
Монтажні роботи	1	311000	311000
Загальна вартість проекту			4326000

Життєвий цикл проекту зображено на рисунку 3.1-3.2

Аналіз життєвого циклу		Розрахунки											180 000	432 600
		ПВ - приведена вартість												
Економія (€/рік)		Формула: $\text{ПВ щорічної економії} = \text{щорічна економія} / (1 + \text{облікова ставка})^{\text{Рік}}$												
Рік	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Чиста щорічна економія	0	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224	1 407 224		
ПВ щорічної економії	0	1 125 779	900 623	720 499	576 399	461 119	368 895	295 116	236 093	188 874	151 100	120 880		
Σ ПВ щорічної економії		5 145 378												
Інвестиції (€)		Формула: $\text{ПВ інвестицій ЖЦ} = \text{інвестиції ЖЦ} / (1 + \text{облікова ставка})^{\text{Рік}}$												
Рік	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Residual		
Чисті кап. інвестиції	4 326 000	150 000	150 000	150 000	150 000	-252 600	-252 600	-252 600	-252 600	-252 600	-252 600	-393 273		
ПВ кап. інвестицій	4 326 000	120 000	96 000	76 800	61 440	-82 772	-66 218	-52 974	-42 379	-33 903	-27 123	-33 782		
Σ ПВ кап. інвестицій	4 341 089													
Грошові потоки для IRR (€)		Формула: $\text{Економія} - \text{інвестиції} = \text{грошовий оборот}$												
Год	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Чисті грошові потоки	-4 326 000	1 257 224	1 257 224	1 257 224	1 257 224	1 659 824	1 659 824	1 659 824	1 659 824	1 659 824	1 659 824	1 800 497		
ПВ грошових потоків	-4 326 000	1 005 779	804 623	643 699	514 959	543 891	435 113	348 090	278 472	222 778	178 222	154 661		
Σ ПВ грош. потоку (NPV)	804 288													
Дисконт. термін окупності	-4 326 000	-3 320 221	-2 515 597	-1 871 899	-1 356 940	-813 049	-377 936	-29 845	248 627	471 405	649 627	804 288	8	
(визначається моментом переходу з від'ємних значень до позитивних)														

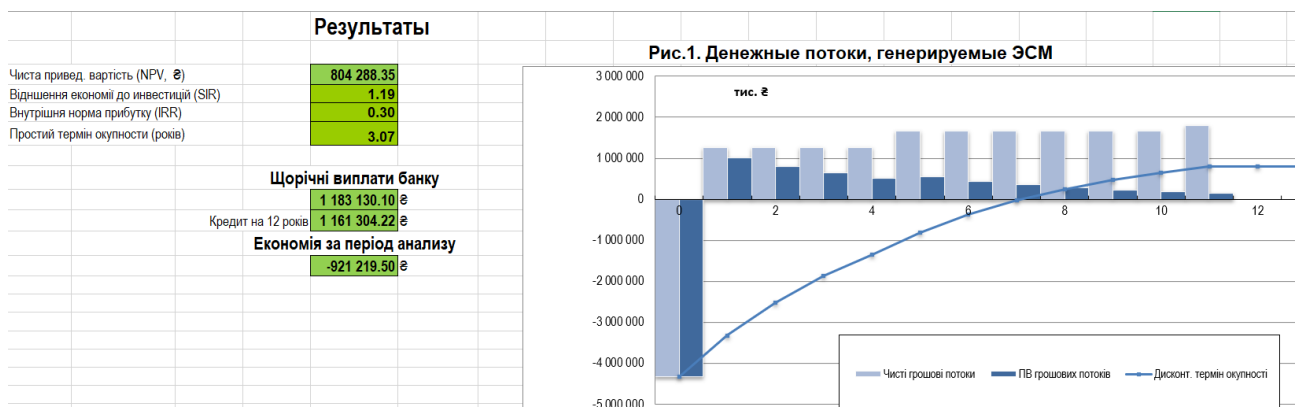


Рисунок 3.1-3.2- Життєвий цикл проекту

Продовження таблиці 3.15

Максимальна потужність (Вт)	580	530	330
Напруга при макс. потужності (В)	41.5	40.8	33.3
Струм при макс. потужності (А)	13.98	13	9.91
Напруга холостого ходу (В)	49.8	48.6	40.1
Струм короткого замикання (А)	14.6	13.8	10.41
Коефіцієнт корисної дії модуля (%)	21.2	20.7	19.5
Розміри (Д×Ш×Т, мм)	2176×1038×35	2256×1133×35	1689×996×35
Вага (кг)	27.2	27.5	18.7
Гарантія на продукт (років)	12	12	12
Гарантія продуктивності (років)	25	25	25

Продовження таблиці 3.16

Максимальна напруга постійного струму (DC)	1100 В	1000 В	1000 В
Номінальна напруга постійного струму (DC)	600 В	580 В	580 В
Діапазон напруги MPP (MPP- трекер)	200-1000 В	580-850 В	580-850 В
Максимальний вхідний струм (DC)	20 А	22 А	22 А
Номінальна вихідна напруга (AC)	400 В	400 В	400 В
Частота мережі	50/60 Гц	50/60 Гц	50/60 Гц
Максимальний вихідний струм (AC)	152 А	36.2 А	36.2 А
ККД максимальний	98.7%	98.1%	98.1%
Розміри (В×Ш×Г)	1075×525×300 мм	725×510×225 мм	725×510×225 мм
Ступінь захисту	IP66	IP65	IP65

Рекомендовані компоненти для проекту:

Сонячні панелі: Longi LR5-72HTH 580W (173 панелі).

Інвертор: Huawei SUN2000-100KTL-M2 (1 інвертор).

Ця конфігурація забезпечить:

- a. Максимальну ефективність (мінімальні втрати енергії).
- b. Простоту монтажу та обслуговування.
- c. Оптиміальне співвідношення ціни та продуктивності.

Основні технічні характеристики проекту

Номінальна потужність дахової сонячної електростанції – 100 кВт

Місце встановлення – скатний дах за адресою: пр. Соборний, 92, м. Запоріжжя

- a. Кут нахилу – -39°
- b. Потужність мережевих інверторів: 25 кВт (FRONIUS ECO 25.0.3-s)
- c. Сонячні панелі: Longi LR5-72HTH 580W (173 панелі)
- d. Додаткове навантаження на дах – 23 кг/м^2
- e. Площа сонячних панелей – $745,2 \text{ м}^2$

Розрахунок генерації електричної енергії станцією:

1. Розрахована потужність фотоелектричної системи – 100 кВт
2. Розрахункові втрати через температуру та низьку освітленість – 13,4% (з використанням місцевої температури та оточуючого середовища)
3. Оціночні втрати через ефекти кутового відбиття – 3,5%
4. Втрати комбінованої фотоелектричної системи – 28,2%
5. Інші втрати (кабелі, інвертор) – 14,0%

У таблиця 3.17 показано середньодобове та середньомісячне виробництво електроенергії

Позначення:

E_d – Середньодобове виробництво електроенергії для даної системи, кВт*год

E_t – Середньомісячне виробництво електроенергії для даної системи, кВт*год

N_d – Середньодобова сума глобального опромінення на квадратний метр,
кВт*год/м²

N_t – Середньомісячна сума глобального опромінення на квадратний метр,
кВт*год/м²

Таблиця 3.17- Середньодобове та середньомісячне виробництво електроенергії

Місяць	E_d , кВт*год	E_t , кВт*год	N_d , кВт*год/м ²	N_t , кВт*год/м ²
Січень	162,4	5033	3,58	108,5
Лютий	254,4	7122	5,9	166
Березень	365,9	11344	10,1	314,4
Квітень	469,8	14094	13	388,8
Травень	552,8	17139	15,2	470,4
Червень	544,8	16344	15,5	465,6
Липень	539,7	16730	15,7	487,2
Серпень	566,7	17567	15,3	475,2
Вересень	423,9	12719	12,2	364,8
Жовтень	354,7	10640	8,7	268,8
Листопад	109,3	5680	4,5	135,8
Грудень	117,2	3632	2,7	83,8
Середнє за зимовий період	160,8	5367	4,17	108,5
Середнє за літній період	549	16945	15,4	474,6
Усього за рік		135044		4174,6

На рисунку 3.5 зображена діаграма, на якій показано середньодобове виробництво електроенергії для даної системи та середньомісячне виробництво електроенергії для даної системи

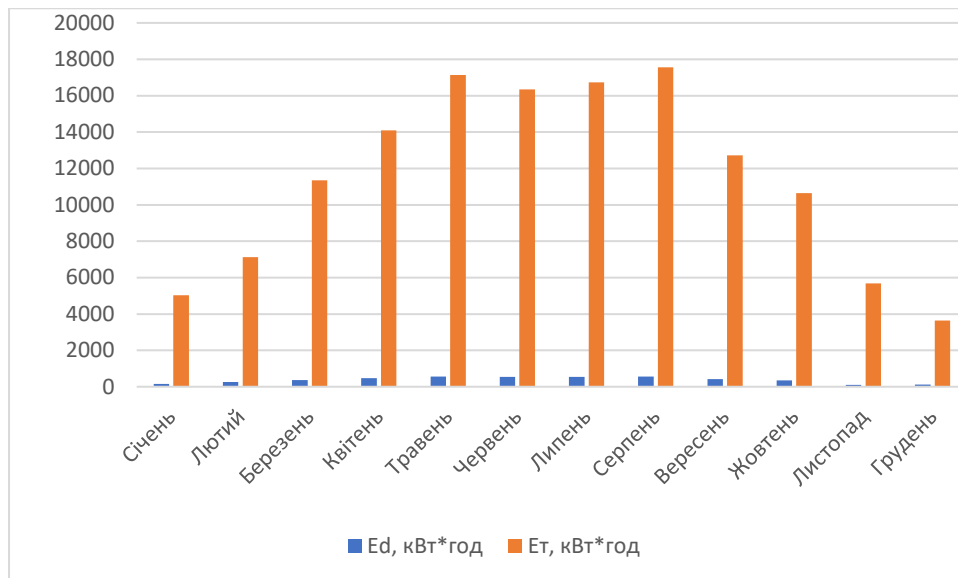


Рисунок 3.5 виробництво електроенергії

Техніко-економічне обґрунтування

- Середньорічне споживання електроенергії: 375 кВт*год/міс
- Потужність сонячної електростанції: 100 кВт
- Деградація сонячних панелей: 0.7% на рік
- Ставка податку: 19.5%
- Підвищення вартості електроенергії: 15% на рік

Життєвий цикл проекту

Річне споживання електроенергії торговельного центру за 2023 рік складає 8695896кВт.

При встановленні сонячної електростанції, ми зможемо зекономити 135044 кВт щорічно. Тариф на електроенергію складає 10,5 грн/кВт, тому розрахуємо річну економію в грошовому еквіваленті:

$$E = 135044 \cdot 10,5 = 702228.8 \text{ грн/рік}$$

Отже, ціна сонячної станції буде складати:

Для розрахунку загальної вартості сонячної станції з панелями Longi LR5-72НТН 580W та інверторами Fronius Eco 25.0-3-S/Light, врахуємо наступні компоненти:

1. Вартість панелей

Ціна однієї панелі Longi LR5-72НТН 580W становить приблизно 10 000 грн

$$173 \times 10,000 = 1,730,000 \text{ грн}$$

2. Вартість інверторів

Ціна одного інвертора Fronius Eco 25.0-3-S/Light становить 85 000 грн.

$$4 \times 85,000 = 340,000 \text{ грн}$$

3. Сумарна вартість обладнання

$$1,730,000 + 340,000 = 2,070,000 \text{ грн}$$

4. Вартість каркасу та монтажних робіт

Ціна каркасу та монтажних робіт становить 20% від вартості обладнання.

$$2,070,000 \times 0.20 = 414,000 \text{ грн}$$

5. Загальна вартість сонячної станції

$$2,070,000 + 414,000 = 2,484,000 \text{ грн}$$

Аналіз життєвого циклу проекту зображено на рисунку 3.6-3.7

Аналіз життєвого циклу		Розрахунки										0	124 200
		ПВ - приведена вартість											
Економія (€/рік)		Формула: $\text{ПВ щорічної економії} = \text{щорічна економія} / (1 + \text{облікова ставка})^{\text{рік}}$											
Рік	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Чиста щорічна економія	0	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229	702 229
ПВ щорічної економії	0	561 783	449 426	359 541	287 633	230 106	184 085	147 268	117 814	94 252	75 401	60 321	
Σ ПВ щорічної економії		2 567 631											
Інвестиції (€)		Формула: $\text{ПВ інвестицій ЖЦ} = \text{інвестиції ЖЦ} / (1 + \text{облікова ставка})^{\text{рік}}$											
Рік	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Residual	
Чисті кап. інвестиції	2 484 000	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-124 200	-225 818	
ПВ кап. інвестицій	2 484 000	-99 360	-79 488	-63 590	-50 872	-40 698	-32 558	-26 047	-20 837	-16 670	-13 336	-19 398	
Σ ПВ кап. інвестицій	2 021 146												
Грошові потоки для IRR (€)		Формула: $\text{Економія} - \text{інвестиції} = \text{грошовий оборот}$											
Год	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Чисті грошові потоки	-2 484 000	826 429	826 429	826 429	826 429	826 429	826 429	826 429	826 429	826 429	826 429	928 047	
ПВ грошових потоків	-2 484 000	661 143	528 914	423 132	338 505	270 804	216 643	173 315	138 652	110 921	88 737	79 719	
Σ ПВ грош. потоку (NPV)	546 485												
Дисконт. термін окупності	-2 484 000	-1 822 857	-1 293 943	-870 811	-532 306	-261 502	-44 858	128 456	267 108	378 030	466 767	546 485	



Рисунок 3.6-3.7 Життєвий цикл проекту

Також якщо компанія буде продавати всю вироблену електроенергію через «зелений тариф»

"Зелений тариф": 0.18 євро/кВт*год

Ставка податку: 19.5%

Підвищення вартості електроенергії: 15% на рік

У таблиці 3.18 розписан прибуток генерація та споживання, якщо торгівельний центр буде продавати електроенергію

Таблиця 3.18. Зелений тариф

Місяць	Генерація, кВт*год	Власне споживання, кВт*год	Обсяг генерації в мережу, кВт*год	Прибуток від генерації,
Січень	5033	500	4533	33952.17
Лютий	7122	500	6622	49598.78
Березень	11344	400	10944	81970.56
Квітень	14094	300	13794	103317.06
Травень	17139	300	16839	126124.11
Червень	16344	200	16144	120918.56
Липень	16730	300	16430	123060.7
Серпень	17567	300	17267	129329.83
Вересень	12719	300	12419	93018.31
Жовтень	10640	400	10240	76697.6
Листопад	5680	400	5280	39547.2
Грудень	3632	500	3132	23458.68
Усього за рік	135044	4500	130544	1000993.6

На жаль через воєнний стан, та нестабільну економічну ситуацію на ринку України можна прогнозувати підвищення тарифів на електроенергію що суттєво

зменшити термін окупності даного заходу, якщо не продавати електроенергію.

3.5.3 Встановлення генератора для задовільнення потреб тц на освітлення на час відключення електричної енергії

Розрахунок потужності та витрат

Середнє споживання електроенергії на день:

Річне споживання ТЦ: 1 454 880 кВт·год

Робочих днів у році: 350

Розрахуємо середнє денне споживання енергії на освітлення

$$1,454,880 \text{ кВт}\backslash\text{год} \div 350 = 4156,8 \text{ кВт}\backslash\text{год/день}$$

Годинна потужність

$$4156,8 \text{ кВт}\backslash\text{год} \div 9 \text{ год} = 461 \text{ кВт}$$

Потрібен генератор потужністю 450–500 кВт .

Розглянемо варіанти генераторів, які задовільняють потреби тц

Таблиця 3.19 Характеристики генераторів [24]

Тип генератора	Газовий	Бензиновий	Дизельний
Виробник	NPT	Kohler	Matari
Модель	500GFT	500REZXB	MC500LS
Номінальна потужність (кВт)	500	500	500
Об'єм паливного бака (л)	880	1000	800
Витрати пального (л/год)	142	145	110
Час автономної роботи (год)	6.9	6.9	7.3
Ціна (грн)	3,700,000	3500000	3100000

Генератор NPT 500GFT є найкращим вибором серед запропонованих варіантів з наступних причин:

1. Оптимальне співвідношення ціни та характеристик

Ціна: Генератор NPT 500GFT має ціну 3,700,000 грн, що є конкурентоспроможною в порівнянні з іншими газовими генераторами, враховуючи його характеристики.

2. Економія пального

Генератор NPT 500GFT споживає 142 л/год, що менше, ніж 160 л/год у Volvo Penta. Це дозволяє знизити витрати на пальне на 11% при тривалому використанні.

3. Енергоефективність

Хоча об'єм паливного бака становить 880 л, він забезпечує автономну роботу на 6.2 години, що достатньо для більшості комерційних і промислових потреб. Завдяки меншому об'єму бака цей генератор легший, що може спрощувати транспортування та обслуговування.

4. Технічна перевага

NPT 500GFT підтримує максимальну потужність у 550 кВт, що забезпечує стабільність роботи навіть при пікових навантаженнях. Це робить його універсальним для широкого спектра застосувань.

5. Збалансовані витрати та тривалість роботи

Хоча час автономної роботи NPT 500GFT трохи менший, ніж у дизельного Matari (7.3 години), його експлуатаційні витрати будуть значно нижчими через дешевше пальне.

Розрахуємо витрати та споживання пального, припустимо, що світло відключають у середньому на 6 годин на день.

Порахуємо витрати пального:

Для генератора на 500 кВт витрата палива при 60% навантаженні: 50 л/год..

Витрата пального за 6 годин.

$142 \text{ л/год} \times 6 \text{ год} = 852 \text{ л/день}$

Тоді витрата пального на рік

$$852 \text{ л/день} \times 350 \text{ днів} = 298200 \text{ л/рік}$$

Вартість пального:

Ціна на газ в Україні станом на 2024 рік 35 грн на літр, тоді вартість пального на рік складає

$$298200 \text{ л} \times 35 \text{ грн/л} = 10437000 \text{ грн/рік}$$

Розрахуємо вартість проекту з встановлення генератора

Таблиця 3.20 Вартість встановлення генератора

Категорія	Вартість в грн
Генератор	3 700 000
Монтаж та автоматичне підключення (АВР)	700 000
Пальне на рік	10437000
Щорічне обслуговування (5% від вартості генератора)	180 000
Загальна вартість проекту (перший рік)	14 830 000

Проект забезпечує значні початкові вкладення, але забезпечує безперервну роботу ТЦ навіть в умовах енергетичної кризи. Такий підхід є стратегічно важливим для підтримки конкурентоспроможності та привабливості торгового центру для клієнтів і партнерів.

Висновки до розділу 3.

У розділі були розглянуті та проаналізовані конкретні проекти та обґрунтуванню стратегії енергозабезпечення торговельного центру. Результати розділу є практично орієнтованими та базуються на детальному аналізі попередніх розрахунків і особливостей енергоспоживання об'єкта.

1. Встановлення теплових насосів для об'єкта дослідження дозволяє скоротити витрати на опалення та кондиціонування на 30%. Розраховано, що для забезпечення стабільної роботи систем ОВК потрібна потужність теплових

насосів на рівні 500 кВт, що відповідає обсягу теплових потреб центру.

2. Розрахунки показали, що використання фотовольтаїчних систем зменшить залежність від зовнішніх постачальників та стабілізує витрати на електроенергію. При цьому, початкові інвестиції у розмірі 3,2 млн грн окупляться за 4 роки завдяки зменшенню витрат на електроенергію.

3. Впровадження системи акумулювання енергії (на базі акумуляторів ємністю 500 кВт·год) дозволить покривати пікові навантаження та економити на електроенергії в години максимального тарифу, що забезпечить додаткову стабільність енергозабезпечення.

4. Запропонована стратегія базується на використанні сучасних технологій, що забезпечують ефективне енергозабезпечення торговельного центру, зниження витрат та екологічний ефект. Впровадження зазначених заходів є економічно вигідним, екологічно доцільним та відповідає вимогам сучасного ринку.

4. СТАРТАП-ПРОЄКТ

4.1 Опис стартап проекту

В даному розділі проведено аналіз можливості ринкового впровадження та можливі напрямки реалізації стартап проекту EnergyFlex розумна система енергозабезпечення для торгівельних центрів

У сучасному світі питання ефективного використання енергетичних ресурсів стає все більш актуальним. Торгові центри, як об'єкти з високим рівнем споживання енергії, споживають особливу увагу в контексті енергоефективності та зменшення витрат на енергоспоживання. Традиційні системи управління енергоресурсами часто не здатні забезпечити необхідний рівень контролю та оптимізації, що призвело до втрати витрат та негативного впливу на навколишнє середовище.

Проект «Розумний дім для торгового центру» спрямований на вирішення цих проблем шляхом впровадження інноваційної системи управління та контролю енерговикористання. Система включає програмне забезпечення для моніторингу та аналізу споживання енергії, управління накопичувальними батареями, сонячними електростанціями (СЕС), тепловими насосами та датчиками руху. Інтеграція цих компонентів дозволяє створити єдину екосистему, яка автоматично регулює енергоспоживання відповідно до поточних потреб та зовнішніх умов.

Методом проекту є підвищення енергоефективності торгового центру, зменшення операційних витрат та покращення екологічних показників шляхом зниження викидів парникових газів. Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, у поєднанні з накопичувальними батареями, забезпечує автономність та стабільність енергопостачання. Теплові насоси та датчики руху сприяють оптимізації використання теплової та електричної енергії, знижуючи споживання в період низької активності.

Проект проведення детального енергетичного аудиту будівлі торгового центру для визначення основних споживачів енергії та результатів підвищення ефективності. На основі зібраних даних розробляється індивідуальна стратегія

впровадження системи "Розумний дім", що враховує специфіку об'єкта та його експлуатаційні особливості.

Очікувані результати від впровадження проекту включають значне зниження споживання електричної та теплової енергії, скорочення витрат на енергоносії, підвищення конкурентоспроможності торгового центру та покращення його іміджу як екологічно відповідного об'єкта.

У таблицях 4.1-4.4 наданий основний опис та зміст проекту

Таблиця 4.1- Зміст і вигоди для користувачів

Аспект	Опис
Зміст ідеї	Застосування інтелектуальної платформи для енергозабезпечення ТЦ з інтеграцією відновлювальних джерел енергії (сонячні електростанції, вітрові установки) системи зберегання енергії (акумулятори) датчики та алгоритми оптимізації використання енергії ВДЕ
Напрямки застосування	Торговельні центри, багатофункціональні комплекси, великі магазини
Вигоди для користувачів	Зменшення витрат на електроенергію до 40%. Екологічність: скорочення викидів CO₂ за рахунок переходу на відновлювані джерела енергії. Надійність: Забезпечення безперебійного енергопостачання навіть у разі аварії. Імідж: Збільшення привабливості ТЦ для орендарів та клієнтів завдяки впровадженню “зелених” технологій.

Таблиця 4.2- Ключові елементи проекту

Компонент	Опис
Інтеграція з відновлюваними джерелами енергії	Установка сонячних панелей на дахах або фасадах ТЦ, використання вітрогенераторів за наявності відповідних умов.
Система зберігання енергії	Акумуляторні батареї накопичують надлишкову енергію, вироблену вдень, і використовують її в години пікового споживання.
Розумні датчики та моніторинг	Датчики відстежують споживання енергії в кожній зоні (магазини, фуд-корт, розважальні майданчики), а моніторинг у реальному часі показує найбільші споживачі.
Алгоритми оптимізації	Штучний інтелект аналізує споживання енергії та автоматично перерозподіляє її між зонами, регулюючи освітлення та кондиціонування.
Резервні джерела енергії	Використання гібридних рішень, таких як підключення до центральної мережі або встановлення генераторів для забезпечення безперебійної роботи.
Мобільний додаток для адміністраторів	Додаток дозволяє відстежувати споживання енергії, планувати роботу обладнання та отримувати рекомендації щодо зниження витрат.

Таблиця 4.3- Технічна здійсненність

Аспект	Опис
Доступність технологій	Існують перевірені рішення для ВДЕ та автоматизації, багато компаній та фірм, що займаються проектами з сес або вітровими станціями, є великий вибір компаній до яких можна звернутися за співпрацею для реалізації різних проектів щодо енергоефективності торгівельного центру, постійний розвиток технологій
Інфраструктура	Потребує попередньої підготовки та інвестицій у базову інфраструктуру
Рівень інноваційності	Поєднання штучного інтелекту та енергоефективності, поєднання великої кількості енергоефективних заходів в один механізм, наявність додатку який буде показувати енергоспоживання та керувати енергоспоживання

Таблиця 4.4- Проектна база для проекту

Ідея продукту	Технології та її реалізація	Наявність технологій	Доступність технологій
База для даних	Exel	наявні	доступні
Математична складова	Python, Pandas, Sk-learn	наявні	доступні
Графічна складова	Python, matplotlib	наявні	доступні

4.2 Огляд ринку

Сегмент ринку: розумні технології та автоматизація в комерційній нерухомості (BMS — Building Management Systems). Основний акцент — це

інноваційні рішення для оптимізації роботи торгових центрів. Розглянемо темпи зростання: світовий ринок “розумних будівель” оцінюється в десятки мільярдів доларів і зростає на 20–25% щороку, в Україні та сусідніх країнах розвиток повільніший, але пандемія і прагнення до енергоефективності стимулюють інтерес до таких рішень.

Таблиця 4.5- Проблеми та їх рішення

Проблема	Потенційне рішення
Високі витрати на енергоспоживання	Система 'Розумний дім' дозволяє оптимізувати освітлення, клімат-контроль та інші системи, знижуючи витрати на 20–30%.
Безпека	Інтеграція відеонагляду, сигналізації та доступу через одну систему для підвищення захисту.
Потреба у зручності для орендарів	Гнучкі інструменти для управління орендними площами, такі як автоматизація доступу чи підрахунок трафіку.
Тренд на стале управління	Рішення для скорочення вуглецевого сліду та залучення еко-свідомих орендарів.

Таблиця 4.6- Опис ринку

Характеристика	Опис
Розмір ринку	Сотні ТЦ в Україні та тисячі в Європі
Попит	Високий через нестабільність енергозабезпечення
Конкуренція	Ринок розвивається, мало інтегрованих рішень, низька конкуренція

Таблиця 4.7- Аналіз ринку

Характеристика	Опис
Кількість головних гравців	Невелика кількість великих гравців, включаючи інтеграторів систем 'Розумний дім' та постачальників обладнання для ТЦ.
Загальний обсяг продаж	Ринок систем автоматизації та енергозбереження для ТЦ оцінюється в кілька мільярдів гривень на рік.
Динаміка ринку	Зростає на 10–15% щорічно через попит на енергоефективні рішення та автоматизацію.
Наявність обмежень для входу	Високі інвестиції у розробку технологій та сертифікацію, а також конкуренція з великими міжнародними гравцями.
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідність відповідності міжнародним стандартам енергоефективності, безпеки та сумісності обладнання.
Середня норма рентабельності в галузі	Середня рентабельність у галузі становить 20–25%, з можливістю вищого прибутку для інноваційних рішень.

Таблиця 4.8- Аналіз клієнтів

Тип клієнта	Опис
Торговельні центри	Великі мережі з високим споживанням енергії, тц що хочуть ввести комплексні заходи з енергоефективності та мати постійний контроль над споживанням
Багатофункціональні комплекси	Поєднання офісних і торговельних площ
Мережі магазинів	Компанії, що прагнуть знизити операційні витрати

Таблиця 4.9- Загрози з якими можна зтикнутися на ринку

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Ціна на послуги	Оцінка вартості послуг прямо пропорційно залежить від можливостей скорочення споживання.	Бенчмаркінг. Розрахунок вартості послуг в залежності від вартості послуг у конкурентів.
Підвищення кваліфікації	Для того, щоб проект функціонував, необхідно постійно проводити кваліфікаційні тренінги для персоналу.	Створити відповідального за кваліфікаційний розвиток.
Недостатня мотивація споживача	Системи оперативного контролю на українському ринку є інновацією і для клієнта досить ризиково використовувати дану послугу.	Реклама, комунікативні методи зв'язку з потенційними клієнтами.

Таблиця 4.10- Можливості

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
Новизна	Досить свіжий погляд у сфері енергоринку України.	Рекламувати продукт як інноваційний.
Комплексність	Розрахунок ведеться аргументований та різносторонній. Інші подібні системи не мають на стільки комплексної системи висновків та пропозицій.	Постійний контроль за справністю математичної складової послуг.
Простота експлуатації	Автоматизоване середовище дозволить кожному члену організації проводити розрахунки.	Удосконалення даної складової.
Актуальність	Зростання попиту на енергоефективність	Пошук нових клієнтів

Таблиця 4.11- Аналіз конкурентів

Особливості конкурентного середовища	Опис характеристики	Вплив на діяльність підприємств
Тип конкуренції - чиста	В інтернеті представлені підприємства, що займаються конкурентною діяльністю.	Маркетинговий відділ сприяє рекламним діям для представлення особливостей послуг.
Локальний рівень конкурентної боротьби	В Україні існують методи енергоефективності на основі регіональних показників.	Впливати та вирішувати локальні проблеми.

Продовження таблиці 4.11

Потенційно міжгалузева	Система може використовуватись для контролю якості продукції.	На певному етапі підприємство буде намагатись вийти за межі власної галузі.
Нецінова конкуренція	Послуга не матиме фіксованої ціни.	На ціну впливатимуть безліч факторів.
Марочна конкуренція	На певних підприємствах працюють системи контролю енергоефективності.	Унікальність послуг дозволяє просувати бренд.

Таблиця 4.12- Аналіз конкуренції

Рівень конкуренції	Опис
Місцевий	Обмежена кількість інтеграторів ВДЕ для ТЦ
Національний	Підвищений інтерес до енергетичних стартапів
Міжнародний	Розвинені рішення від глобальних компаній. У світі працюють такі гіганти, як Siemens, Honeywell, Schneider Electric

Таблиця 4.13- Аналіз за Портером

Склад аналізу	Пояснення	Оцінка
Прямі конкуренти в галузі	Інші інтегратори та постачальники систем автоматизації.	Висока конкуренція через розвиток ринку.
Потенційні конкуренти	Інші компанії, що розглядають можливість входу.	Загроза залежить від бар'єрів входу.

Продовження таблиці 4.13

Постачальники	Ключові постачальники обладнання.	Середня сила, залежить від ринку.
Клієнти	ТЦ, магазини, офіси.	Висока вимогливість до якості послуг.
Товари-замінники	Обладнання з іншим функціоналом.	Загроза низька через відсутність аналогів.

Таблиця 4.14- Конкурентоспроможність

Фактор	Обґрунтування
Новизна	Конкурентне середовище цінує інноваційні рішення, що сприяють залученню клієнтів.
Аргументованість результатів	Покращений та глибокий аналіз результатів підвищує привабливість послуг.
Простота використання	Кожен клієнт має можливість використати послуги без залучення спеціальних додаткових ресурсів.

Таблиця 4.15- Свот аналіз

Категорія	Опис
Сильні сторони	Високий попит на підвищення енергоефективності.
	Новизна проекту – унікальність.
Слабкі сторони	Необхідність великих баз даних, що потребує додаткових витрат.
	Високий рівень залежності від технологій.
Можливості	Поліпшення іміджу проекту завдяки інноваціям.
	Розвиток законодавчого регулювання проблем енергоефективності в країні.
Загрози	Зростання конкуренції.
	Висока залежність від регуляторних вимог.

Таблиця 4.16- Альтернативи ринку

Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Використання соціальних мереж	Вище середнього. Повністю залежить від якості рекламних постів.	1 рік
Конференції, форуми та інші спільнотські зустрічі	Середня. Залежить від матеріалу, що буде представлено на таких зустрічах.	2 роки
Спільна робота з іншими підприємствами	Середня. Залежить частково від якості послуг, частково від співробітництва з іншими підприємствами.	2 роки

4.3 Позичування EnergyFlex на ринку

EnergyFlex – це інноваційний продукт, орієнтований на сегментальні торгові центри, який прагне досягти максимальної енергоефективності та мінімізувати залежність від традиційних джерел енергії. Система позиціонується як розумне рішення для управління енергозабезпеченням, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати, оптимізувати використання енергоресурсів та забезпечити відповідність сучасним екологічним стандартам.

На енергоефективних комплексних технологіях EnergyFlex займається ні одна високотехнологічна розробка, яка об'єднує такі ключові характеристики ринку:

1. Інноваційність – використання сучасних алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування енергоспоживання та автоматизації процесів.
2. Гнучкість – система легко адаптується до потреб різних об'єктів, від невеликих торгових площ до великих багатофункціональних комплексів.

3. Модульність – можливість інтеграції окремих компонентів (сонячних панелей, теплових насосів, систем зберігання енергії) у вже існуючу інфраструктуру.

4. Екологічність – зменшення викидів CO₂ за рахунок використання відновлюваних джерел енергії та підвищення ефективності енергоспоживання.

EnergyFlex спрямована на торговельні центри, які шукають рішення для:

- a. зниження витрат на енергопостачання;
- b. забезпечення безперебійного функціонування під час перебоїв у централізованих мережах;
- c. відповідності міжнародним екологічним стандартам (LEED, BREEAM);
- d. підвищення комфорту для відвідувачів і персоналу.

Конкурентними перевагами EnergyFlex є її інтеграція з «розумними мережами» (Smart Grids), можливість дистанційного моніторингу та керування, а також доступна модель ціноутворення, яка дозволяє отримати економічний ефект вже в перший рік експлуатації.

Таким чином, EnergyFlex позиціонується як стратегічний партнер для торгових центрів, які прагнуть перейти на новий рівень енергозабезпечення, забезпечуючи високу ефективність, економічність та екологічність. У наступних таблицях звітно висувається стратегія розвитку, вартість проекту, конкурентні переваги та канали збуту цього продукту. У таблицях 4.17-4.27 детально рібрана стратегія позиціювання продукту на ринку.

Таблиця 4.17- Стратегія розвитку

Фактор	Опис
Інновації	Розробка унікальних рішень для енергозабезпечення
Масштабування	Вихід на міжнародні ринки
Підтримка клієнтів	Розширення спектру послуг для задоволення запитів клієнтів

Таблиця 4.18- Конкурента стратегія

Фактор	Опис
Диференціація	Унікальність продукту, висока якість послуг
Цінове лідерство	Оптимізація витрат для зниження ціни
Фокусування	Спрямування на вузький сегмент ринку

Таблиця 4.19- Стратегії позиціонування

Стратегія	Опис	Цільова аудиторія	Конкурентна перевага
Інноваційне лідерство	Позиціонування першопрохідця у сфері "розумних" технологій	Власники та орендарі ТЦ	Технологічні нововведення та енергоефективність
Екологічна відповідальність	Акцент на використання альтернативних джерел енергії та зниження викидів CO ₂	Еко-свідомі компанії та споживачі	Змінення екологічного сліду
Економічна ефективність	Підкреслення довгострокових заощаджень від впровадження системи	Фінансово орієнтовані компанії	Зниження операційних витрат
Підвищення безпеки	Акцент на безпеку за допомогою датчиків руху та системи моніторингу	ТЦ з високими вимогами до безпеки	Поліпшення безпеки та контролю

Таблиця 4.20- Визначення меж

Компонент системи	Опис меж застосування	Відповідальні особи	Області інтеграції
Альтернативні джерела енергії	Використання сонячних панелей на даху ТЦ	Інженери-енергетики	Енергосистема будівництва
Теплові насоси	Обігрів та охолодження приміщень ТЦ	HVAC спеціалісти	Система опалення та кондиціонування
Датчики руху	Контроль освіти та безпеки в коридорах та залах	Фахівці з безпеки	Системи освіти та охорони
Накопичувальні системи	Зберігання надлишкової енергії для пікового використання	Енергоменеджери	Енергосистема та резервні потужності

Таблиця 4.21- Формування системи збуту

Канал збуту	Опис	Відповідальний відділ	Стратегії просування
Прямі продажі	Безпосередній контакт з клієнтами (ТЦ)	Відділ продажів	Персоналізовані пропозиції

Продовження таблиці 4.21

Партнерські програми	Співпраця з будівельними компаніями та підрядниками	Відділ партнерств	Взаємна реклама та рекомендації
Онлайн-платформи	Продаж та просування через веб-сайт та соцмережі	Маркетинговий відділ	SEO, контент-маркетинг, таргетинг
Участь у виставках та форумах	Презентація продукту на галузевих заходах	Відділ зв'язків з громадськістю	Демонстрація, мережеві контакти

Таблиця 4.22- Розрахунок вартості проекту

Елемент витрат	Кількість	Ціна за одиницю (\$)	Загальна вартість (\$)	Примітки
Оренда офісу	12 міс	2000	24 000	Офіс для команди проекту
Зарплата працівникам	-	-	200 000	Інженери, менеджери, технічний персонал
Програмне забезпечення	-	-	50 000	Розробка та ліцензування ПЗ
Сонячні панелі	200 шт	500	100 000	Потужність 300 Вт кожної
Теплові насоси	50 шт	2000	100 000	Для різних зон ТЦ

Продовження таблиці 4.22

Датчики руху	300 шт	50	15 000	Покриття всіх коридорів та залів
Накопичувальні системи	10 шт	10 000	100 000	Літій-іонні батареї
Інсталяція та монтаж	-	-	50 000	Робота підрядників
Інтеграція систем	-	-	30 000	Настроювання та тестування
Додаткові витрати	-	-	20 000	Ліцензії, дозволи, непередбачені витрати
Загальна вартість			689 000	

Пояснення до таблиці:

Оренда офісу: Розрахована на 12 місяців за ставкою \$2,000 на місяць. Офіс необхідний для роботи команд проекту, включаючи менеджерів, інженерів та адміністративний персонал.

Зарплата працівникам: Орієнтовна сума на оплату праці інженерів, менеджерів проекту, розробників програмного забезпечення та технічного персоналу в процесі реалізації проекту.

Програмне забезпечення: Вартість розробки спеціалізованого програмного забезпечення для управління "розумним домом", а також витрати на ліцензування деяких програмних продуктів.

Обладнання: Включає вартість сонячних панелей, теплових насосів, датчиків руху та накопичувальних систем. Ці компоненти є ключовими для впровадження енергоефективних та автоматизованих систем у торговому центрі.

Інсталяція та монтаж: Витрати на послуги підрядників для встановлення обладнання та проведення більшості будівельно-монтажних робіт.

Система інтеграції: Налаштування всіх компонентів системи для забезпечення їх спільної роботи.

Додаткові витрати: Включають витрати на отримання ліцензій та дозволів, а також резерв на неперевірені витрати, які можуть виникнути в процесі реалізації проекту.

Таблиця 4.23- Розрахунок вартості проекту

Елемент витрат	Кількість	Ціна за одиницю (\$)	Загальна вартість (\$)	Примітки
Сонячні панелі	200 шт	500	100 000	Потужність 300 Вт кожної
Теплові насоси	50 шт	2000	100 000	Для різних зон ТЦ
Датчики руху	300 шт	50	15 000	Покриття всіх коридорів та залів
Накопичувальні системи	10 шт	10 000	100 000	Літій-іонні батареї
Інсталяція та монтаж	-	-	50 000	Робота підрядників
Інтеграція систем	-	-	30 000	Програмне забезпечення та налаштування
Додаткові витрати	-	-	20 000	Ліцензії, дозволи, непередбачені витрати
Загальна вартість			415 000	

Таблиця 4.24- Визначення базової стратегії розвитку стартап-проекту

Стратегічний фокус	Опис	Ключові цілі	Кроки впровадження	Очікувані результати
Лідерство в інноваціях	Позиціонування як лідера у рішеннях "розумний дім" для ТЦ	Розробка передових технологій; визнання на ринку	Інвестиції в R&D; співпраця з технічними партнерами; патентування інновацій	Створення бренду як інноватора; залучення ранніх клієнтів
Проникнення на ринок	Швидкий вихід та захоплення частки ринку в цільовому сегменті	залучення ключових клієнтів; побудова сильної клієнтської бази	Агресивний маркетинг; конкурентоспроможні ціни; стратегічні партнерства	Викладання контрактів з великими ТЦ
Клієнтоорієнтований підхід	Налаштування рішень під потреби конкретних клієнтів	висока задоволеність клієнтів; довгострокові відносини	Індивідуалізація пропозицій; відмінна підтримка після продажу	Підвищення лояльності клієнтів; повторні продажі
Сталий розвиток	Фокус на екологічно чистих та енергоефективних рішеннях	Зменшення вуглецевого сліду; відповідність екостандартам	Використання альтернативної енергії; інтеграція "зелених" технологій	залучення еко-свідомих клієнтів; відповідність нормам
Масштабованість	Проектування рішень, які можна масштабувати та адаптувати	Розширення на нові ринки; обробка зростання попиту	Модульний дизайн; інвестиції в масштабовану інфраструктуру	Здатність швидко зростати; вихід на нові ринки

Таблиця 4.25- Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Конкурентна стратегія	Опис	Цільові конкуренти	Ключові дії	Очікувані переваги
Диференціація	Пропозиція унікальних функцій та передових технологій	Загальні постачальники систем	Розробка власних технологій; фокус на інноваціях	Відрізнитися на ринку; обґрунтувати преміальну ціну
Лідерство за витратами	Оптимізація витрат для пропозиції конкурентних цін	Низьковартісні постачальники	Оптимізація операцій; закупівлі оптом; ефективна логістика	залучення ціночутливих клієнтів; розширення обсягів
Фокусна стратегія	Концентрація на ніші торгових центрів	Постачальники для інших сегментів	Спеціалізація на потребах ТЦ; настройка рішення	Стати оптимальним постачальником у своїй ніші
Стратегічні альянси	Партнерство з доповнюючими бізнесами	Незалежні конкуренти	Партнерство з енергопостачальниками та технічними компаніями	доступ до нових ресурсів; розширення пропозицій
Гонка інновацій	Лідерство у впровадженні нових технологій та функцій	Технологічно просунуті конкуренти	Інвестиції в безперервний R&D; швидкий розвиток продуктів	підтримка лідерства; встановлення галузевих трендів

Таблиця 4.26- Визначення ключових переваг концепції наявного товару

Ключова перевага	Опис	Вигода для клієнта	Конкурентна перевага
Енергоефективність	Використання альтернативних джерел енергії та ефективних систем	Значне зниження енерговитрат; покращений екологічний імідж	Економія коштів; відповідність тенденціям сталого розвитку
Інтегровані системи	Безшовна інтеграція всіх компонентів: теплових насосів, датчиків, накопичувачів	підвищена ефективність; зручність управління	Комплексне рішення від одного постачальника
Просунута автоматизація	Автоматизація освіти, клімату та безпеки за допомогою датчиків	Підвищений комфорт; зниження ручного втручання	Передові технології; зручність використання
Масштабованість та гнучкість	Модульний дизайн для легкого розширення та налаштування	Індивідуальні рішення; захист інвестицій	Адаптація до зміни потреби клієнта
Моніторинг в реальному часі	Реальний час даних та можливість дистанційного управління	Кращі рішення; проактивне обслуговування	Додаткова цінність через аналітику даних

Продовження таблиці 4.27

Доступна реалізація	Оптимізований процес інсталяції знижує початкові витрати	доступність; швидка окупність інвестицій	Привабливість для клієнтів з обмеженим бюджетом
Відповідність стандартам	Відповідність галузевим нормам та стандартам	Юридична безпека; зниження ризиків	надійність; уникнення штрафів та санкцій

Таблиця 4.27- Загальна таблиця по проекту

Параметр	Значення
Концепція маркетингових комунікацій	
Специфіка поведінки	Недовіра до нових технологій, потреба у перевірці
Канали комунікацій	Інтернет, соціальні мережі, новини
Ключові позиції	Контроль, прозорість впровадження, економічний ефект
Завдання повідомлення	Інформування про переваги, вигоди та довгострокову економіку
Концепція звернення	Зниження енерговитрат, екологічність, зручність
Ідея	
Об'єкт	Розумний дім для ТЦ з енергозберігаючими технологіями
Мета	Контроль енерговитрат, автоматизація систем, підвищення ефективності

Продовження таблиці 4.27

Термін	Впровадження – 1,5 роки, оптимізація – 3 роки
Можливості	Використання альтернативної енергії, математичне моделювання ефективності
Кількість	Розраховується залежно від попиту
Суб'єкти ринку	Власники ТЦ, орендарі, зацікавлені у зниженні операційних витрат
Ціна	
Об'єкт	Вартість інсталяції системи залежно від розміру ТЦ
Мета	Встановлення конкурентної ціни
Термін	Ціна залишається актуальною до появи дешевих конкурентів
Можливості	Гнучка ціна залежно від масштабу робіт
Кількість	Ціна розраховується залежно від площі та всього встановленого обладнання
Суб'єкти ринку	Клієнти, які прагнуть оптимізувати витрати
Місце продажу	
Об'єкт	Офіційний сайт, дистриб'ютори
Мета	Залучення клієнтів через особистий доступ до інформації
Термін	весь проект всього життєвого циклу
Можливості	Канали продажу оптимізовані для масового ринку
Кількість	Необмежена
Суб'єкти ринку	Компанії, зацікавлені в технологічних інноваціях

Продовження таблиці 4.27

Реклама	
Об'єкт	Соціальні мережі, SEO-оптимізація, онлайн-платформи
Мета	Підвищення обізнаності про проект та створення позитивного іміджу
Термін	1-3 роки, залежно від стратегії
Можливості	Використання партнерських програм для розширення охоплення
Кількість	Рекламні витрати 30-40% від бюджету
Суб'єкти ринку	Власники бізнесів, енергоменеджери, екосвідомі клієнти

Висновок розділу 4

1. Розроблено систему "Розумний дім" для торгового центру, яка включає програму контролю енерговикористання. Проведено аналіз існуючих систем енергоменеджменту в торгових центрах України. Виявлено проблеми, можливості, недоліки та нормативно-правове регулювання в цій сфері. Здійснено систематичний аналіз варіантів впровадження системи контролю енерговикористання в торгових центрах.

2. Економічна ефективність: Впровадження системи дозволяє зменшити витрати на енергоресурси до 30% завдяки оптимізації їх використання. Розраховано, що початкові інвестиції окупляться за 3-5 років, залежно від масштабу системи та обраного функціоналу.

3. Проведено маркетинговий аналіз можливостей впровадження системи "Розумний дім" у торгових центрах. Визначено принципову можливість та напрями реалізації проекту. Здійснено технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартапу, розроблено ринкову стратегію

4. Загалом, впровадження системи «Розумний дім» у торговому центрі дозволяє значно підвищити ефективність використання енергетичних ресурсів, знизити витрати на енергоспоживання та покращити екологічні показники будівлі.

ВИСНОВКИ

Робота на тему присвячена розробці та впровадженню інноваційних рішень у сфері енергозабезпечення для підвищення енергоефективності об'єктів комерційного призначення. На основі аналізу сучасного стану енергоспоживання, оцінки потреб обраного об'єкта дослідження — торговельного центру «Пальміра Плаза».

Основні результати роботи:

1. Аналіз сучасного стану енергозабезпечення: Виявлено, що більшість торговельних центрів України побудовані із застосуванням застарілих технологій, що призводить до значного енергоспоживання. Було визначено ключові проблеми: високі теплові втрати, неефективне використання енергетичних ресурсів та відсутність інтеграції відновлюваних джерел енергії.
2. Оцінка енергетичних потреб: Розраховано баланс споживання електричної та теплової енергії об'єкта, що дозволило виявити основні напрямки оптимізації. Визначено річний обсяг енергоспоживання торговельного центру — 704,760 кВт·год. Розраховано, що витрати на електроенергію можна знизити на 35% за рахунок впровадження інноваційних рішень. Здійснено детальний аналіз сезонних коливань енергоспоживання, що враховано при виборі рішень.
3. Розробка оптимальної стратегії: Запропоновано інтеграцію теплових насосів, сонячних панелей та автоматизованих систем управління енергоспоживанням. Проведено економічне обґрунтування доцільності таких заходів, яке підтвердило їх ефективність як з точки зору економії, так і екологічності. Інвестиції в енергоефективні заходи становлять 10 млн грн, із терміном окупності від 5 до 7 років. Щорічна економія витрат на енергоресурси досягне 1,1 млн грн. Впровадження запропонованої стратегії забезпечить зниження викидів CO₂ на 20–25%.
4. Практичне значення: Результати роботи можуть бути застосовані для модернізації інших торговельних центрів, сприяючи сталому розвитку та зниженню експлуатаційних витрат.

Отже, впровадження запропонованої стратегії забезпечує економічну ефективність, екологічну відповідальність та енергетичну незалежність об'єкта. Розроблені рішення є сучасними, реалістичними та відповідають вимогам сталого розвитку. Для їх реалізації рекомендовано залучати державну підтримку, інвесторів та використовувати існуючі програми фінансування. Таким чином, робота робить вагомий внесок у розвиток енергетичного менеджменту торговельних центрів, демонструючи перспективи інтеграції інноваційних технологій та енергоефективних стратегій.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 На шляху до будівель з нульовими викидами: оновлені правила енергоефективності в ЄС[Електронний ресурс] URL: <https://dixigroup.org/comment/na-shlyahu-do-budivel-z-nulovymy-vykydamy-onovleni-pravyla-energoefektyvnosti-v-yes/>(дата затвердження: 25.04.2024)
- 2 ОПЕРАЦІЙНИЙ ПЛАН заходів з реалізації у 2024—2026 роках Довгострокової стратегії термомодернізації будівель на період до 2050 року: Кабінету Міністрів України від 29 дек. 2023 г. — №1228-р. С. 8
- 3 Renewables could power almost 80% of Ukraine's economy by 2050, says UN report[Електронний ресурс] URL:<https://unece.org/sustainable-development/press/renewables-could-power-almost-80-ukraines-economy-2050-says-un-report> (дата затвердження: 21 червня 2023 р)
- 4 Power sector results. Climatescope's ranking of the most attractive emerging markets for renewable energy investment. [Електронний ресурс] URL: <https://www.global-climatescope.org/results>
- 5 Irena Energy profile Ukraine [Електронний ресурс] URL:https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Europe/Ukraine_Europe_RE_SP.pdf?country=Ukraine®ionID=&countryID=ff9c618d-0b5c-43f0-ba29-c40d53d0fd1d (дата затвердження: 21.06.2024 р)
- 6 Ринок електроенергії [Електронний ресурс] URL: <https://map.ua-energy.org/uk/dashboards/>
- 7 Лариса Білозерова, Сонячна генерація: змінюються масштаб та географія об'єктів. *Української енергетик* [Електронний ресурс] URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/tryfonivska-ses-foto-dtek> (дата публікації) 14 травня 2024
- 8 Про енергетичну ефективність будівель. Верховна Рада України; Закон від 22.06.2017 № 2118-VIII С.12
- 9 Торгово-развлекательный центр «Пальмира Plaza»[Електронний ресурс] URL: https://afisha.zp.ua/tc/torgovo-razvlekatelnyy-centr-palmira-plaza_5.html

10 Каталог товарів EVROPROM [Електронний ресурс] URL:
https://lp.evroprom.com/ua?utm_source=google_ads&utm_medium=cpc&utm_campaign=poisk_ua&=ad_1&utm_term=%D1%87%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D1%80&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwUSKVygZBdqUxG4I52Nlmdgeq3Q2ZvDRjXa5S0xufRmg9dCjpdYzuEaAtDTEALw_wcB

11 Діючі тарифи КП «Водоканал» м. Запоріжжя [Електронний ресурс] URL:
https://vodokanal.zp.ua/?page_id=370

12 ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення. Київ: ДП НДІБК, 2018.
 – 137 с.

13 Philips CoreLine LED Panel, Osram LED Panel, ECOLight Panel
 Характеристики лампи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://light-group.com.ua/ru/product/coreline-panel-svitlodiodne-ofisne-osvitlennya/?srsltid=AfmBOopgsf0Pw-4-HZMgWZKe70t6vTvJz2m8qJJlaA7ARtgzeSvbbOJ9>

14 Philips Track Light, Osram Track Spot, Maxus Track Light Характеристики
 лампи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://maxus.com.ua/trekoviy-svitilnik-maxus-assistance-track-light-tulip-36w-90cri-4000k-24deg-3-phase-black-matlt-36940-024d3p-b.html>

15 Philips GreenPerform, LEDVANCE Linear, Horoz Electric Linear LED Light
 Характеристики лампи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://e27.com.ua/ru/brand/horoz-electric?utm_source=adwords&utm_medium=cpc&utm_campaign=10208186060&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwWyGcXaFOy0sf18909iJOqaxhoIsOIxfDswl9YXp5xFkAH-aIQ8pFAaAhhEEALw_wcB

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

17 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»,
 чинний з 01.09.2022.

18 Теплові насоси (геотермальні системи) принцип роботи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: ecosvit.net/ua/teplovij-nasos-vidi-ta-zastosuvannya

19 Переваги та недоліки теплових насосів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mycond.ua/blog/perevagy-ta-nedoliky-teplovyyh-nasosiv>

20 Переваги та недоліки сес [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ecoclubrivne.org/spp_roofs/#:~:text=Переваги%20СЕС%20%3A&text=%20Зменшують%20негативний%20вплив%20на%20довкілля,від%20заявленого%20коефіцієнту%20корисної%20дії

21 Характеристики теплового насосу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.magmaenergy.com.ua/shop/bosch-compress-5000-aw/>

22 Характеристики сонячних панелей [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uds-energy.com.ua/sonyachni-paneli-longi?gad_source=1&gbraid=0AAAAA-hd3sj15xucb2W8Slpy9c8QPNFIU&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwV4Rr3e4ZD_1MwbY0MBnIhYiL3yI0-F-cJ19bZ2CQHjt0suwAr3-cEaAiO1EALw_wcB

23 Характеристики інвертора Ха [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://vencon.ua/ua/products/huawei-sun2000-100ktl-m2?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_id=19921886592&utm_campaign=19921886592&utm_content=147794592437&utm_term=kw:%7Cpid:%7Ctarid:dsa=307094928652&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwV8SBr2HSbmsbchExwg2W7tm9wGFWzrMZUhD2UHG8wGX65RmlkDmgEaAu7FEALw_wcB

24 Характеристики генераторів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwj9-4ntmJOKAxXOTpEFHbXOHFYyABAOGgJscg&co=1&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwURh2reeNywXaIp_ngfvB5E5pO3qoGRsvUFVSo0NK-E-Jr662Udd6UaAsc2EALw_wcB&ohost=www.google.com&cid=CAESV-D2v1jNspM0oP7qcjM2ZkWTYvrDvRqe3CEZS2deWG1C2csHwT5nxR-

[P9GwkmcZy61LCTWzqcOLMbywvVfObw1uSXQkBZEuDCW0OoK-koUs-9n_6TJapBA&sig=AOD64_0YkzJbVymtZVUK-fIAvK1BtvnCSQ&q&adurl&ved=2ahUKEwiBwYXtmJOKAxU2IBAIHfRXAHwQ0Qx6BAgPEAE](#)