

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Вишенський Максим Миколайович

Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі
КУ ДНЗ № 13 «Купава» (Центру розвитку дитини) СМР

Кваліфікаційна робота магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи: _____

(підпис)

_____ Сотник М. І. _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ д. т. каф. ПГМ _____

(наукове звання та наукова ступінь)

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика» (Енергетичний менеджмент)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« » _____ 20 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Здобувача _____ Вишенський Максим Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі КУ ДНЗ № 13 «Купава» (Центру розвитку дитини) СМР

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2021 р. __

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 13.12.2021 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення інформації щодо актуальності проведення розрахункових робіт за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Представлення результатів з аналізу літературних та інформаційних джерел з сучасного стану питання за темою роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних з подальшим визначенням вихідних даних до розрахунку. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними. Висновки).

Розділ 2 – Техніко-економічний аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним етапом проведеної роботи. Аналіз отриманих результатів. Розробка заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

Розділ 3 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки)

Загальні висновки.

5 Консультанти кваліфікаційної роботи, із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях			

6 Дата видачі завдання 01.11.2021 р

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 01.11 до 28.11.2021	
2	Захист переддипломної практики	до 05.12.2021	
3	Виконання 1-го розділу	до 21.11.2021	
4	Виконання 2-го розділу	до 30.11.2021	
5	Виконання 3-го розділу	до 11.12.2021	
6	Представлення виконаної роботи	до 13.12.2021	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2021	
8	Проведення захисту роботи	з 20.12 до 30.12.2021	

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 95 с., 24 таблиць, 12 рисунків, 2 додатки, 23 літературні джерела.

Мета роботи: визначення базових величин параметрів будівлі, проведення енергетичного обстеження системи тепло- та електропостачання, холодного водопостачання.

Відповідно до поставленої мети було вирішені такі завдання:

- отримання результатів тепловізійних досліджень огорожувальних конструкцій будівлі;
- аналіз рівня використання енергоносіїв;
- проведено інструментальне обстеження будівлі;
- проведено необхідні розрахунки за запропонованими енергозберігаючими заходами та сформувано висновки.

Предметом дослідження є системи теплопостачання та енергоспоживання будівлі ДНЗ №13, аналіз споживання енергоносіїв.

Об'єктом є будівля ДНЗ №13 та процеси споживання енергоресурсів.

Методи дослідження: інструментальне вимірювання будівлі, освітленості.

Ключові слова: енергетичне обстеження, теплопостачання, вимірювальний прилад, енергоносії, енергозбереження, енергоспоживання, генерація, сонячна електростанція.

Тема роботи – «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	9
1.2 Опис дійсного стану будівлі	10
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкта	11
1.3.1 Система тепlopостачання.....	11
1.3.2 Система електропостачання.....	12
1.3.3 Система водопостачання.....	13
1.3.4 Система вентиляції.....	13
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв	14
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	15
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води	16
1.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла.....	16
1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	17
1.4.3 Аналіз обсягів споживання води	18
1.5 Техніко – економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	20
1.6 Опис методів та приладів вимірювання.....	22
1.7 Висновок до розділу	23
2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ	24
2.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій.....	24
2.2 Розрахунок теплової потужності.....	25
2.3 Визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання системою тепlopостачання об’єкту.....	28
2.4 Запропоновано такі енергозбережні заходи.....	31
2.5 Утеплення огорожуючих конструкцій будівлі (стін).....	31
2.6 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля).....	35
2.7 Подальша заміна ламп розжарення на світлодіодні.....	37

2.8 Впровадження сонячної електростанції у закладі для генерації та зміщення електричної енергії, яка надходить до закладу з загальної мережі і використовується в системі електрозабезпечення.....	39
2.8.1 Види сонячних електростанцій.....	39
2.8.2 Визначення розрахункової установленної потужності панелей сонячної електростанції.....	50
2.8.3 Вибираємо тип обладнання і компоненти сонячної електростанції, які будуть використовуватися в проєкті.....	81
2.9 Висновки до розділу.....	83
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	84
3.1 Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту.....	84
3.1.1 Основні поняття.....	84
3.1.2 Способи і засоби захисту.....	85
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88
ДОДАТОК А.....	90
ДОДАТОК Б.....	91

ВСТУП

Енергетика є однією з провідних галузей національної економіки України. Це свого роду фундамент, фундамент, який лежить в основі функціонування економіки країни. Підготовці фахівців з енергетики у вищих навчальних закладах приділяється особлива увага, яка сама по собі є дуже відповідальною. Знання та практичні навички фахівців в Україні глибші, ніж їх аналоги в європейських країнах. Історично енергетики ніколи не цікавились економічною стороною та фінансовими питаннями своєї діяльності. Вузька спеціалізація українських спеціалістів не дозволила розглядати підприємство як цілий набір взаємопов'язаних проблем, до того ж вони не займалися технологічними питаннями.

Розвиток фінансових установ у нашій країні має значний вплив на високу собівартість продукції, на яку зазвичай припадає 8-12% промислової діяльності та схильна до зростання через великі моральні та фізичні причини. Пошкодження основного обладнання та значні втрати транспорту енергоресурсів.

Раціональне використання джерел енергії є однією з ключових умов зниження собівартості промислових підприємств та підвищення економічної ефективності загальної продукції. У той же час, економія енергії у вітчизняній економіці може бути досягнута лише шляхом створення та подальшої реалізації програм енергозбереження серед незалежних підприємців, яким необхідно створити належну систематичну та систематичну основу. Затримка впровадження заходів з енергозбереження може призвести до значних фінансових втрат для підприємців та негативно вплинути на загальні екологічні та соціально-економічні умови. Крім того, в інших галузях галузі та економіки не вистачає фінансових ресурсів з подальшим зростанням витрат, що затримує оновлення виробничої бази підприємця відповідно до науково-технічного прогресу.

Режим економії енергетичних ресурсів визначає необхідність нормування витрати енергії та енергоносіїв. Прогресивні норми витрати енергії і пального —

це максимально допустима витрата на одиницю продукції або одиницю роботи в раціональних умовах організації виробництва та експлуатації устаткування.

Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) у суспільному виробництві України здійснюється з метою раціонального використання та економії паливно-енергетичних ресурсів і є основою для застосування економічних санкцій за їх нераціональне використання та запровадження економічних механізмів стимулювання енергозбереження.

Нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів не передбачає втручання держави у господарську діяльність підприємств, пов'язану з обмеженням обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів або обсягів виробленої продукції. Воно є інструментом усунення нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, викликаного безгосподарністю та застосуванням застарілих технологій. Основними важелями цього механізму є матеріальне заохочення економії паливно-енергетичних ресурсів та фінансова відповідальність за їх нераціональне використання [4].

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження бакалаврської роботи є дошкільний навчальний заклад (центр розвитку дитини) № 13 "Купава" Пришибська площа, буд. 23 м. Суми, Сумська область, 40016.

Метою роботи є аналіз енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради.

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює ДНЗ № 13 "Купава".

Будівля сумського ДНЗ №13 площею забудови 1454,1 м² складається з двох поверхів та підвального приміщення. У закладі працює та виховується 453 людей, з них 380 дітей у 14 групах. У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Режим роботи закладу з 7⁰⁰ години до 19⁰⁰ години.

Технічні характеристики будівлі такі:

- рік побудови1980
- кількість поверхів.....2 пов
- опалювальна площа.....1445,3 м²
- опалювальний об'єм закладу.....9611 м³
- площа забудови.....1454,1 м²
- висота будівлі.....6,44 м
- периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій..... 315,4 м
- зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень.....1451,16 м³.

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 13 здійснюється системою централізованого опалення згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір 1777 – Т від 19.02.2020 року.

У закладі відсутня гаряча вода, нагрівання води здійснюється за допомогою теплообмінника від системи централізованого теплопостачання, розташованого в підвалі.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Загальний стан будівлі дошкільного навчального закладу є задовільним. Стіни будівлі не мають явних пошкоджень, по периметру всієї будівлі виконана відмостка. Старі дерев'яні вікна не повністю замінені на металопластикові з двокамерним склопакетом. Будівля має дев'ять входів (три центральних та шість службових), центральні виконані у вигляді тамбуру, що значною мірою зменшує тепловтрати через відкривання дверей.

Підтримання комфортних температур внутрішнього повітря у приміщеннях з великими об'ємами вимагає більших витрат теплової енергії. Відсутність утепленого перекриття у закладі призводить до того, що температура повітря у деяких групах на другому поверсі значно нижча, ніж у групах першого поверху, та не відповідає нормативним показникам.

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.3.1 Система теплопостачання

Теплопостачання Сумського ДНЗ № 13 здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір 1777 – Т від 19.02.2020 року.

Ввід теплової мережі передбачений до теплового пункту, розміщеного у підвальному приміщенні (див. Додаток А) де є вільний доступ обслуговуючого персоналу до приладів, наявне освітлення, та відповідає вимогам Правил технічної експлуатації тепловикористовуючих устаткувань і теплових мереж. Трубопроводи тепломережі і деталі вузла обліку теплової енергії сталеві, неповністю ізольовані.

Система теплової мережі дошкільного навчального закладу однотрубна з нижньою розводкою; за напрямом з'єднання опалювальних приладів – горизонтальна. Магістральні трубопроводи до будівлі, прокладені під землею та під'єднуються в тепловому пункті до головних подавальних трубопроводів.

В якості опалювальних приладів використовуються конвективні сталеві радіатори. Поверх яких встановлено дерев'яні решітки, для запобігання прямого контакту з опалювальними приладами, решітки мають отвори для забезпечення достатнього теплообміну. Опалювальні прилади розташовані під вікнами в кожному приміщенні. Доступ до опалювальних приладів необмежений.

Опалювальна площа будівлі закладу – 1445,3 м².

Опалювальний об'єм закладу – 9611 м³.

Заклад щомісячно отримує акт прийому-передачі теплової енергії, та рахунок за спожиту теплову енергію. Оплата за спожиту теплову енергію здійснюється до кінця розрахункового місяця.

1.3.2 Система електропостачання

Електропостачання сумського ДНЗ №13 відбувається згідно договору з постачальником електроенергії ТОВ «Енера-Суми».

На об'єкті ДНЗ №13 встановлено два лічильники електричної енергії.

До технічних енергоспоживаючого обладнання можна віднести :

- система освітлення;
- система електрообладнання.

До основного електроспоживаючого обладнання належать: холодильники, комп'ютери, принтер, пральні машини, електричні печі, праски, котли харчові.

Систему освітлення складають прилади в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 вид освітлюваних приладів

№ з/п	Найменування	Потужність, Вт	Кількість, шт.
1	Лампи розжарювання	60	5
		75	102
		100	46
2	Лампи люмінесцентні трубчасті	36	58
3	Лампи світлодіодні	4	2
		7	10
		18	6
4	Лампи енергозберігаючі компактні	20	12
		11	8

1.3.3 Система водопостачання

Водопостачання сумського ДНЗ №13 відбувається згідно договору з КП «Міськводоканал» СМР.

До закладу постачається тільки холодна вода. Гаряча вода отримується нагріванням від центральної системи опалення через теплообмінний апарат.

Основним споживанням холодної води є працівники, обслуговуючий персонал та вихованці дошкільного навчального закладу.

Повірка лічильника води – 22 лютого 2019 року;

1.3.4 Система вентиляції

Заклад обладнано природною вентиляцією. Видалення повітря із кухні виконується механічною системою вентиляції. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через нещільності світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішні двері. Місцезнаходження вентилятора на кронштейні в кухні. Вентустановка В-1 здійснюється місцевої витяжки від електро-плити за допомогою парасольки розміром 1100 * 1100 мм.

Продуктивність вентилятора становить 869 м³ / год повітря, що більше проектної 750 м³ / год в допустимих межах. Вентустановки В-1 працює ефективно. Режим роботи вентустановки періодичний.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

У вузлу обліку теплової енергії за технічними умовами передбачено встановлення лічильника тепла CALMEX – U VKP-431 Інвест-Пермекс заводський номер – 08330-97. У теплопункті витратомір, який під'єднаний до теплолічильника, встановлений на трубі з зовнішнім діаметром $D_{тр}$ 109 мм з діаметром умовного проходу D_u 100мм схему теплопункту зображено в додатку А.

Облік споживання води проводиться за допомогою лічильника SENSUS 420 50 L260 NM 1080 WD UA, серійний номер 1917711615.

Облік споживання електроенергії проводиться за допомогою двох лічильників:

- НІК 2301 АПЗ серійний номер: 1046430.
- НІК 2301 АПЗ серійний номер: 1041883.

Всі засоби обліку спожитих енергоресурсів та води закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок.

Дати останніх повірок лічильників:

- повірка лічильника тепла – 12 червня 2020 року;
- повірка лічильника води – 22 лютого 2019 року;
- повірка лічильника електричної енергії 1 – 18 липня 2014 року;
- повірка лічильника електричної енергії 2 – 20 грудня 2014 року.
- Повірку проведено ДП «Укрметртестстандарт».

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи на енергоносії і воду на 10.12.2021 рік з ПДВ:

Теплова енергія: 2142,93 грн/Гкал.

Електрична енергія: 5.35 грн/кВт·год.

Водовідведення: **9,624** грн/м³.

Водопостачання: 9,792 грн/м³.

1.4. Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Обсяг теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2020 роки

в таблиці 1.2 та на рисунку 1.1.

Таблиця 1.2 - Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2020 роки

Місяць	Рік		
	2018	2019	2020
	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	77,102	77,102	96,614
Лютий	64,572	63,102	82,909
Березень	63,589	42,936	52,698
Квітень	38,479	47,344	0

Травень	4,433	9,248	0,369
Червень	5,439	7,643	0
Липень	6,23	1,389	0
Серпень	0	0	0
Вересень	4,504	16,005	1,24
Жовтень	30,165	24,631	29,489
Листопад	42,409	45,691	59,554
Грудень	62,4	50,3	60,278

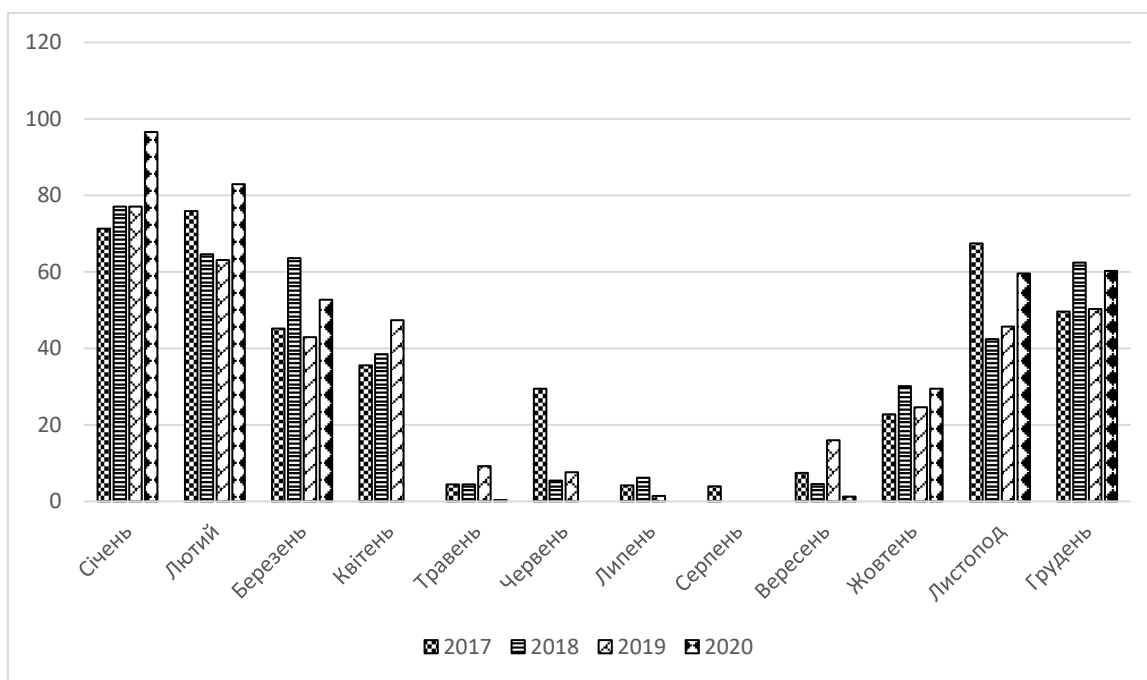


Рисунок 1.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею закладу за 2018–2019 роки

Споживання тепла будівлею ДНЗ № 13 відбувається не тільки під час опалювального періоду, тепло надається на підігрів води, у зв'язку з відсутністю гарячого водопостачання. Тривалість опалювального періоду 2018–2019 року (182 діб, 4368 год), при умові дотримання температурного режиму у системі

теплопостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (10.10.2018–10.04.2019) -0.1°C [4].

1.4.2 Аналіз споживання електроенергії

Електроенергія, спожита будівлею закладу за 2017–2020 роки наведена у табл. 1.3 та на рис. 1.2.

Таблиця 1.3 - Електроенергія, спожита будівлею закладу за 2017–2020 роки

Місяць	Рік		
	2018	2019	2020
	кВт	кВт	кВт
Січень	3850	4400	4893
Лютий	4597	4000	4282
Березень	3800	3500	2344
Квітень	3600	8690	6220
Травень	3000	3481	1666
Червень	2500	2520	2731
Липень	2800	2738	3052
Серпень	2600	3000	3067
Вересень	4000	4211	3826
Жовтень	4000	4186	5117
Листопад	4000	4474	4521
Грудень	5583	4500	4774

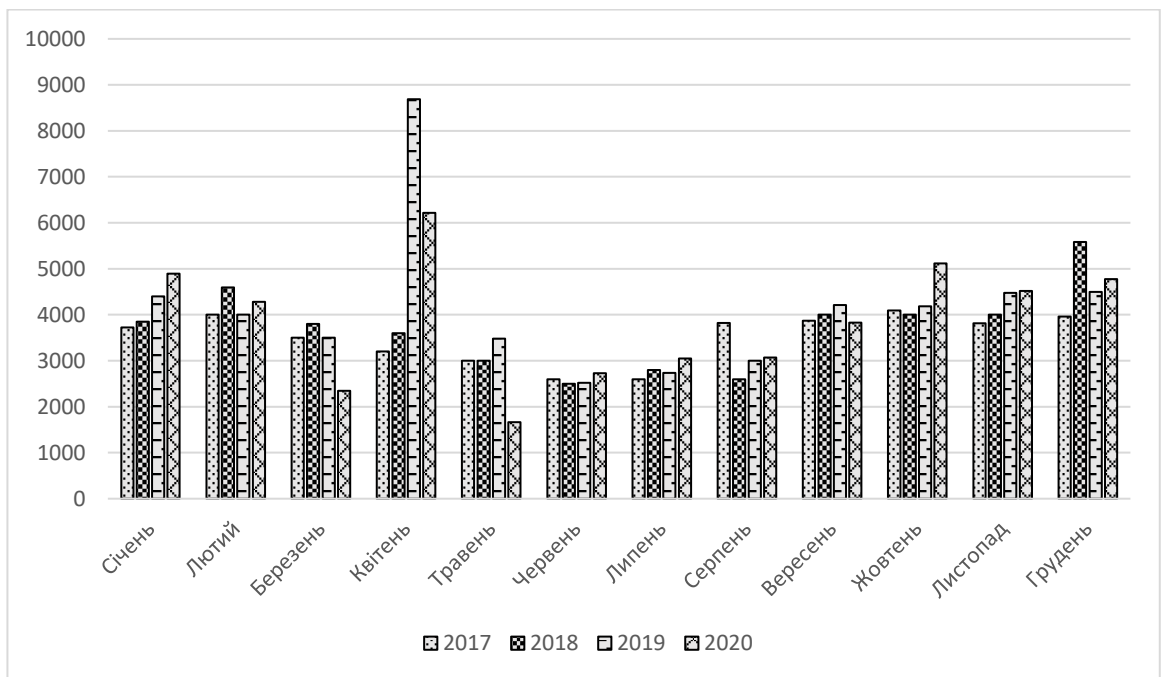


Рисунок 1.2 - Електроенергія, спожита будівлею закладу за 2017–2020 роки

Діаграма показує, що максимум спожитої електроенергії ДНЗ № 13 «Купава» з рис. 1.3 можна побачити, що кількість електроенергії в теплу пору менша. Це пояснюється тим, що в літній період збільшується день та зменшується споживання електроенергії на освітлення приміщення, окрім цього помітне підвищене споживання енергії у квітні 2019 року, у зв'язку з ремонтними роботами.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Величина споживання холодної води закладу за 2018–2020 роки наведена у табл. 1.4 та на рис. 1.3.

Таблиця 1.4 – Величина споживання холодної води закладом за 2017–2020 роки

роки

Місяць	Рік		
	2018	2019	2020
	м ³	м ³	м ³
Січень	3850	4400	4893
Лютий	4597	4000	4282
Березень	3800	3500	2344
Квітень	3600	8690	6220
Травень	3000	3481	1666
Червень	2500	2520	2731
Липень	2800	2738	3052
Серпень	2600	3000	3067
Вересень	4000	4211	3826
Жовтень	4000	4186	5117
Листопад	4000	4474	4521
Грудень	5583	4500	4774

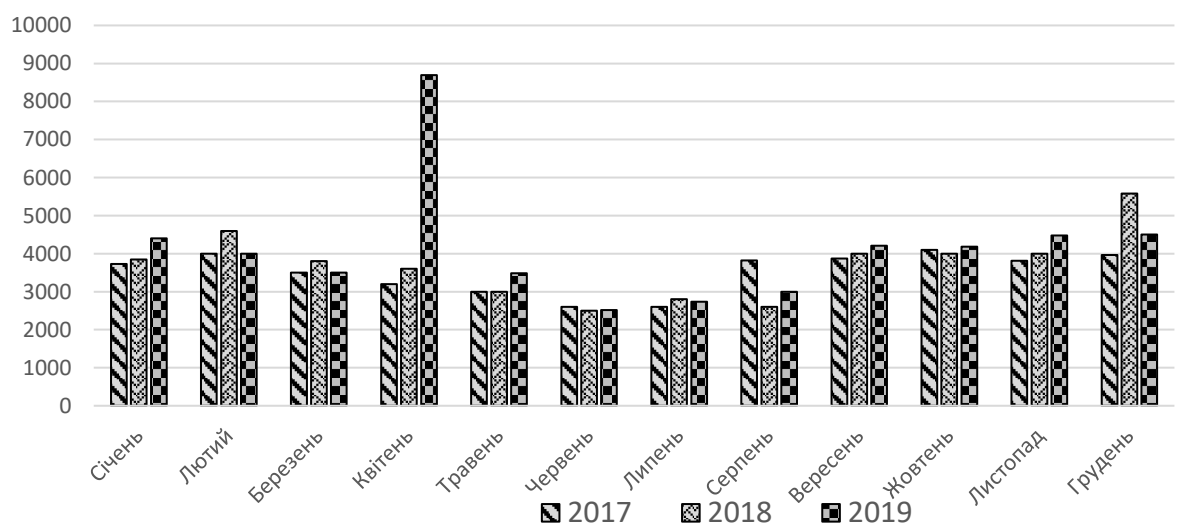


Рисунок 1.3 – Величина споживання холодної води закладом за 2017–2020 роки.

На діаграмі показано що в липні і серпні знижене споживання води у зв'язку з канікулами, у червні підвищене споживання через ремонтні роботи.

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами.

Враховуючи той факт, що за останній опалювальний період 2019–2020 року були аномально теплі зимові місяці, з середньомісячними температурами набагато вищими чим нормовані показники [6, 7], аналіз ефективності системи теплопостачання закладу необхідно проводити за фактичними величинами попередніх опалювальних періодів, у яких середньомісячні температури розташовані у діапазоні нормованих показників. У подальших аналітичних розрахунках, за базовий період приймається опалювальний період 2018–2019 року.

Питома потреба EP – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [5, п.3.24]:

$$EP = \frac{Q_{оп}}{V_{буд}^{оп}}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3}$$

де $Q_{оп}$ – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

$V_{\text{буд}}^{\text{оп}}$ – опалювальний об'єм будинку, м³.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [5, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{\text{max}},$$

де EP – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [5, п.5.3].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд дитячих дошкільних закладів першої температурної зони становлять [5, табл.1]:

$$EP_{\text{max}} = 48 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,041 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщень закладу за опалювальні періоди становлять:

- опалювальний період 2017–2018 рік – $Q_{\text{оп}} = 383,55$ Гкал;
- опалювальний період 2018–2019 рік – $Q_{\text{оп}} = 365,46$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- опалювальний період 2017–2018 рік – $EP = 0,0399$ Гкал/м³;
- опалювальний період 2018–2019 рік – $EP = 0,038$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними опалювальними періодами становить – $EP = 0,3897$ Гкал/м³.

За результатами порівняння фактичних і нормованих показників із споживання теплової енергії можна зробити наступний висновок, а саме:

Отриманий результат за роками по будівлі майже відповідає нормативній умові (1.2). Але, враховуючи результати енергетичного обстеження, треба зазначити, що із-за умов дотримання встановлених для будівлі лімітів по теплоспоживанню, регулювання відбору теплоти відбувається у "ручному" змінні режиму роботи вузла теплопункту, тобто здійснюється вимушене зменшення обсягів споживання теплоти; при цьому відбувається нерівномірне прогрівання приміщень закладу, що призводить до використання додаткових джерел теплоти, внаслідок чого підвищуються загальні витрати на оплату за енергопостачання будинку. У такій ситуації порушується циркуляційний тиск теплоносія в опалювальних приладах навчального закладу; можлива відсутність руху теплоносія в крайніх ділянках теплопровідної системи тощо.

Такий стан усіх технологічних і конструктивних елементів, що визначають енергетичну ефективність процесу створення і підтримки теплового балансу в будівлі, необхідно вважати незадовільними.

З метою виправлення описаної ситуації пропонується впровадження автоматизованої системи моніторингу споживання теплової енергії, етапи впровадження якої включають у т. ч. теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій будівлі та проведення інструментальних вимірювань для визначення їх фактичного теплового стану.

1.6 Опис методів та приладів вимірювання

Під час проведення енергоаудиту в ДНЗ № 13 «Купава» використовувалися наступні вимірювальні прилади:

- Вимірювальна рулетка Montero 10G44X 10м x 25мм, її технічні дані:
 - Ціна поділки 1 мм;

- Довжина стрічки 10 м;
 - Ширина стрічки 25 мм;
 - Механізм повернення стрічки має вбудовану зворотню пружину;
 - Вбудований магніт на гачку [15];
- Термометр настінний TFA
- Ціна поділки 1⁰С;
 - Матеріал: пластик;
 - Діапазон вимірюємих температур від – 36⁰С до +50⁰С [16];
- Тепловізор FlukeTi25
- Діапазон вимірюємих температур від – 20⁰С до +350⁰С;
 - Похибка вимірювання температури ±2⁰С;
 - Інфрачервоний об'єктив 20мм F=0.8.

1.7 Висновок до розділу

За результатами проведеного енергетичного аудиту ДНЗ №13 було виявлено, що огорожуючі конструкції будівлі знаходяться в задовільному стані, але мають значні тепловтрати. Споживання енергоресурсів майже відповідає нормативним. За результатами тепловізійного обстеження ДНЗ №13 були виявлені наступні проблеми: нещільність прилягання віконних конструкцій до стін, втрата захисних властивостей стінами, підвищені тепловтрати через дерев'яні віконні рами, відкритий вентиляційний отвір в підвал, відкрита квартира в режимі «прівітрювання». Термограми з коментарями прикладені в додатку Б.

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Розрахунковий аналіз стану огорожувальних конструкцій

Згідно даних отриманих в результаті проведеного обстеження, згідно методики наданої в документації [4] проводимо розрахунок теплового опору результати записуємо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елемента	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Керамзитобетон	0,3	0,41	0,93	3,83
		Цементно-піщана штукатурка	0,03	0,81		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,3	1,92	1,56	5,35
		Керамзит	0,15	0,12		
		Бітум	0,009	0,27		
3	Вікна	Металопластикові двокамерним склопакетом з	-	-	0,6	0,75
		Дерев'яні			0,2	
4	Підлога	Залізобетонна плита	0,22	1,92	0,37	3,75
		Керамічна плитка	0,05	1,1		
		Розчин цементно-піщаний	0,04	0,81		
		Лілолеум ПВХ	0,002	0,35		

Отримані результати розрахунку показують що дійсний опір не відповідає нормативному [5, табл.3]. Можна зробити висновок, що зовнішні огорожуючі конструкції мають недостатні теплозахисні властивості і потребують

запровадження енергозберігаючих заходів, що до збільшення їх опору теплопередачі.

2.2 Розрахунок теплової потужності

Проводимо оціночний аналіз теплової характеристики обстежуваної будівлі ДНЗ № 13 за збільшеними показниками, при дійсному стані огорожувальних конструкцій без урахування всіх видів тепловтрат і теплонадходжень. За результатами даних розрахунків можна впроваджувати заходи з модернізації тепlopункту, а саме: встановлення більш сучасного обладнання з можливістю автоматичного керування, на заміну застарілого, або встановлення системи моніторингу теплоспоживання.

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$ (за вимогами температурного режиму [5, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря $t_{з,п} = -25^{\circ}\text{C}$ [6].

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [11], $\text{Вт}/\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$, за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 2.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left(\frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\phi}} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{пр}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (2.1)$$

де P_{ϕ} – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

F_{ϕ} – площа будівлі в межах периметра, м^2 ;

H_{ϕ} – висота будівлі в межах опалюваних приміщень, м;

g_0 – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma пр}^{СТН}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, $m^2 \cdot K / Wt$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma пр}^{СТЛ}$ – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, $m^2 \cdot K / Wt$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma пр}^{ПДЛГ}$ – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, $m^2 \cdot K / Wt$ (див. таблиця 2.1);

$R_{\Sigma пр}^{ВКН}$ – опір теплопередачі вікон, $m^2 \cdot K / Wt$ (див. таблиця 2.1).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період визначається так [11]:

$$Q_{\phi} = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_{\phi} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де V_{ϕ} – зовнішній об'єм будівлі в межах опалювальних приміщень, m^3 ;

$t_{\text{в}}$ – температура по приміщеннях будівлі, $^{\circ}C$ [5, табл.В.2];

$t_{\text{з.р}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, $^{\circ}C$ [6];

a – поправковий коефіцієнт, який визначається як [11]:

$$a = 0,54 + \frac{t_{\text{в}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}})} = 0,54 + \frac{22}{(22 - (-25))} = 1,01$$

Фактична питома опалювальна характеристика будівлі

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{315.4}{1451.16} \cdot \left(\frac{1}{0.93} + 0,3 \cdot \left(\frac{1}{0.4} - \frac{1}{0.93} \right) \right) + \frac{1}{6.44} \cdot \left(0,9 \cdot \frac{1}{1.56} + 0,6 \cdot \frac{1}{0.37} \right) = 0.67 \text{ Вт/} \\ m^3 \cdot ^{\circ}C$$

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі

$$Q_6 = 1,01 \cdot 0,67 \cdot 9345 \cdot (22 - (-25)) \cdot 10^{-3} = 296,4 \text{ кВт}$$

Як було зазначено вище, у наступних розрахунках, за базовий порівняльний період приймається опалювальний період 2018–2019 року.

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом, Гкал, в умовах запровадження режиму чергового опалення визначається, як:

$$Q_{p,оп} = \frac{Q_6}{(t_B^{cp} - t_{з.р})} \cdot [(t_B^{cp} - t_{ср.п}) \cdot (n_{оп} - n_{нр}) + (t_{черг} - t_{ср.п}) \cdot n_{нр}] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} \quad (2.3)$$

де t_B^{cp} – осереднена температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{з.р}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря [6], °С;

$t_{ср.п}$ – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля, °С [6];

$t_{черг}$ – чергова температура повітря у приміщенні у неробочий час (приймається як для житлових приміщень – $t_{черг} = 15^{\circ}\text{C}$);

$n_{оп}$ – кількість годин за відповідний період опалення;

$n_{нр}$ – кількість неробочих годин за опалювальний період (рік), год/рік:

$$n_{нр} = (n_{оп} - n_{вих}) \cdot (24 - n_p) + 24 \cdot n_{вих}$$

де $n_{вих}$ – кількість вихідних та святкових днів за відповідний період опалення;

n_p – кількість годин за робочу добу коли не застосовується чергове опалення.

Розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна була для опалення всієї будівлі за опалювальний період 2018–2019 року (182 днів, 4368 год), при умові дотримання температурного режиму у системі тепlopостачання, та середній температурі за опалювальний сезон (10.10.2018–10.04.2019) $-0,1^{\circ}\text{C}$ [9] буде становити:

$$n_{\text{нр}} = (182 - 53) \cdot (24 - 14) + 24 \cdot 53 = 2562 \text{ год}$$

$$Q_{\text{р.оп}} = \frac{296,4}{(22 - (-0,1))} \cdot [(22 - (-0,1)) \cdot (4368 - 2562) + (15 - (-0,1)) \cdot 2562] \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 426,2 \text{ Гкал}$$

Згідно наданих облікових даних по закладу за опалювальний 2018–2019 рік, фактичні обсяги теплоспоживання на опалення закладу становлять $Q_{\text{ф.оп}}=365,46$ Гкал. Фактична величина є меншою від необхідної розрахункової на 14%

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії дійсних показників з розрахунковими свідчить про те, що заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи тепlopостачання, що може бути пов'язано з недодержанням температурного графіку у магістральних мережах, а також із-за некоректного регулювання обсягів теплонадходження за допомогою вентиля, який встановлений у тепlopункті на вході в систему тепlopостачання будівлі.

Встановлено такий факт, що температура теплоносія, який подається у систему опалення, не відповідає затвердженому температурному графіку централізованого тепlopостачання, до якого під'єднаний заклад. Наприклад, облікові показники температури теплоносія на вході у тепlopункт, які при середньодобовій температурі зовнішнього повітря нуль градусів за шкалою Цельсія дорівнюють у середньому значенні $^{\circ}\text{C}$ (див. таблиця 2.2).

Враховуючи додатково дійсний стан огорожувальних конструкцій об'єкту щодо їх невідповідності нормованим показникам опору теплопередачі (див. таблиця 2.1), загальний рівень енергоефективності будівлі та функціонування системи опалення є низьким.

2.3 Визначення базового рівня енергоспоживання системою тепlopостачання системою тепlopостачання об'єкту

Статистичні дані багаторічного моніторингу енергоспоживання будівлями різного призначення свідчать про те, що їх системи тепlopостачання

є одними з найбільш енерговитратних, тому при розробленні заходів з енергозбереження для підвищення енергоефективності роботи таких систем, необхідно визначитись з базовим рівнем показників теплоспоживання, від яких буде обраховуватись майбутня економія витрат.

Базовий рівень споживання теплової енергії – показник споживання теплової енергії будівлями при дійсному їх стані до початку впровадження енергоефективних заходів. Або, як визначено у [10, п.3.1]: **Базове енергоспоживання** – кількість енергії, яку споживає будівля в розрахункових умовах внутрішнього мікроклімату в будівлі та зовнішнього середовища при проектних характеристиках функціонування відповідних інженерних систем будівлі.

При подальшому визначені економії енерговитрат від впровадження енергозбережних заходів, базовий показник рівня енергоспоживання повинен бути скоригований з урахуванням необхідності дотримання санітарних умов перебування персоналу та відвідувачів за нормативними показниками при розрахункових температурах зовнішнього повітря, а також мають враховуватися всі індивідуальні конструктивні особливості дійсного стану будівлі на момент проведення енергоаудиту.

Фактичні величини теплоспоживання за останній звітний період опалювального року приймаються базовими, і у подальшому від них будуть розраховуватися відхилення рівня теплоспоживання.

Як було зазначено вище, у наступному порівняльному аналізі, за базовий період приймається опалювальний період 2018–2019 року.

На рисунку 2.2 представлені графіки базового (фактичного) рівня теплоспоживання та за нормативними розрахунковими показниками ДНЗ № 13 за опалювальний період 2018–2019 років.

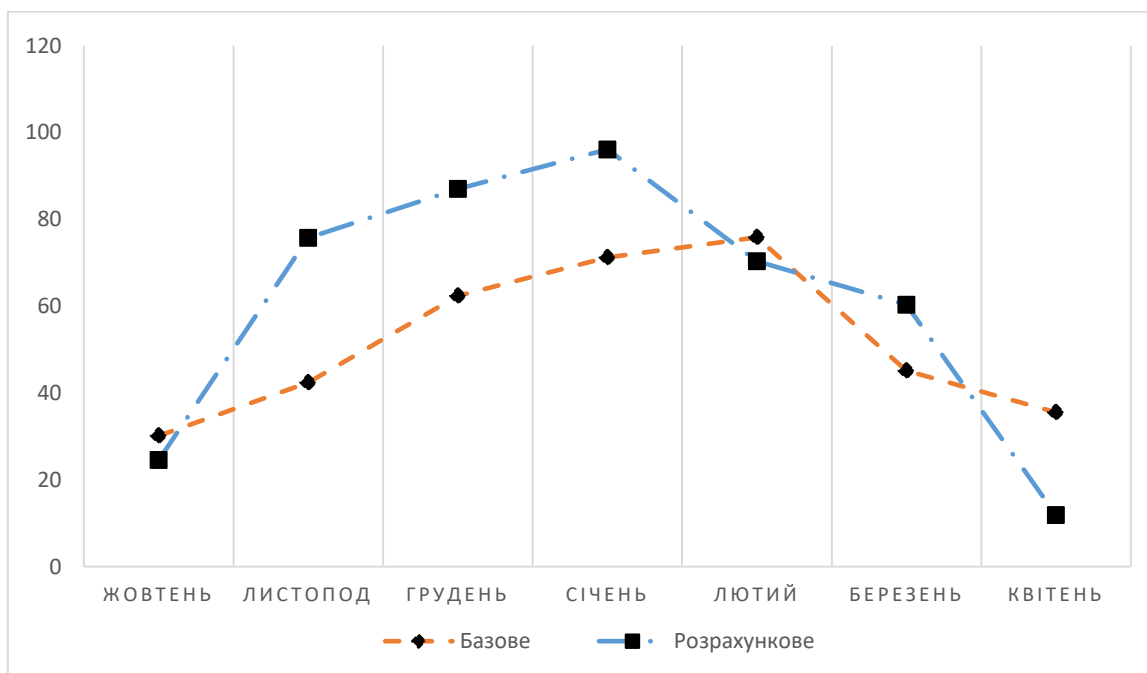


Рисунок 2.2 – Співвідношення базового теплоспоживання з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2018–2019 роки

Встановлений факт невідповідності у споживанні теплової енергії за базовим рівнем у порівнянні з розрахунковим рівнем за нормованими показниками свідчить про те, що обстежуваний заклад не отримує у повному обсязі теплової енергії від системи тепlopостачання, та не має ефективної технології якісного та кількісного регулювання обсягів споживання теплоенергії.

2.4 Запропоновано такі енергозберіжні заходи:

- Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля);
- Подальша заміна ламп розжарення на світлодіоди.
- Встановлення сонячної електростанції на даху будинку.

2.5 Утеплення огорожуючих конструкцій будівлі (стін)

Поточний стан

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частина тепла втрачається через стіни, це обумовлено тим, що стіни займають більшу частину огорожуючих конструкцій, тому і більша частина теплоти втрачається саме через них. Утеплення за допомогою спеціальних матеріалів допоможе зменшити теплове навантаження, цим самим зменшити оплату за теплову енергію.

Опис можливостей енергозбереження

Для забезпечення необхідного (нормованого) значення теплопередачі 3,3 м²·К/Вт пропонується наведений нижче теплоізоляційний матеріал.

Визначення товщини теплоізоляційного шару і розрахунок втрат

Визначення необхідної товщини теплоізоляційного шару:

$$\delta_{\text{ут}} = \left[R_{q \text{ min}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i \text{ п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \right) \right] \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

де $\lambda_{\text{ут}}$ – теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К); $\alpha_{\text{в}}$ та $\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних

конструкцій відповідно, Вт/(м²·К); λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К); δ_i – товщина і-го шару огорожувальної конструкції, м; n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку; $R_{q\ min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, м²·К/Вт.

Дані товщини і теплопровідності взяті з таблиці 2.1.

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору 3,83 м²·К/Вт за формулою:

$$\delta_{ут} = \left[3,83 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,77 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,037 = 0,107\text{м}$$

Оскільки матеріал поставляється товщиною 0,05 м, 0,1 м, 0,15 м, вибираємо 0,1 м.

Розрахунок річної економії енергії

Витрати на теплову енергію, грн, до проведення енергозберігаючого заходу становлять

$$Ц_{теп}^{існ} = E_{теп}^{існ} \cdot C_{теп}$$

$E_{теп}^{існ}$ – кількість споживаної теплової енергії на опалення в рік, Гкал; $C_{теп} = 1216,84$ грн/Гкал – вартість 1 Гкал [17].

$$Ц_{теп}^{існ} = 365,55 \cdot 1216,84 = 433\ 864,3 \text{ грн}$$

Витрати на теплову енергію, грн, після проведення енергозберігаючого заходу, утеплення стін становлять:

$$\text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{отр}} = E_{\text{теп}}^{\text{отр}} \cdot C_{\text{теп}}$$

$E_{\text{теп}}^{\text{отр}}$ – кількість споживаної теплової енергії на опалення в рік, Гкал.

Данна величина являє собою величину $E_{\text{теп}}^{\text{існ}}$ зменшену на 10%

$$\text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{отр}} = 328,9 \cdot 1216,84 = 400\,218,6 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{\text{річ}} = \text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{існ}} - \text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{отр}}$$

$$E_{\text{річ}} = 433\,864,3 - 400\,218,6 = 33\,645,3 \text{ грн}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}}$$

де $K_{\text{осн}}$ – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, грн; $K_{\text{суп}}$ – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50% від вартості матеріалу), грн:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}$$

Мінеральна вата URSA поставляється у блоках 5 м*1,22 м. Загальна площа огорожувальних конструкцій становить $S_{\text{ст}} = 2031,18 \text{ м}^2$, тоді для створення теплоізоляційного шару на поверхні огорожувальних конструкцій будівлі необхідно 333 упаковок теплоізоляції. Вартість однієї упаковки становить 396,5 грн.

$$K_{\text{осн}} = 333 \cdot 396,5 = 132\,034,5 \text{ грн}$$

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot 132\,034 = 66\,017,25 \text{ грн}$$

$$K = 132\,034,5 + 66\,017,25 = 198\,051,75 \text{ грн}$$

Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{E_{\text{річ}}}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{198\,051,75}{33\,645,3} = 5,8 \text{ роки.}$$

2.6 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля)

Поточний стан

За результатами розрахунків по визначенню втрат тепла можна зробити висновок, що найбільше теплової енергії втрачається через стелю. Тому пропонується утеплити її за допомогою мінеральної вати Isover Профі. **ISOVER Профі** - спеціальна тепло - і звукоізоляція з підвищеною пружністю. **ISOVER Профі** поєднує переваги двох типів матеріалу - рулона і плити. Завдяки підвищеній пружності, він міцно стоїть у будь-якому вертикальному та похилому каркасі без додаткових кріплень, не зповзаючи та не випадаючи, а низька теплопровідність ($\lambda_{10}=0,037$ Вт/(м·К)) забезпечує максимальне теплозбереження [12]. Технічні характеристики наведені в таблиці 3.2.

Переваги:

- 3D пружність
- зручно монтувати одному;
- легко підігнати під крок кроквяної системи;
- мінімум відходів;
- приваблива ціна;

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики:

Тип матеріалу		рулон	
Теплопровідність λ_{10} Вт/(м·К), не більше		0,037	
Група горючості		НГ	
Товщина, мм	50	100	150
Довжина, мм	5000	5000	4000
Ширина, мм	1220	1220	1220
Кількість в упаковці, м ²	12,2	6,10	4,88
Кількість матів / плит в упаковці, шт	2	1	1

Опис можливостей з енергозбереження

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою

$$\delta_{\text{ут}} = (R_{\text{qmin}} - R_{\text{пр}}) \cdot \lambda_{\text{ут}},$$

$$\delta_{\text{ут}} = (5,25 - 1,56) \cdot 0,055 = 0,2 \text{ м.}$$

Отже, товщина ізоляції має скласти 30 см.

Розрахуємо втрати енергії через стелю по формулі:

$$Q_{\text{ог.к.}} = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{q\text{min}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n,$$

Для неізолюваної стелі втрати складають:

$$Q_{\text{ог.к.}}^{\text{із}} = \frac{315,4}{1,56} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 8491,5 \text{ Вт.}$$

Для ізолюваної стелі втрати складають:

Величину термічного опору $R_{q\text{min}}$ приймаємо на 29% більше від термічного опору неізолюваної стіни згідно з [17].

$$Q_{\text{ог.к.}}^{\text{із}} = \frac{315,4}{5,25} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 2523,2 \text{ Вт.}$$

Різницю між втратами через неутеплену і утеплену стелю знайдемо за формулою:

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^{\text{із}}$$

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 8491,5 - 2523,2 = 5968,3 \text{ Вт}$$

Тепловтрати крізь стелю за опалювальний період визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{рік}} = Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ст}}^{\text{рік}} &= 5968,3 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 = 11862252 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ГОД}}{\text{рік}} \\ &= 10\,199,7 \text{ Гкал/рік} \end{aligned}$$

Річна економія витрат на експлуатацію після впровадження заходу визначимо за формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{ст}}^{\text{Ек.рік}} \cdot c / 1000$$

Де $c = 1216,84$ - вартість теплової енергії, грн/Гкал.

$$\Delta E = 10\,199,7 \cdot \frac{1216,84}{1000} = 12,411 \text{ тис. } \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Вартість 1 м² плити мінеральної вати товщиною 150 мм складає 51 грн. Вартість робіт по встановленню складає 230 грн/м². Вартість впровадження заходу визначимо за формулою:

$$C_{\text{впр}} = 315,4 \cdot (51 + 230) = 88627,4 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності за формулою:

$$T = \frac{88627,4}{12411} = 7 \text{ років.}$$

2.7 Подальша заміна ламп розжарення на світлодіодні

Поточний стан

У закладі налічується 153 ламп освітлення із них: 5 шт. – це лампи розжарення по 60 Вт з світловим потоком 11,6 Лм/Вт, 102 шт. – по 75 Вт з світловим потоком 13Лм/Вт, 46 шт. – по 100 Вт з світловим потоком 12Лм/Вт. Їх сумарна потужність складає 12,5 кВт.

Опис можливостей з енергозбереження

Рекомендується подальша заміна ламп розжарення для освітлення в основних кімнатах на відповідні їм світлодіодні по 8, 10, 12, 5 Вт відповідно. Сумарна потужність нових ламп – 1,6 кВт.

Розрахунок витрат

Річне енергоспоживання лампами розжарювання становить:

$$P = 12,5 \cdot 153 \cdot 3,4 \cdot 0,6 = 3901,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$$

Очікуване річне енергоспоживання після заміни лампами розжарювання становить:

$$P^{\wedge}=1,6 \cdot 153 \cdot 3,4 \cdot 0,6=499,392 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Розрахунок річної економії витрат

Річна економія витрат становить

$$\Delta P=3901,5 - 499,392=3402,108 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

$$E_{\text{річ}}=3402,108 \cdot 5,5=9832 \text{ грн/рік}$$

де 5,5 – тариф на електроенергію, грн/ кВт год.

Витрати на введення в експлуатацію

Ціна однієї світлодіодної лампи потужність 8 Вт – 49,80 грн., потужністю 10 Вт – 54,84 грн., , потужністю 12 Вт – 46,15 грн. Тому загальні витрати дорівнюють:

$$ЗВ=49,80 \cdot 5+54,84 \cdot 102+46 \cdot 46,15=7965,6 \text{ грн}$$

Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозберігаючого заходу, рік

$$T_{\text{ок}}=ЗВ/E_{\text{річ}}$$

$$T_{\text{ок}}=7965,6/9832=0,81 \text{ року.}$$

2.8 Впровадження сонячної електростанції у закладі для генерації та зміщення електричної енергії, яка надходить до закладу з загальної мережі і використовується в системі електрозабезпечення.

Встановлення модульної сонячної електростанції передбачає власне вироблення електричної енергії закладом для її заміщення і зменшення обсягів її споживання з загальної мережі. Для визначення встановленої потужності, типу сонячної електростанції, графіку генерації електроенергії проведено аналіз існуючих конструкції таких станцій та умови монтажу і експлуатації.

2.8.1 Види сонячних електростанцій

В сучасному світі альтернативна енергетика набирає популярності. Один із способів отримати енергію альтернативним способом це сонячна енергетика. Енергію сонця можна перетворити в електричну за допомогою модульних сонячних електростанцій.

Кожна мережева модульна фотоелектрична станції складається всього з двох компонентів: полікристалічної сонячної панелі і мікроінвертора, що перетворює вироблену сонячну електроенергію в змінний струм, придатний для безпосереднього включення в мережу загального користування.

Іншими словами, модульну мікро-електростанцію можна відразу підключати у внутрішню домашню електромережу і користуватися виробленою енергією для побутових потреб.

Завдяки тому, що модульна фотоелектростанція складається тільки з фотомодуля і мікроінвертора, вона може бути монтована в моноблоці габаритами $1637 \times 992 \times 40$ мм. Тобто, мікроінвертор можна встановити безпосередньо в фотопанель з заднього боку.

Невелика потужність однієї модульної фотоелектричної станції – 240Вт – не є обмеженням. Для отримання більшої потужності можливо паралельне підключення декількох таких мікро-електростанцій, підсумовуючи таким чином вироблення кожного модуля. Причому, обмежень по сумарній потужності, по суті, не існує – об'єднати в єдину систему можна і 100, і 1000 мікро-електростанцій (нарощувати потужність системи можна поступово). У цьому

випадку споживач отримає системи потужністю 24кВт або 240кВт відповідно. І це не межа!

При паралельному використанні від 2 до 15 модульних мікроелектростанцій, їх можна об'єднати в єдину мережу під управлінням блоку моніторингу, який забезпечує контроль роботи електростанції в реальному часі, а також дозволяє легко і оперативно виявляти несправні або недостатньо ефективні модулі. Контролювати роботу модульної електростанції за допомогою блоку моніторингу можна, в тому числі, і через інтернет.

Рекомендована роздрібна ціна модульної станції становить \$ 499, що приблизно відповідає питомої вартості за ват, вироблений "традиційної" станцією на базі центрального інвертора. У той же час, модульні електростанції володіють більш високою ефективністю. Завдяки менших втрат в провідниках і більше точного настроювання на кожну фотопанель, за результатами року вироблення модульної станції може перевищувати вироблення традиційної мережної станції на 20-30%. [18]

Крім того, модульна станція забезпечує такі безсумнівні переваги перед станціями з центральним інвертором, як необмежена масштабованість і гнучкість конфігурації. Модульну сонячну електростанцію можна не тільки нарощувати по одному модулю практично без обмежень. До нових додаються фотомодулі не пред'являється ніяких вимог ні за потужністю, ні за місцем розташування. На відміну від станцій з центральним інвертором, де всі фотопанелі повинні бути однакової потужності, і для яких необхідно забезпечити однакову інсоляцію, нові модулі з мікроінверторами можна встановлювати під будь-яким кутом буквально на будь-який вільний місце!,

Для перетворення енергії сонячного випромінювання на електрику потрібні фотоелементи. Найбільш поширені технології виробництва фотоелементів:

1. Кристалічні фотоелементи:
 - а. Монокристалічні кремнієві фотоелементи;
 - б. Полікристалічні фотоелементи;
2. Тонкоплівкові фотоелементи:
 - а. Фотоелементи з використанням диселеніду індію та міді (CIS технологія);
 - б. Фотоелементи з використанням телуриду кадмію (технологія CdTe);
 - с. Фотоелементи з використанням аморфного кремнію;

Виробництво монокристалічних фотоелементів відбувається із застосуванням методу Чхоральського. Для того щоб отримати кремнієвий монокристал, в розплав кремнію з бором занурюють затравальний кристал і поступово піднімають на кілька метрів над поверхнею розчину, при цьому за затравальним кристалом витягується розчин, що кристалізується. З отриманої монокристалічної заготовки зрізають кромки для того, щоб отримати квадратні елементи і розрізають його на товщиною елементи приблизно 0,3мм. Після цього елементи легують фосфором для додавання n-провідності і створення p-n переходу, полірують, наносять покриття, що відбиває, і токопродячі доріжки і ми отримуємо готовий до використання монокристалічний фотоелемент.

Характеристики:

- ККД від 15 до 18 відсотків;
- Форма квадратна або квадратна із закругленими або зрізаними кутами;
- Товщина 0,2 – 0,3 мм;
- Колір від темно-синього до чорного з покриттям, що відбиває, або сірий без покриття;
- Зовнішній вигляд – однорідний.

Полікристалічні фотоелементи виготовляються за допомогою рівномірного спрямованого охолодження ємності з розплавом кремнію та бору. При цьому в ємності формуються односпрямовані гомогенні кристали розміром від кількох міліметрів до кількох сантиметрів. Отриманий блок полікристалів обробляється так само, як і монокристалічна заготівля. [18]

Характеристики:

- ККД від 13 до 16 відсотків;
- Форма квадратна;
- Товщина 0,24 – 0,3 мм;
- Колір синій з покриттям, що відбиває, сріблясто-сірий без покриття;
- Зовнішній вигляд – блок кристалів різного напрямку, деякі кристали чітко помітні на зрізі.

Активним напівпровідниковим матеріалом у CIS фотоелементах є диселенід індію та міді. CIS компаунд часто легується галієм та (або) сірою. При виробництві елемента скло покривається шаром молібдену, який проводить електричний струм, для фотоелемента цей шар буде катодом. Шар CIS компаунду у фотоелементі має p-провідність і наноситься на шар молібдену. Оксид цинку з домішкою алюмінію ZnO:Al використовується як прозорий анод,

що проводить електрику. Цей шар має n-тип провідності і в ньому розпорошено допоміжний шар оксиду цинку і-ZnO. Проміжний шар сульфїду кадмію CdS використовується для зменшення втрат, пов'язаних з невідповідністю кристалічних ґрат CIS та ZnO шарів. [18]

Характеристики:

- ККД від 9 до 11 відсотків;
- Форма елемента відповідає формі модуля;
- Товщина модуля в незагартованому склі від 2 до 4мм;
- Колір від темно-сірого до чорного;
- Зовнішній вигляд – однорідний.

Фотоелементи з використанням телуриду кадмію CdTe виготовляються на підкладці з прозорим TCO провідником, який виготовляється з оксиду індія та олова ITO та використовується як передній контакт. Ця підкладка покривається шаром селенїду кадмію CdS з n-типом провідності. Після цього наноситься абсорбуючий шар телуриду кадмію CdTe з р-типом провідності. Після цього модуль закривається металевою струмопровідною пластиною. [18]

Характеристики:

- ККД 8,5%;
- Форма елемента відповідає формі модуля;
- Товщина модуля в незагартованому склі – 3мм;
- колір від дзеркального темно-зеленого до чорного;
- Зовнішній вигляд – однорідний.

Аморфний кремній у фотоелементах не утворює однорідну структуру, але утворюють безладну мережу. Як наслідок, через відкриті межі кристалів відбувається поглинання водню. Цей аморфний гідрогенізований кремній a-Si:H створюється в реакторі плазми з газової фази гїдриду кремнію SiH₄. Легування кремнію проводиться змішуванням газів, що містять легуючий елемент – гїдрид бору B₂H₆ для р-провідності та гїдрид фосфору PH₃ для n-провідності. У зв'язку з невеликою відстанню проникнення легуючих добавок в аморфний кремній, термін життя носіїв заряду не дуже довгий, тому шар кремнію наносяться додаткові шари з n- і р-провідниками. Як передній контакт використовується прозорий TCO провідник з оксидом олова SnO₂, оксидом індія та олова ITO або оксидом цинку ZnO. Як задній контакт використовується металева струмопровідна пластина. [18]

Характеристики:

- ККД від 5 до 7 відсотків;
- Форма відповідає формі модуля, максимальний розмір 2х3м;
- Товщина елемента в загартованому склі від 1 до 3мм;
- Колір від коричневого до синього чи фіолетового;
- Зовнішній вигляд – однорідний.

Швидше за все, ви помітили, що порядок знайомства з технологіями виробництва фотоелементів був обраний не випадково – ми почали елементами з найбільшим ККД та закінчили елементами з найменшим ККД. ККД для фотоелементів - це ефективність перетворення сонячної енергії в електричну, це означає, що чим менше ККД тим більше площі фотоелементів нам необхідно для забезпечення тієї ж потужності порівняно з елементами, у яких ККД має більш високе значення. [18]

Тепер непогано б спростувати поширену хибну думку про те, що полікристалічні фотомодулі більш ефективно перетворюють сонячне випромінювання в порівнянні з монокристалічними. А тонкоплівкові в порівнянні з кристалічними. Насправді перетворення енергії прямого сонячного випромінювання монокристалічних елементів відбувається з найбільшою ефективністю, у полікристалічних модулів це перетворення відбувається з меншою ефективністю у зв'язку з різною орієнтацією кристалів в елементі. Розсіяне випромінювання кристалічні фотоелементи перетворюють з однаковою ефективністю. Тому частка вироблення від розсіяного випромінювання в полікристалічних панелях вище ніж у монокристалічних, отже, і вплив орієнтації на вироблення нижче. У тонкоплівкових елементів у зв'язку з більшим ступенем безладності орієнтації світлочувливих елементів вироблення з розсіяної частини випромінювання становить основну частку вироблення. Тому і прийнято говорити, що на вироблення тонкоплівкових модулів не впливає орієнтація. Але енергію сонячного випромінювання, незалежно від його форми, найефективніше перетворюють монокристалічні модулі оскільки вони ККД вище. [18]

Фотопанелі із кристалічних фотоелементів найчастіше використовуються у будівництві сонячних електростанцій. Зазвичай термін служби фотомодулів із кристалічних елементів становить 25 років. Через 25 років потужність фотоелементів становитиме 80% від поточної потужності. Зазвичай кристалічні фотопанелі виготовляються з непрозорою підкладкою з ПВХ-пластику або тефлону, покриттям зі скла або прозорого EVA-пластику, або скла та алюмінієвою рамою. [18]

CIS – фотомодулі мають найбільший ККД як для тонкоплівкових модулів. Але ці модулі схильні до корозії від струмів витоку у зв'язку із застосуванням електролізу в їх виробництві, тому, коли ми встановлюємо станцію на CIS фотомодулях нам необхідно забезпечити повну потенційну розв'язку з АС мережею за допомогою установки трансформаторного інвертора або спеціального розділового трансформатора і встановити по диференціальному автомату кожну з ліній, що підключені до інвертора. CdTe – фотомодулі не піддаються корозії. Але кадмій є токсичним елементом, що викликає гострі та хронічні отруєння. Тому використані або зіпсовані CdTe – фотопанелі підлягають обов'язковій утилізації, що здорожує експлуатацію станції. Фотопанелі з аморфного кремнію не схильні до корозії і не токсичні, але мають дуже низький ККД і їх активні елементи вигоряють на сонці. Зазвичай протягом 6 – 12 місяців після установки відбувається зниження потужності, потім ці модулі виходять на потужність, що встановилася. Термін служби таких модулів складає близько 10 років. Термін служби CIS та CdTe модулів такий самий, як і у кристалічних.

Тонкоплівкові фотомодулі найчастіше застосовуються у фасадних системах та дизайнерських рішеннях. Швидше за все, у майбутньому тонкоплівкові модулі замінять кристалічні, тому що їх виробництво дешевше і менш енергоємне. Адже ніхто не зацікавлений у фотопанелях на виробництво яких витрачається більше енергії, ніж вони здатні виробити за термін служби. [18]

Існують такі види сонячних станцій

1. Автономна станція для споживачів постійного струму

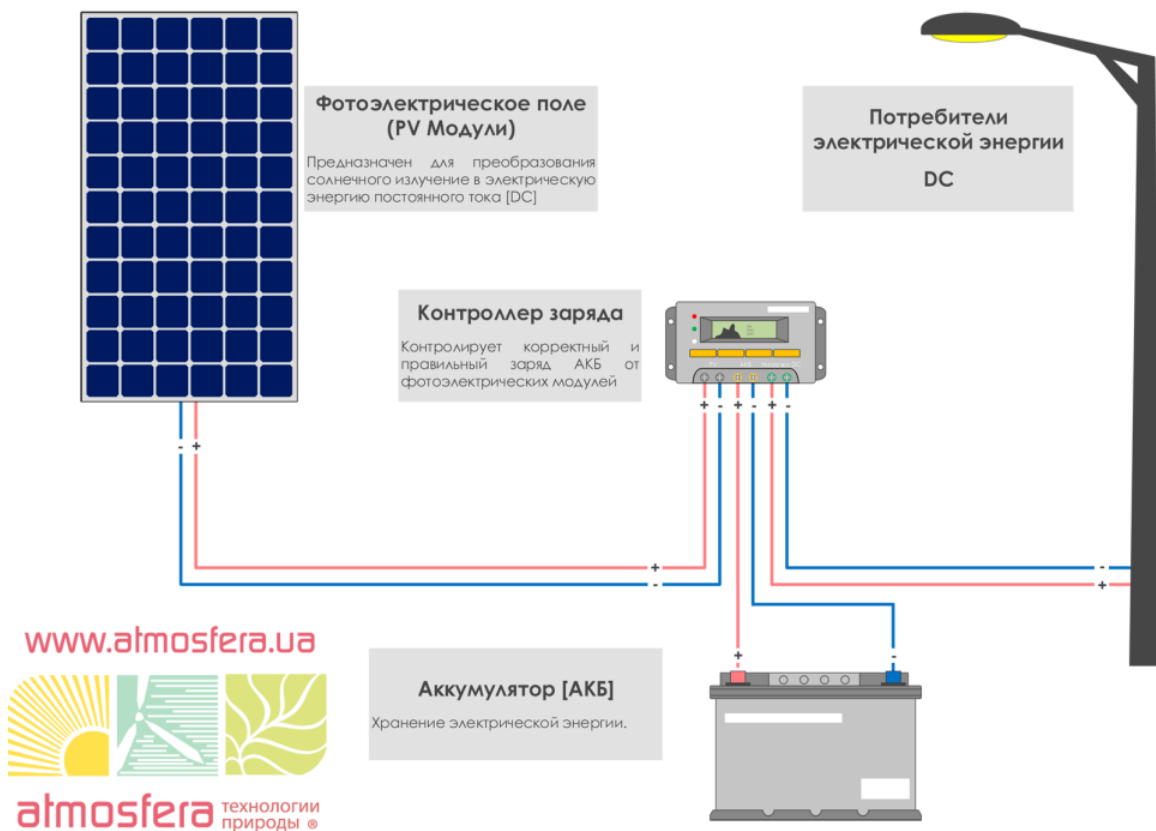


Рис. 2.3 Автономна станція для споживачів постійного струму

Станція такої конфігурації складається з фотомодулів, контролера заряду, акумулятора та споживача. Подібні станції є основним джерелом енергії і зазвичай застосовуються для електропостачання систем освітлення або спеціальної побутової техніки, що працює на постійному струмі для пересувних будинків. Потужність таких систем вибирається у 1кВт. Навантаження необхідно підключати до АКБ через контролер розряду.

Фотомодулі перетворюють сонячну енергію на електричну, акумулятор накопичує енергію, контролер заряду захищає АКБ від позаштатних режимів роботи. [19]

2. Автономна станція для споживачів змінного струму

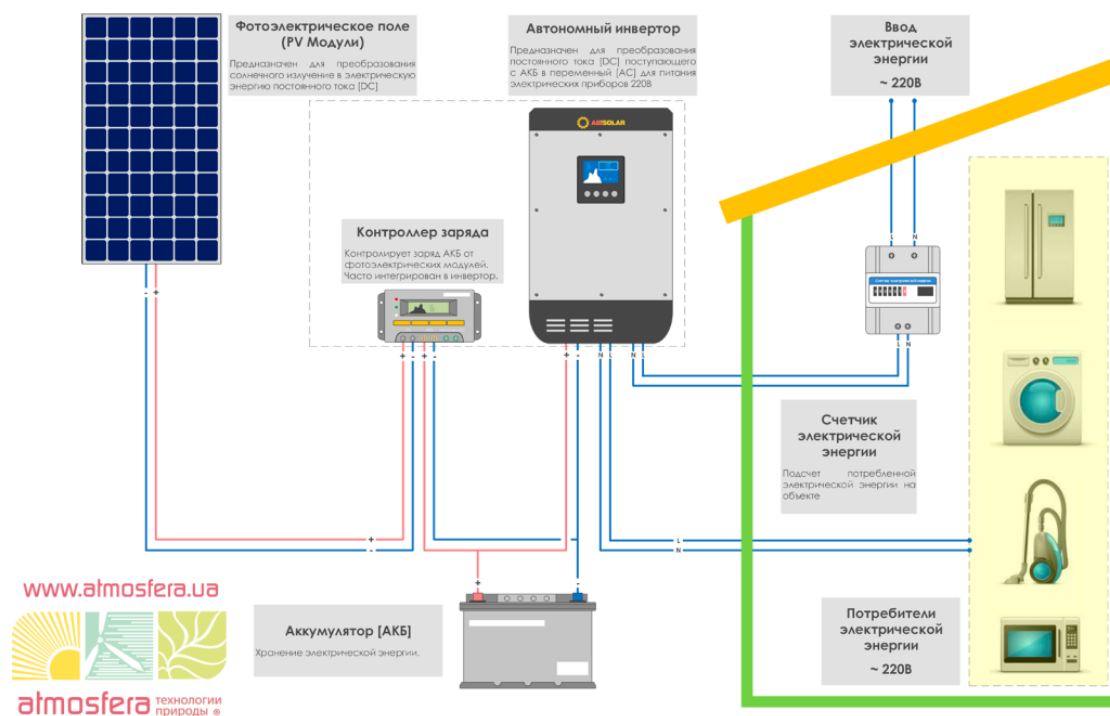


Рис. 2.4 Автономна станція для споживачів змінного струму

Автономна сонячна електростанція – основне або додаткове джерело електроенергії. Основними елементами сонячної системи є: фотопанелі, акумуляторні батареї, контролер заряду та інвертор. Всі інвертори, які пропонує компанія Атмосфера, вже містять інтегрований контролер заряду.

Сонячне випромінювання є непостійним у часі, тому вироблення фотомодулів не завжди відповідає споживанню енергії. Для накопичення надлишкової електроенергії та використання її у випадках коли споживання перевищує вироблення використовують акумуляторні батареї.

Підключення фотопанелей безпосередньо до акумуляторних батарей для їхнього заряду неприпустиме, оскільки це може призвести до пошкоджень, які спричинять вихід з ладу. Саме для захисту акумуляторних батарей від перезаряду та підтримки оптимальної роботи АКБ використовують контролер заряду.

Оскільки більшість споживачів електроенергії використовують змінний струм, а фотопанелі та акумуляторні батареї видають постійний, виникає потреба у перетворенні струму з постійного на змінний. Цю функцію виконує інвертор.

У разі необхідності підключення навантаження постійного струму – його можна безпосередньо підключити до вихідних клем контролера заряду. [19]

3. Мережева станція для особистого використання

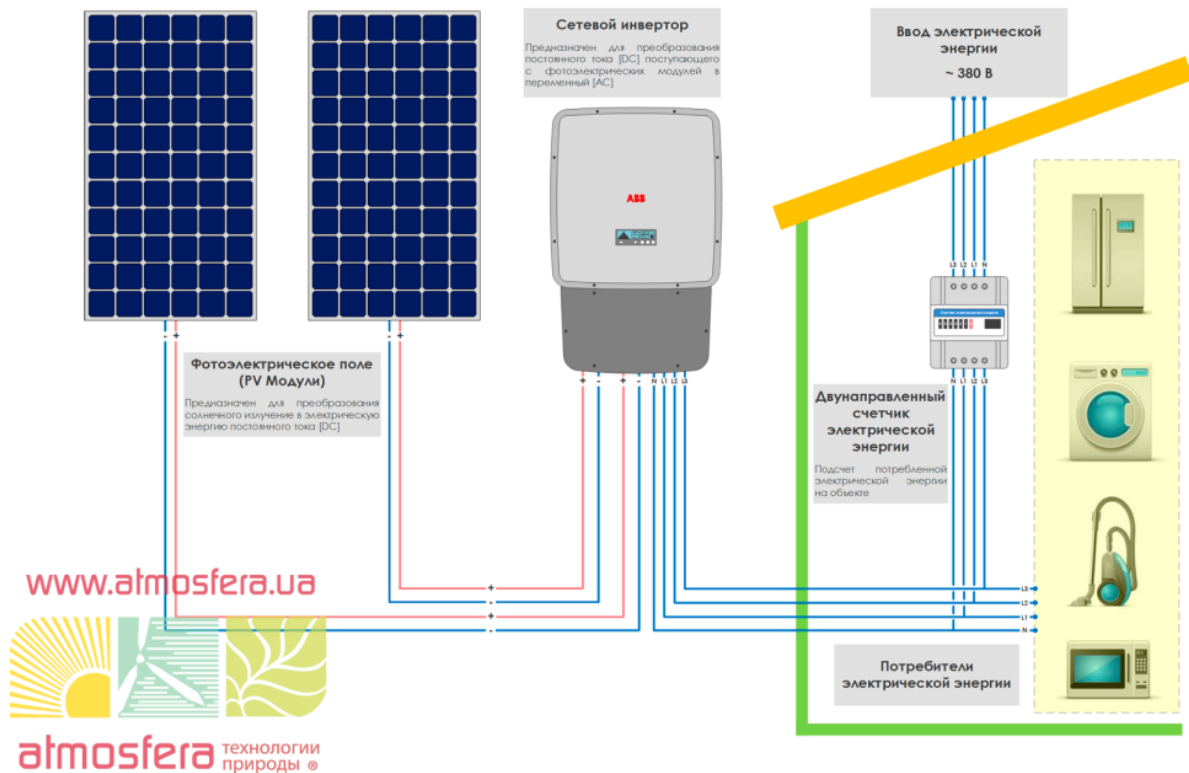


Рис. 2.5 Мережева станція для особистого використання

Мережева сонячна електростанція призначена для часткового електропостачання споживачів або вироблення енергії за зеленим тарифом. Основними елементами сонячної системи є: фотопанелі та мережевий інвертор.

Фотопанелі безпосередньо підключаються до інвертора, який перетворює постійний струм з фотопанелей змінний струм для генерації електроенергії в мережу. Підключення інвертора до спільної мережі виконується через розподільний щит споживача.

Обов'язковою умовою генерації електроенергії в мережу є наявність напруги у мережі. [19]

4. Промислова сонячна електростанція

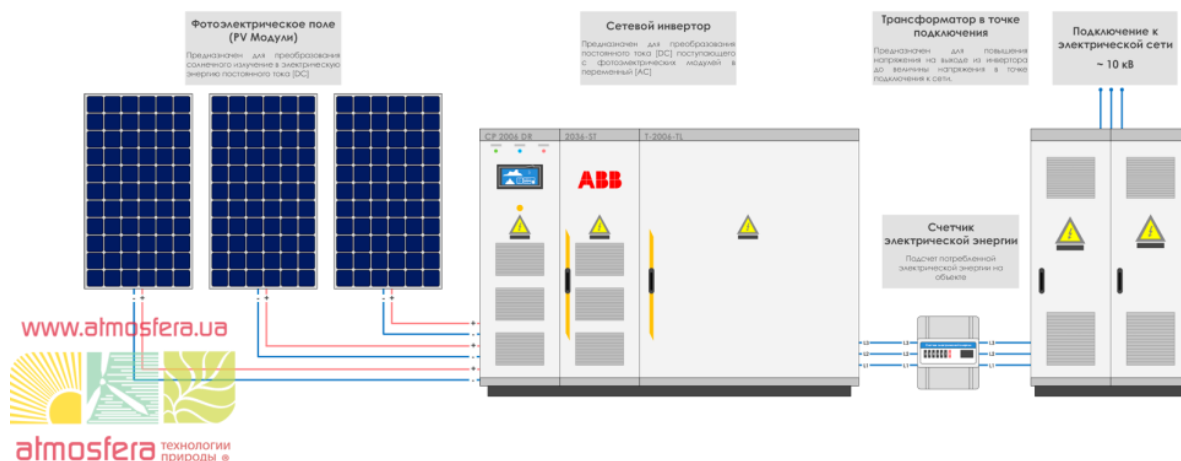


Рис. 2.6 Промислова сонячна електростанція

Великі мережеві сонячні електростанції призначені вироблення енергії у межах промислового зеленого тарифу. Основними елементами промислової сонячної системи є: фотопанелі та стрінгові або центральні промислові мережеві інвертори.

Фотопанелі підключаються до інверторів, які перетворюють постійний струм з фотопанелей змінний струм для генерації електроенергії в мережу. Підключення інвертора до спільної мережі виконується через трансформатор. [19]

Сонячні електростанції. Плюси і мінуси.

У порівнянні з альтернативними джерелами живлення, сонячна електростанція має масу незаперечних переваг: екологічна чистота; робота станції супроводжується мізерними викидами шкідливих речовин в атмосферу; економічність; сонячна електростанція незалежна від зростання цін на електроенергію; довговічність; в середньому, термін експлуатації станцій налічує близько 20-25 років; відновлюваність; на відміну від таких корисних паливних копалин, як нафта, вугілля, газ і т. д., які не відновлюються, ресурси Сонця складають 6,5 млрд років; безшумність; прилади такого типу працюють абсолютно безшумно, не створюючи дискомфорт ні власникам, ні оточуючим; можливість заробляти; надлишки отриманої станцією електроенергії можна продавати державі за «Зеленим тарифом»; мінімальний рівень технічного обслуговування; окупність; в середньому, сонячна електростанція окупається протягом 4-5 років.

Як і будь-який один прилад, сонячна електростанція має свої недоліки. Основним з них є те, що робота системи безпосередньо залежить від погодних умов. Нестача сонячного світла знижує ККД станції. Багато сучасних споживачів помилково вважають, що в зимову пору року станція виробляє набагато менше електроенергії. Однак це далеко не так, адже панелі такого типу переробляють не сонячне тепло, а сонячне світло. Тому в будь-який час року, за умови відсутності на небі хмар, електростанції такого типу будуть показувати відмінний результат. [19]

За проведеним аналізом літературних джерел визначено, що доцільною для застосування у закладі ДН13 є схема побудови сонячної електричної станції яка у своєму складі має сонячні панелі, інвертор для перетворення струму в змінний для мережі закладу, з'єднувальні кабелі, захист для низьковольтної і високовольтної мережі. І має бути приєднана до внутрішньої мережі закладу.

2.8.2 Визначення розрахункової установленної потужності панелей сонячної електростанції

Для того, щоб спроектувати розміщення сонячної електростанції на даху будівлі ДНЗ, потрібно розрахувати необхідну потужність її панелей. Для цього на основі даних споживання електроенергії закладом і розрахункової питомої генерації електроенергії сонячними панелями (з розрахунку на 1 кВт їх установленної потужності) необхідно провести порівняння потужності електричного споживання та розрахункової потужності генерації електроенергії сонячними панелями з урахуванням коефіцієнту генерації. Коефіцієнт генерації визначено виходячи з результатів експериментальних досліджень сонячної електростанції в кліматичних умовах міста Суми. В липні місяці генерація електроенергії сонячними панелями має найбільше значення, тому приймаємо його за 100%. Для розрахунку генерації електроенергії сонячними панелями в інші місяці записуємо значення питомої генерації на добу у відсотках від значення генерації електроенергії сонячними панелями у липні місяці. Дані наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Обсяги питомої генерації електроенергії сонячною електростанцією.

Місяць року	Повна генерація електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	К-ть днів в місяці	Добова генерація електроенергії	Генерація на добу у відсотках	
січень	53	5,3	31	0,17	3,13	0,03
лютий	109	10,9	28	0,39	6,44	0,06
березень	929	92,9	31	3,00	54,91	0,55
квітень	1068	106,8	30	3,56	63,12	0,63
травень	1325	132,5	31	4,27	78,31	0,78
червень	1454	145,4	30	4,85	85,93	0,86
липень	1692	169,2	31	5,46	100,00	1,00
серпень	1385	138,5	31	4,47	81,86	0,82
вересень	914	91,4	30	3,05	54,02	0,54
жовтень	873	87,3	31	2,82	51,60	0,52
листопад	364	36,4	30	1,21	21,51	0,22
грудень	149	14,9	31	0,48	8,81	0,09

Маючи коефіцієнти питомої генерації електроенергії на 1 кВт у відсотках і погодинне споживання енергії закладом, будемо графіки погодинного споживання електричної енергії і її генерації для кожного місяця. Дані споживання електричної енергії приймаємо усереднені за добу для кожного місяця. Провівши аналіз погодинного споживання електричної енергії закладом, приймаємо значення обсягу максимальної установленої генерації електроенергії, це значення складає 10,02 кВт. Прийняте значення обсягу максимальної установленої потужності генерації електроенергії з розрахунку на максимальне споживання електроенергії в липні місяці, коли обсяг генерації електроенергії сонячною електростанцією має найбільше значення. Але в інші місяці генерація електроенергії має менше значення. І тому пропонується розрахувати також, ще один варіант, приймаючи максимальне значення потужності генерації 15кВт, для того щоб збільшити обсяг потужності генерації електроенергії і порівняти техніко-економічні показники обох варіантів. Для розрахунку значення генерації електроенергії сонячними панелями потрібно помножити прийняте значення максимальної установленої потужності генерації електроенергії на значення питомої генерації електроенергії.

Результати проведеного аналізу споживання електричної енергії представлені в таблиці 2.4 та інтерпретовано на рис. 2.7.

Таблиця 2.4 Обсяги добового погодинного споживання електроенергії струмоприймачами закладу.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)
0:00	5,36
1:00	5,36
2:00	5,36
3:00	5,36
4:00	5,36
5:00	5,36
6:00	5,36
7:00	7,36
8:00	8,68
9:00	8,23
10:00	8,45
11:00	9,52
12:00	8,15
13:00	8,74
14:00	7,32
15:00	7,96
16:00	8,75
17:00	8,81
18:00	8,45
19:00	7,32
20:00	5,36
21:00	5,36
22:00	5,36
23:00	5,36



Рис. 2.7 Графік добового погодинного споживання електроенергії струмоприймачами закладу.

Виходячи з усередненого графіку споживання та розрахункових обсягів генерації електроенергії сонячною електростанцією маємо визначити обсяги споживання та можливої генерації електроенергії за кожним місяцем року. У таблиці 2.5 представлено результати розрахунку: розрахункової генерації електроенергії сонячною електростанцією, при заданій максимальній потужності в 10,02 кВт, розрахункової генерації електроенергії сонячною електростанцією, при заданій максимальній потужності в 15 кВт, розрахункової економії електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 кВт, розрахункової економії електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 15 кВт, розрахункової економії електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт, замість 10,02 кВт.

У таблицях 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16 представлено аналогічну інформацію, що до розрахунку по іншим місяцям року. Результати розрахунку графічно інтерпретовано на рис 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19.

Таблиця. 2.5 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць січень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 15 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,009	0,09018	8,58982	0,135	8,545	0,04482
9:00	8,23	0,5	0,015	0,1503	8,0797	0,225	8,005	0,0747
10:00	8,45	0,75	0,0225	0,22545	8,22455	0,3375	8,1125	0,11205
11:00	9,52	0,8	0,024	0,24048	9,27952	0,36	9,16	0,11952
12:00	8,15	0,95	0,0285	0,28557	7,86443	0,4275	7,7225	0,14193
13:00	8,74	0,85	0,0255	0,25551	8,48449	0,3825	8,3575	0,12699
14:00	7,32	0,8	0,024	0,24048	7,07952	0,36	6,96	0,11952
15:00	7,96	0,75	0,0225	0,22545	7,73455	0,3375	7,6225	0,11205
16:00	8,75	0,55	0,0165	0,16533	8,58467	0,2475	8,5025	0,08217
17:00	8,81	0,5	0,015	0,1503	8,6597	0,225	8,585	0,0747
18:00	8,45	0,46	0,0138	0,138276	8,311724	0,207	8,243	0,068724
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	0,2163	2,167326	164,5327	3,2445	163,4555	1,077174

На основі даних таблиці 2.5 будуємо графіки споживання електроенергії закладом та її розрахункової питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії сонячною електростанцією з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За січень місяць. Графіки розміщені на рисунку 2.8.



Рис. 2.8 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За січень місяць.

Таблиця. 2.6 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць лютий.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,018	0,18036	8,49964	0,27	8,41	0,08964
9:00	8,23	0,5	0,03	0,3006	7,9294	0,45	7,78	0,1494
10:00	8,45	0,75	0,045	0,4509	7,9991	0,675	7,775	0,2241
11:00	9,52	0,8	0,048	0,48096	9,03904	0,72	8,8	0,23904
12:00	8,15	0,95	0,057	0,57114	7,57886	0,855	7,295	0,28386
13:00	8,74	0,85	0,051	0,51102	8,22898	0,765	7,975	0,25398
14:00	7,32	0,8	0,048	0,48096	6,83904	0,72	6,6	0,23904
15:00	7,96	0,75	0,045	0,4509	7,5091	0,675	7,285	0,2241
16:00	8,75	0,55	0,033	0,33066	8,41934	0,495	8,255	0,16434
17:00	8,81	0,5	0,03	0,3006	8,5094	0,45	8,36	0,1494
18:00	8,45	0,46	0,0276	0,276552	8,173448	0,414	8,036	0,137448
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	0,4326	4,334652	162,3653	6,489	160,211	2,154348

На основі даних таблиці 2.6 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За лютий місяць. Графіки розміщені на рисунку 2.9.

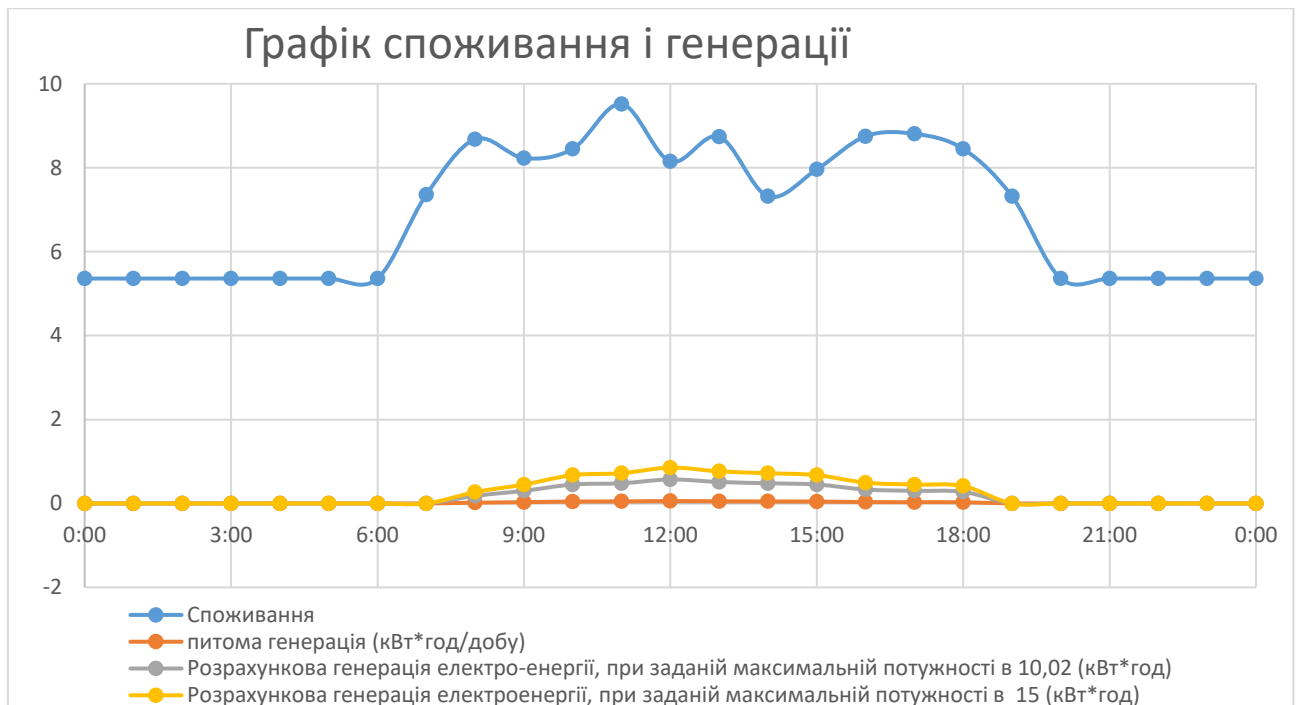


Рис. 2.9 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць лютий.

Таблиця. 2.7 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць березень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,165	1,683	6,997	2,475	6,205	0,792
9:00	8,23	0,5	0,275	2,805	5,425	4,125	4,105	1,32
10:00	8,45	0,75	0,4125	4,2075	4,2425	6,1875	2,2625	1,98
11:00	9,52	0,8	0,44	4,488	5,032	6,6	2,92	2,112
12:00	8,15	0,95	0,5225	5,3295	2,8205	7,8375	0,3125	2,508
13:00	8,74	0,85	0,4675	4,7685	3,9715	7,0125	1,7275	2,244
14:00	7,32	0,8	0,44	4,488	2,832	6,6	0,72	2,112
15:00	7,96	0,75	0,4125	4,2075	3,7525	6,1875	1,7725	1,98
16:00	8,75	0,55	0,3025	3,0855	5,6645	4,5375	4,2125	1,452
17:00	8,81	0,5	0,275	2,805	6,005	4,125	4,685	1,32
18:00	8,45	0,46	0,253	2,5806	5,8694	3,795	4,655	1,2144
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	3,9655	40,4481	126,2519	59,4825	107,2175	19,0344

На основі даних таблиці 2.7 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць березень. Графіки розміщені на рисунку 2.10.

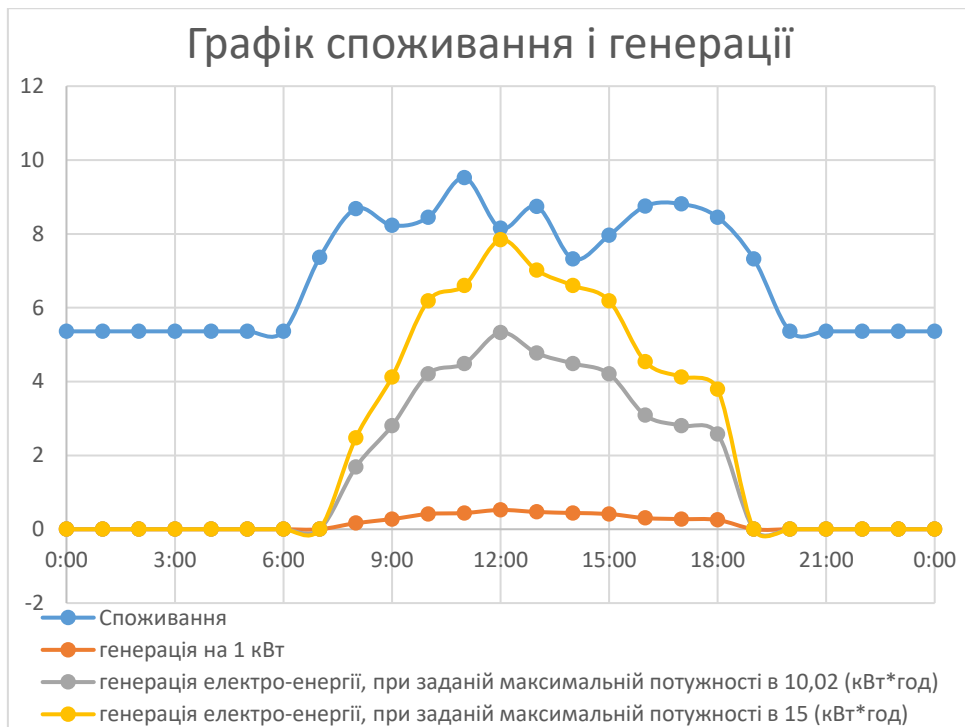


Рис. 2.10 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць березень.

Таблиця. 2.8 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць квітень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,189	1,89378	6,78622	2,835	5,845	0,94122
9:00	8,23	0,5	0,315	3,1563	5,0737	4,725	3,505	1,5687
10:00	8,45	0,75	0,4725	4,73445	3,71555	7,0875	1,3625	2,35305
11:00	9,52	0,8	0,504	5,05008	4,46992	7,56	1,96	2,50992
12:00	8,15	0,95	0,5985	5,99697	2,15303	8,9775	-0,8275	2,98053
13:00	8,74	0,85	0,5355	5,36571	3,37429	8,0325	0,7075	2,66679
14:00	7,32	0,8	0,504	5,05008	2,26992	7,56	-0,24	2,50992
15:00	7,96	0,75	0,4725	4,73445	3,22555	7,0875	0,8725	2,35305
16:00	8,75	0,55	0,3465	3,47193	5,27807	5,1975	3,5525	1,72557
17:00	8,81	0,5	0,315	3,1563	5,6537	4,725	4,085	1,5687
18:00	8,45	0,46	0,2898	2,903796	5,546204	4,347	4,103	1,443204
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	4,5423	45,51385	121,1862	68,1345	99,633	22,62065

На основі даних таблиці 2.8 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць квітень. Графіки розміщені на рисунку 2.11.

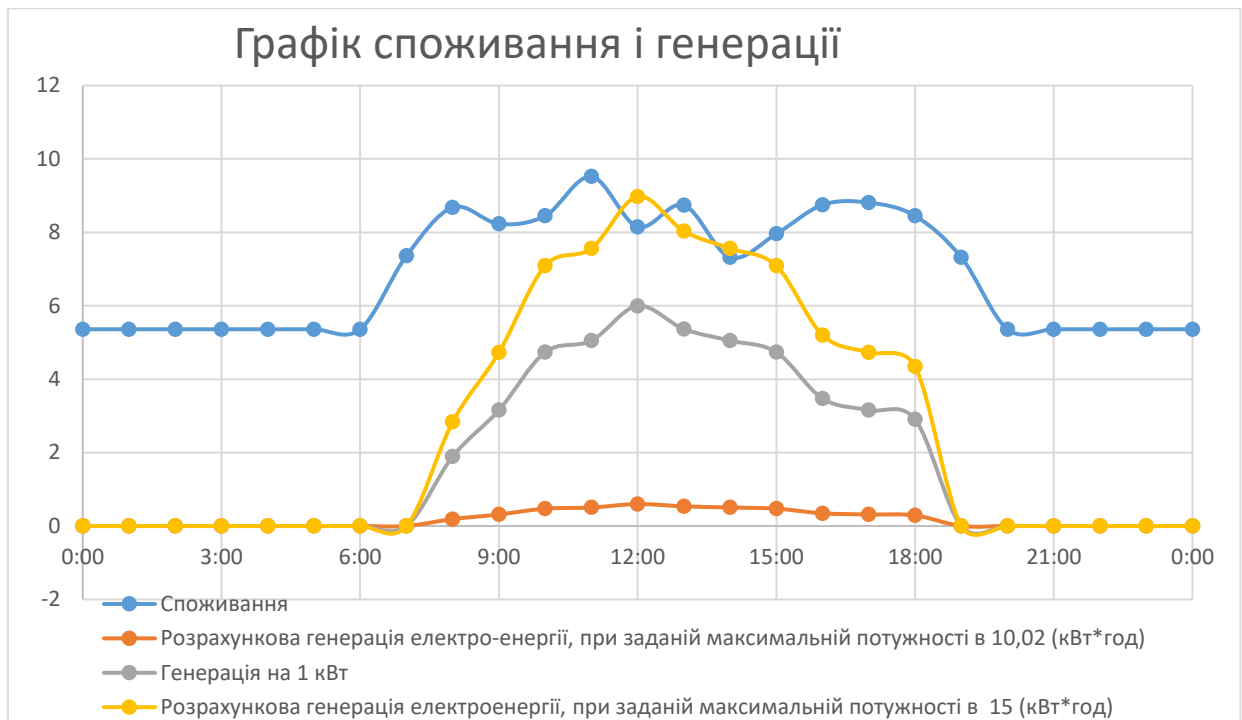


Рис. 2.11 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць квітень.

Таблиця. 2.9 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць травень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,234	2,34468	6,33532	3,51	5,17	1,16532
9:00	8,23	0,5	0,39	3,9078	4,3222	5,85	2,38	1,9422
10:00	8,45	0,75	0,585	5,8617	2,5883	8,775	-0,325	2,9133
11:00	9,52	0,8	0,624	6,25248	3,26752	9,36	0,16	3,10752
12:00	8,15	0,95	0,741	7,42482	0,72518	11,115	-2,965	3,69018
13:00	8,74	0,85	0,663	6,64326	2,09674	9,945	-1,205	3,30174
14:00	7,32	0,8	0,624	6,25248	1,06752	9,36	-2,04	3,10752
15:00	7,96	0,75	0,585	5,8617	2,0983	8,775	-0,815	2,9133
16:00	8,75	0,55	0,429	4,29858	4,45142	6,435	2,315	2,13642
17:00	8,81	0,5	0,39	3,9078	4,9022	5,85	2,96	1,9422
18:00	8,45	0,46	0,3588	3,595176	4,854824	5,382	3,068	1,786824
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	5,6238	56,350476	110,3495	84,357	89,693	28,00652

На основі даних таблиці 2.9 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць травень. Графіки розміщені на рисунку 2.12.

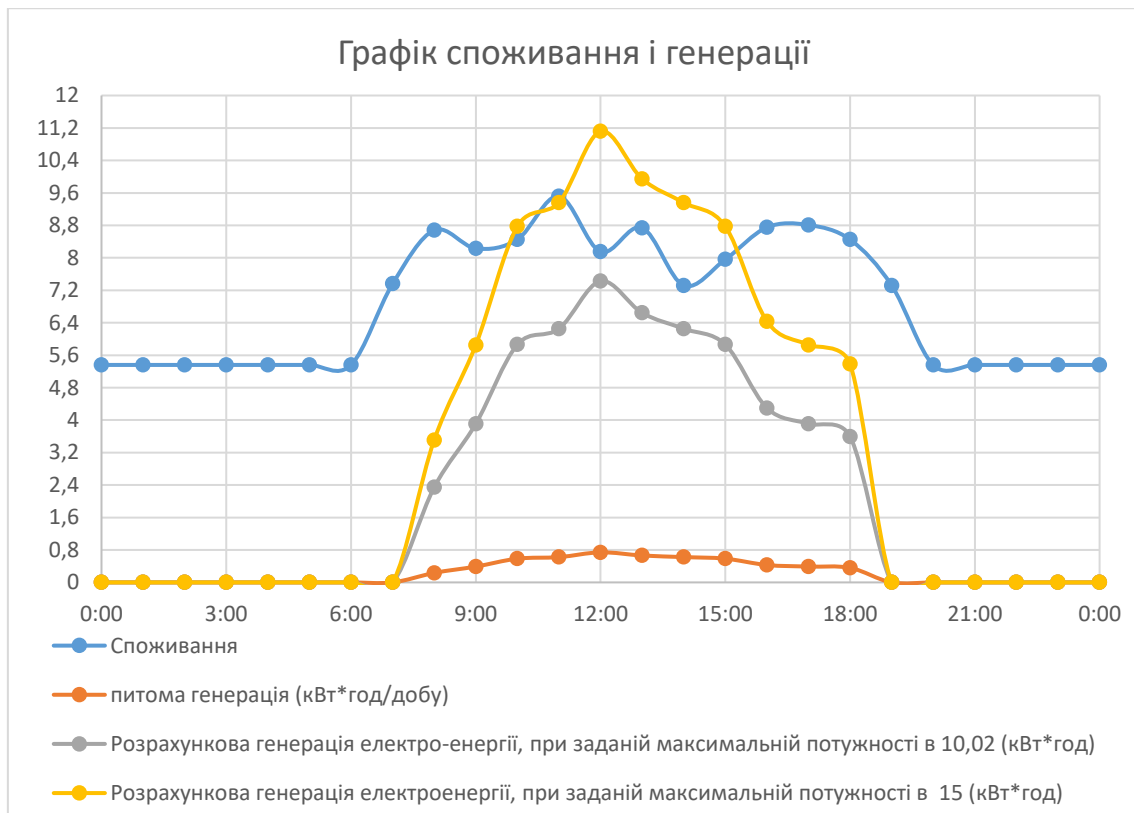


Рис. 2.12 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць травень.

Таблиця. 2.10 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць червень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,258	2,58516	6,09484	3,87	4,81	1,28484
9:00	8,23	0,5	0,43	4,3086	3,9214	6,45	1,78	2,1414
10:00	8,45	0,75	0,645	6,4629	1,9871	9,675	-1,225	3,2121
11:00	9,52	0,8	0,688	6,89376	2,62624	10,32	-0,8	3,42624
12:00	8,15	0,95	0,817	8,18634	-0,03634	12,255	-4,105	4,06866
13:00	8,74	0,85	0,731	7,32462	1,41538	10,965	-2,225	3,64038
14:00	7,32	0,8	0,688	6,89376	0,42624	10,32	-3	3,42624
15:00	7,96	0,75	0,645	6,4629	1,4971	9,675	-1,715	3,2121
16:00	8,75	0,55	0,473	4,73946	4,01054	7,095	1,655	2,35554
17:00	8,81	0,5	0,43	4,3086	4,5014	6,45	2,36	2,1414
18:00	8,45	0,46	0,3956	3,963912	4,486088	5,934	2,516	1,970088
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	6,2006	62,13001	104,6063	93,009	86,761	30,87899

На основі даних таблиці 2.10 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць червень. Графіки розміщені на рисунку 2.13.

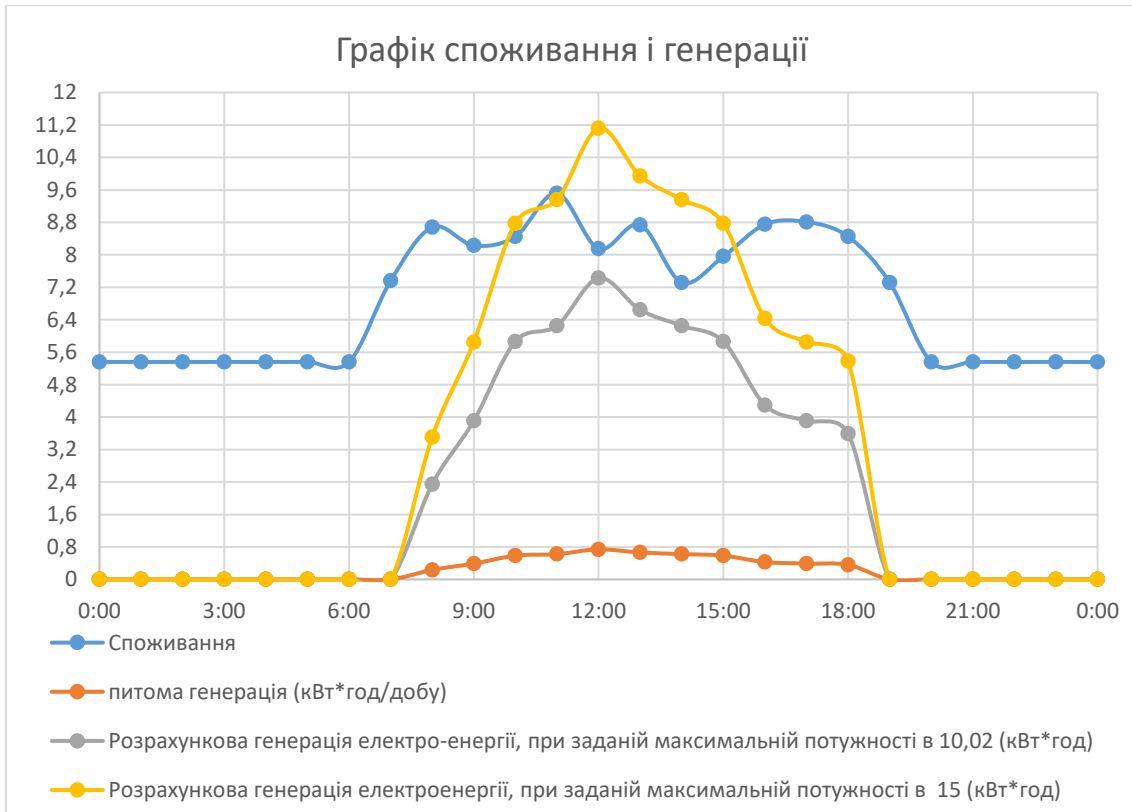


Рис. 3.12 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць червень.

Таблиця. 2.11 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць липень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,3	3,006316	5,673684	4,5	4,18	1,493684
9:00	8,23	0,5	0,5	5,010526	3,219474	7,5	0,73	2,489474
10:00	8,45	0,75	0,75	7,515789	0,934211	11,25	-2,8	3,734211
11:00	9,52	0,8	0,8	8,016842	1,503158	12	-2,48	3,983158
12:00	8,15	0,95	0,95	9,52	-1,37	14,25	-6,1	4,73
13:00	8,74	0,85	0,85	8,517895	0,222105	12,75	-4,01	4,232105
14:00	7,32	0,8	0,8	8,016842	-0,69684	12	-4,68	3,983158
15:00	7,96	0,75	0,75	7,515789	0,444211	11,25	-3,29	3,734211
16:00	8,75	0,55	0,55	5,511579	3,238421	8,25	0,5	2,738421
17:00	8,81	0,5	0,5	5,010526	3,799474	7,5	1,31	2,489474
18:00	8,45	0,46	0,46	4,609684	3,840316	6,9	1,55	2,290316
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	7,21	72,25179	96,51505	108,15	81,91	35,89821

На основі даних таблиці 2.11 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць липень. Графіки розміщені на рисунку 2.14.

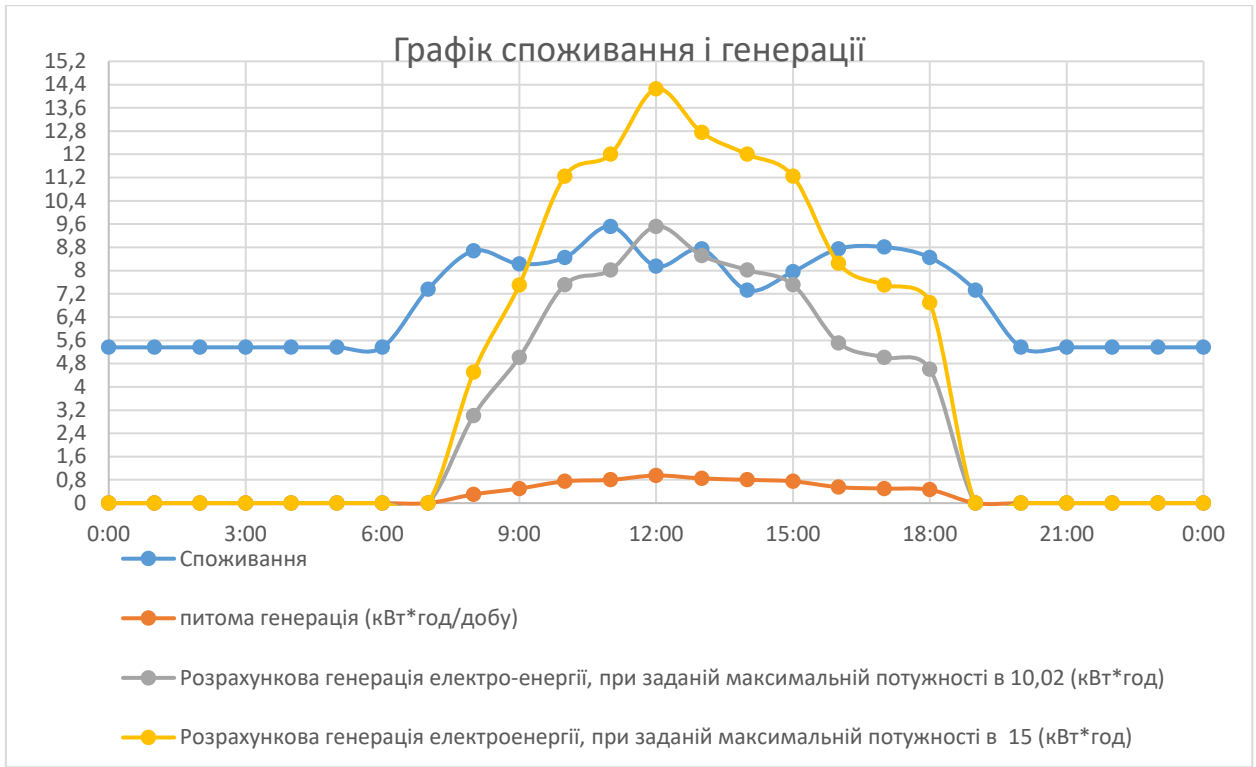


Рис. 2.14 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць липень.

Таблиця. 2.12 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць серпень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,246	2,46492	6,21508	3,69	4,99	1,22508
9:00	8,23	0,5	0,41	4,1082	4,1218	6,15	2,08	2,0418
10:00	8,45	0,75	0,615	6,1623	2,2877	9,225	-0,775	3,0627
11:00	9,52	0,8	0,656	6,57312	2,94688	9,84	-0,32	3,26688
12:00	8,15	0,95	0,779	7,80558	0,34442	11,685	-3,535	3,87942
13:00	8,74	0,85	0,697	6,98394	1,75606	10,455	-1,715	3,47106
14:00	7,32	0,8	0,656	6,57312	0,74688	9,84	-2,52	3,26688
15:00	7,96	0,75	0,615	6,1623	1,7977	9,225	-1,265	3,0627
16:00	8,75	0,55	0,451	4,51902	4,23098	6,765	1,985	2,24598
17:00	8,81	0,5	0,41	4,1082	4,7018	6,15	2,66	2,0418
18:00	8,45	0,46	0,3772	3,779544	4,670456	5,658	2,792	1,878456
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	5,9122	59,24024	107,4598	88,683	88,147	29,44276

На основі даних таблиці 2.12 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць серпень. Графіки розміщені на рисунку 2.15.

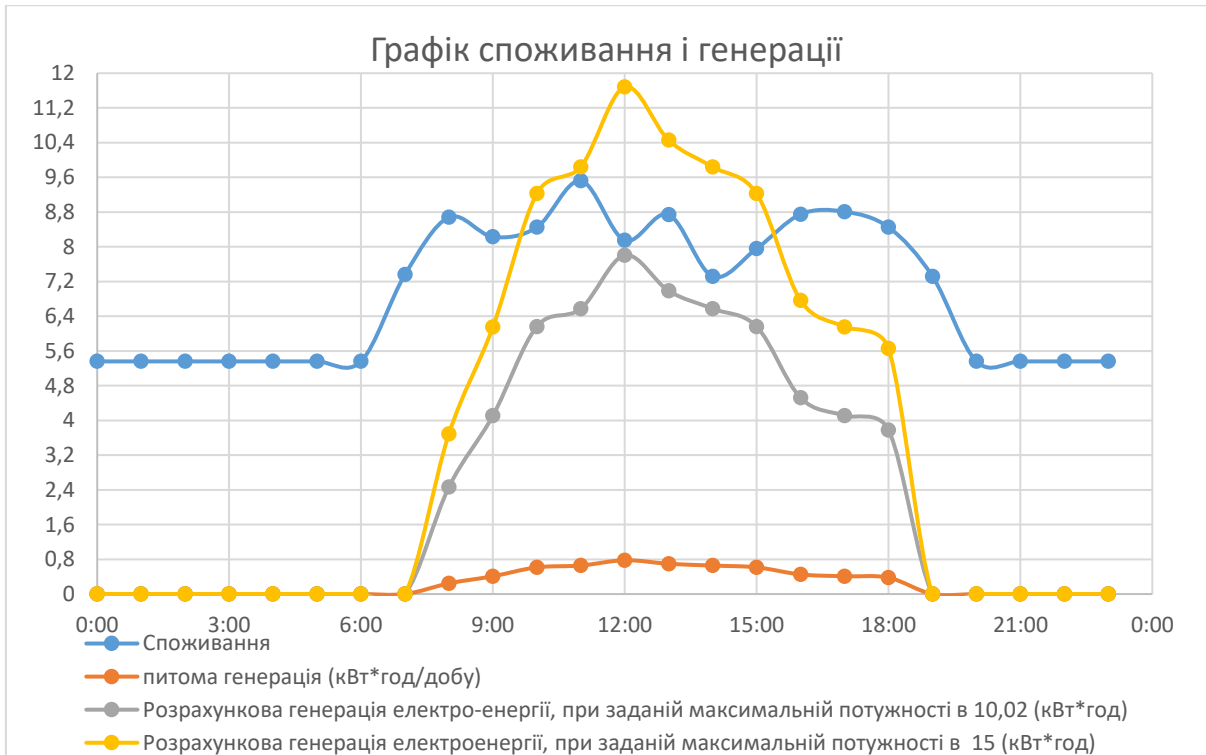


Рис. 2.15 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць серпень.

Таблиця. 2.13 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць вересень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,162	1,62324	7,05676	2,43	6,25	0,80676
9:00	8,23	0,5	0,27	2,7054	5,5246	4,05	4,18	1,3446
10:00	8,45	0,75	0,405	4,0581	4,3919	6,075	2,375	2,0169
11:00	9,52	0,8	0,432	4,32864	5,19136	6,48	3,04	2,15136
12:00	8,15	0,95	0,513	5,14026	3,00974	7,695	0,455	2,55474
13:00	8,74	0,85	0,459	4,59918	4,14082	6,885	1,855	2,28582
14:00	7,32	0,8	0,432	4,32864	2,99136	6,48	0,84	2,15136
15:00	7,96	0,75	0,405	4,0581	3,9019	6,075	1,885	2,0169
16:00	8,75	0,55	0,297	2,97594	5,77406	4,455	4,295	1,47906
17:00	8,81	0,5	0,27	2,7054	6,1046	4,05	4,76	1,3446
18:00	8,45	0,46	0,2484	2,488968	5,961032	3,726	4,724	1,237032
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	3,8934	39,01187	127,6881	58,401	108,299	19,38913

На основі даних таблиці 2.13 будуюмо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. Графіки розміщені на рисунку 2.16. За місяць вересень.

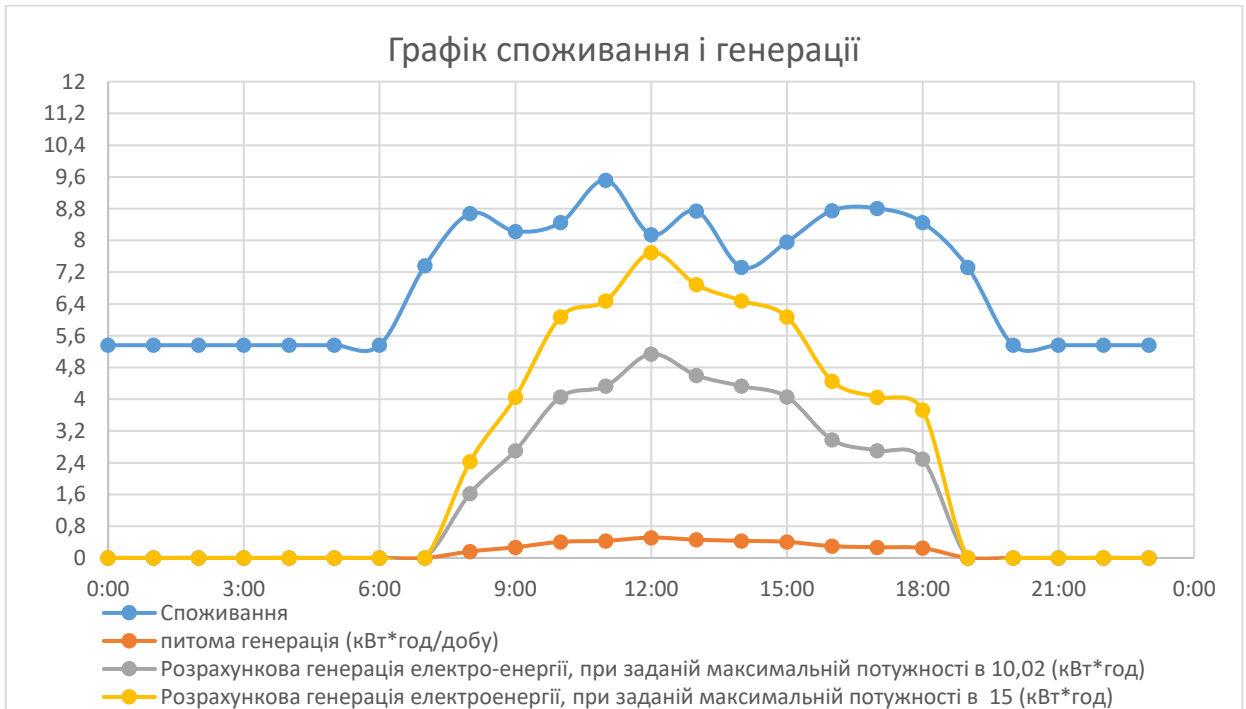


Рис. 2.16 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць вересень.

Таблиця. 2.14 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць жовтень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,156	1,56312	7,11688	2,34	6,34	0,77688
9:00	8,23	0,5	0,26	2,6052	5,6248	3,9	4,33	1,2948
10:00	8,45	0,75	0,39	3,9078	4,5422	5,85	2,6	1,9422
11:00	9,52	0,8	0,416	4,16832	5,35168	6,24	3,28	2,07168
12:00	8,15	0,95	0,494	4,94988	3,20012	7,41	0,74	2,46012
13:00	8,74	0,85	0,442	4,42884	4,31116	6,63	2,11	2,20116
14:00	7,32	0,8	0,416	4,16832	3,15168	6,24	1,08	2,07168
15:00	7,96	0,75	0,39	3,9078	4,0522	5,85	2,11	1,9422
16:00	8,75	0,55	0,286	2,86572	5,88428	4,29	4,46	1,42428
17:00	8,81	0,5	0,26	2,6052	6,2048	3,9	4,91	1,2948
18:00	8,45	0,46	0,2392	2,396784	6,053216	3,588	4,862	1,191216
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	3,7492	37,56698	129,133	56,238	110,462	18,67102

На основі даних таблиці 2.14 будуюмо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць жовтень. Графіки розміщені на рисунку 2.17.

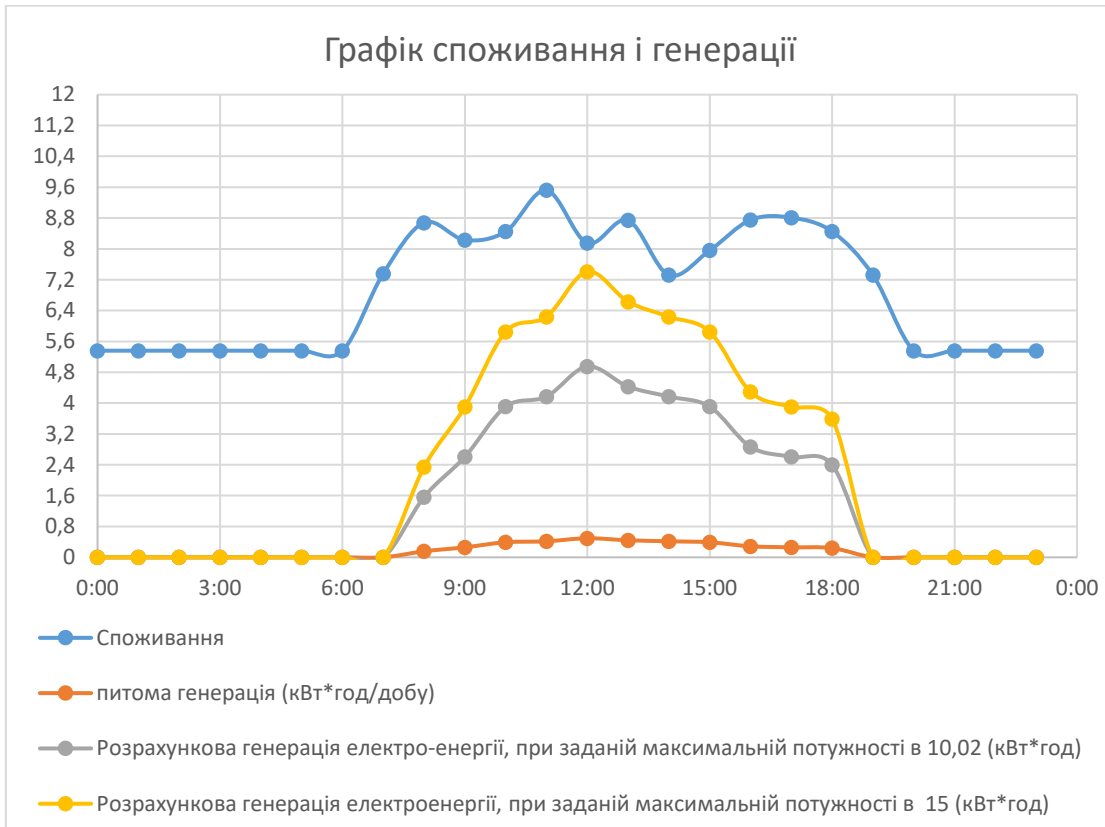


Рис. 2.17 Графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць жовтень.

Таблиця. 2.15 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць листопад.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,066	0,66132	8,01868	0,99	7,69	0,32868
9:00	8,23	0,5	0,11	1,1022	7,1278	1,65	6,58	0,5478
10:00	8,45	0,75	0,165	1,6533	6,7967	2,475	5,975	0,8217
11:00	9,52	0,8	0,176	1,76352	7,75648	2,64	6,88	0,87648
12:00	8,15	0,95	0,209	2,09418	6,05582	3,135	5,015	1,04082
13:00	8,74	0,85	0,187	1,87374	6,86626	2,805	5,935	0,93126
14:00	7,32	0,8	0,176	1,76352	5,55648	2,64	4,68	0,87648
15:00	7,96	0,75	0,165	1,6533	6,3067	2,475	5,485	0,8217
16:00	8,75	0,55	0,121	1,21242	7,53758	1,815	6,935	0,60258
17:00	8,81	0,5	0,11	1,1022	7,7078	1,65	7,16	0,5478
18:00	8,45	0,46	0,1012	1,014024	7,435976	1,518	6,932	0,503976
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	1,5862	15,89372	150,8063	23,793	142,907	7,899276

На основі даних таблиці 2.15 будуюмо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць листопад. Графіки розміщені на рисунку 2.18.

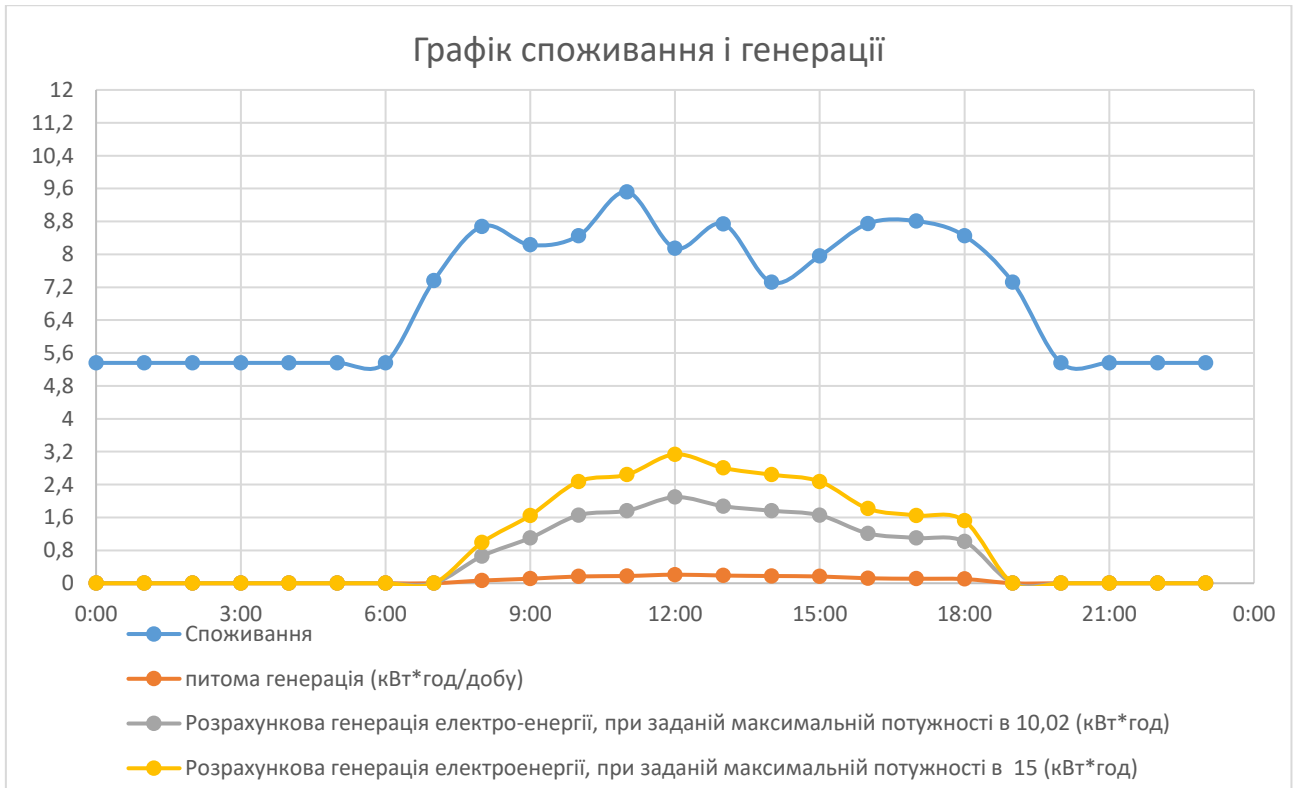


Рис. 2.18 Графіки споживання електроенергії струмоприймачами та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії електростанцією за встановленої потужності 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць листопад.

Таблиця. 2.16 Дані розрахунків для побудови графіків генерації та споживання електроенергії за місяць грудень.

Години доби	Погодинне споживання електроенергії (кВт*год)	Питома генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Розрахункова генерація електроенергії, при заданій максимальній потужності в 15 (кВт*год)	Розрахункова економія електроенергії, при впровадженні сонячної електростанції потужністю в 10,02 (кВт*год)	Економія електроенергії при впровадженні сонячної електростанції потужністю 15кВт*год, замість 10,02 кВт
0:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
1:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
2:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
3:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
4:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
5:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
6:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
7:00	7,36	0	0	0	7,36	0	7,36	0
8:00	8,68	0,3	0,027	0,27054	8,40946	0,405	8,275	0,13446
9:00	8,23	0,5	0,045	0,4509	7,7791	0,675	7,555	0,2241
10:00	8,45	0,75	0,0675	0,67635	7,77365	1,0125	7,4375	0,33615
11:00	9,52	0,8	0,072	0,72144	8,79856	1,08	8,44	0,35856
12:00	8,15	0,95	0,0855	0,85671	7,29329	1,2825	6,8675	0,42579
13:00	8,74	0,85	0,0765	0,76653	7,97347	1,1475	7,5925	0,38097
14:00	7,32	0,8	0,072	0,72144	6,59856	1,08	6,24	0,35856
15:00	7,96	0,75	0,0675	0,67635	7,28365	1,0125	6,9475	0,33615
16:00	8,75	0,55	0,0495	0,49599	8,25401	0,7425	8,0075	0,24651
17:00	8,81	0,5	0,045	0,4509	8,3591	0,675	8,135	0,2241
18:00	8,45	0,46	0,0414	0,414828	8,035172	0,621	7,829	0,206172
19:00	7,32	0	0	0	7,32	0	7,32	0
20:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
21:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
22:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
23:00	5,36	0	0	0	5,36	0	5,36	0
За цілу добу	166,7	7,21	0,6489	6,501978	160,198	9,7335	156,9665	3,231522

На основі даних таблиці 2.16 будуємо графіки споживання електроенергії та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії з встановленою потужністю 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць. Графіки розміщені на рисунку 2.19.

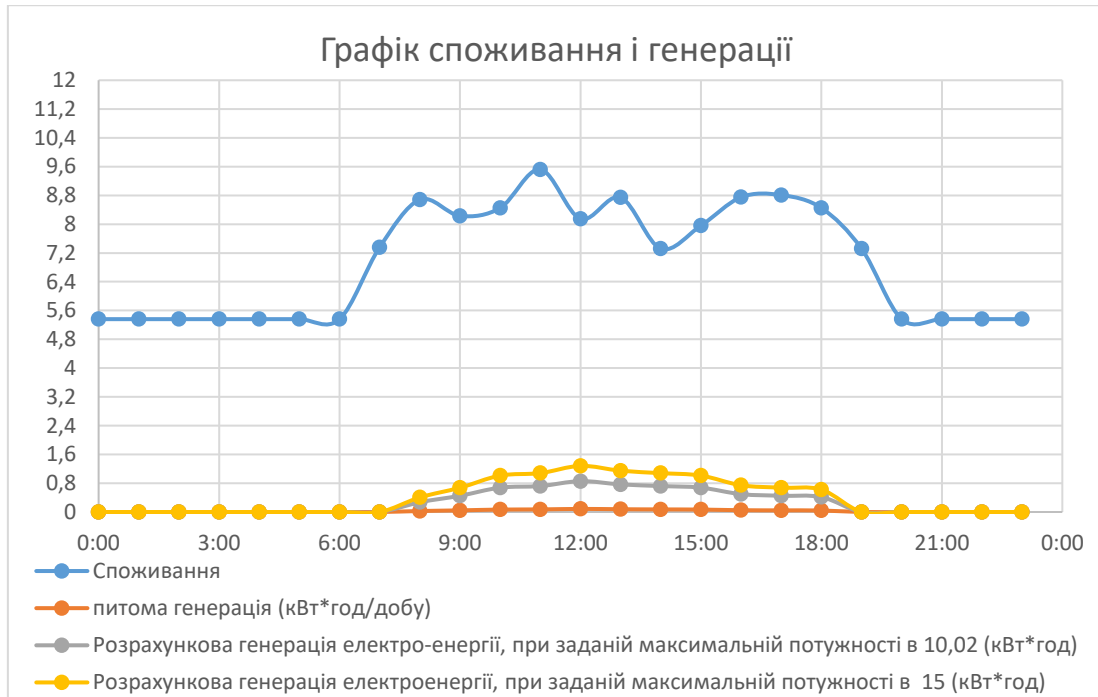


Рис. 2.19 Графіки споживання електроенергії струмоприймачами та її питомої генерації на 1кВт встановленої потужності, та генерації електроенергії електростанцією за встановленої потужності 10,02 кВт і 15 кВт. За місяць грудень.

Для визначення раціональної встановленої потужності за умовами максимального використання можливостей генерації проведено розрахунок генерації електричної енергії сонячними панелями, за двома варіантами максимальної встановленої потужності. Максимальна встановлена потужність 10,02 кВт, вибрана в ході аналізу можливості обсягів генерації електричної енергії сонячними панелями, і відповідає максимальному споживанню електричної енергії в час найбільшої її генерації. В липні місяці генерація електроенергії має найбільше значення, але в інші місяці її генерація має менше значення. За другим варіантом пропонується збільшити максимальну встановлену потужність до 15кВт, це збільшить обсяг генерації електричної енергії сонячними панелями, але також збільшить максимальне значення генерації і деякий обсяг згенерованої електроенергії не може в цей момент бути спожитим струмоприймачами закладу. Обсяг її визначено розрахунком за кожним місяцем року. Виходячи з цього факту розрахункова кількість електроенергії, яка може бути згенерована електростанцією та заміщеною у енергетичному балансі закладу, а також згенерована електроенергія яка не

може бути спожита струмоприймачами закладу, за кожним місяцем, представлена в таблицях 2.17, 2.18.

Таблиця. 2.17 Дані розрахунків обсягу заміщення генерації електроенергії сонячною електростанцією з прийнятою максимальною присутністю 10,02 кВт споживання електроенергії закладом за рік.

Місяць року	Розрахункова генерація електроенергії сонячною електростанцією (кВт*год)	Розрахунковий обсяг заміщення електроенергії обсягом її генерації сонячною електростанцією (кВт*год)	Обсяг згенерованої електроенергії, яку не може в цей момент бути спожитим струмоприймачами закладу	
			(кВт*год)	%
січень	67,18711	5100,514	0	0,00
лютий	121,3703	4546,228	0	0,00
березень	1253,891	3913,809	0	0,00
квітень	1365,416	3635,586	0	0,00
травень	1746,865	3420,835	0	0,00
червень	1863,9	3138,189	1,2	0,06
липень	2239,805	2991,967	64,17	2,86
серпень	1836,447	3331,254	0	0,00
вересень	1170,356	3830,643	0	0,00
жовтень	1164,576	4003,123	0	0,00
листопад	476,8116	4524,189	0	0,00
грудень	201,5613	4966,138	0	0,00
За весь рік	13508,19	47402,47	65,37	

Таблиця. 2.18 Дані розрахунків обсягу заміщення генерації електроенергії сонячною електростанцією з прийнятою максимальною присутністю 15 кВт споживання електроенергії закладом за рік.

Місяць року	Розрахункова генерація електроенергії сонячною електростанцією (кВт*год)	Розрахунковий обсяг заміщення електроенергії обсягом її генерації сонячною електростанцією (кВт*год)	Обсяг згенерованої електроенергії, яку не може в цей момент бути спожитим струмоприймачами закладу	
			(кВт*год)	%
січень	100,5795	5067,121	0	0,00
лютий	181,692	4485,908	0	0,00
березень	1843,9575	3323,743	0	0,00
квітень	2044,035	2988,99	24,9	1,22
травень	2615,067	2780,483	227,85	8,71
червень	2790,27	2602,83	392,1	14,05
липень	3352,65	2539,21	724,16	21,60
серпень	2749,173	2732,557	314,03	11,42
вересень	1752,03	3248,97	0	0,00
жовтень	1743,378	3424,322	0	0,00
листопад	713,79	4287,21	0	0,00
грудень	301,7385	4865,962	0	0,00
За весь рік	20188,3605	42347,3	1683,04	

2.8.3 Вибір типу обладнання і компоненти сонячної електростанції, які будуть використовуватися в проєкті.

В ході проведення маркетингових досліджень була проаналізована комерційна пропозиція, що до будівництва сонячної електростанції. На основі даних комерційної пропозиції проводимо подальші розрахунки економії фінансів. Проаналізувавши комерційну пропозицію маємо питому вартість 1кВт електричної енергії, виробленої сонячною електростанцією вона складає 22998,63 грн/кВт. Діючий тариф на електричну енергію складає 5,35 грн/кВт. Необхідно розрахувати кількість сонячних панелей для сонячної електростанції. Потужність генерації однієї сонячної панелі складає 400Вт. Виходячи з цього кількість сонячних панелей для сонячної електростанції з максимально встановленою потужністю 10,02 кВт складає 25штук, а для сонячної електростанції з максимально встановленою потужністю 15 кВт складає 38штук.

Необхідно розрахувати вартість сонячної електростанції в обох запропонованих випадках максимальної встановленої потужності 10,02кВт і 15кВт. Для цього необхідно знайти добуток питомої вартості 1кВт електричної енергії виробленої сонячною електростанцією на максимальну встановлену потужність. Виходячи з цього вартість сонячної електростанції максимальною встановленою потужністю 10,02 кВт складає 223432,2 грн, а вартість сонячної електростанції максимальною встановленою потужністю 15 кВт складає 334479,4 грн.

Необхідно розрахувати економічний ефект - кількість коштів, які можуть бути зекономлені закладом ДНЗ, при встановленні сонячної електростанції максимальної потужності 10,02 кВт і 15 кВт. Економічний ефект, якщо встановлювати сонячну електростанцію максимальною встановленою потужністю 10,02 кВт складає 72268,8, а вартість сонячної електростанції максимальною встановленою потужністю 15 кВт складає 334479,4 грн.

Необхідно розрахувати термін окупності заходу встановлення сонячної електростанції, максимальної встановленої потужності 10,02 кВт, 15 кВт. Виходячи з цього термін окупності для заходу по встановленню сонячної електростанції максимальною встановленою потужністю 10,02 кВт складає 16,54 років, а термін окупності для заходу по встановленню сонячної електростанції максимальною встановленою потужністю 15 кВт складає 16,56 років.

Список необхідних компонентів для сонячної електростанції для з максимальною встановленою потужністю 10,02 кВт зазначено в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 Перелік компонентів сонячної електростанції з максимально встановленою потужністю 10,02 кВт

№	Компоненти сонячної електростанції	Кількість	
1	PV модуль Ja Solar 400Wp, Mono	25	Шт.
2	Інвертор мережевий Huawei 15 кВт	1	Шт.
3	MC4 конектори CN 40 (U-tube, 6mm ²)	20	Шт.
4	Щит захисту змінного струму AC-3	1	Шт.
5	Сонячний кабель 6 mm ² , чорний 100м КВЕ	3	Бухта
6	Металева конструкція для плоскої покрівлі	1	Комплект
7	Монтажні та електромонтажні роботи СЕ	1	Послуга
8	Система моніторингу роботи станції	1	Послуга
Загальна вартість			223432,2 грн.

Таблиця 2.20 Перелік компонентів сонячної електростанції з максимально встановленою потужністю 10,02 кВт

№	Компоненти сонячної електростанції	Кількість	
1	PV модуль Ja Solar 400Wp, Mono	38	Шт.
2	Інвертор мережевий Huawei 15 кВт	1	Шт.
3	MC4 конектори CN 40 (U-tube, 6mm ²)	20	Шт.
4	Щит захисту змінного струму AC-3	1	Шт.
5	Сонячний кабель 6 mm ² , чорний 100м КВЕ	3	Бухта
6	Металева конструкція для плоскої покрівлі	1	Комплект
7	Монтажні та електромонтажні роботи СЕ	1	Послуга
8	Система моніторингу роботи станції	1	Послуга
Загальна вартість			334479,4 грн.

За результатами проведених розрахунків вбачається доцільним впровадити захід, щодо встановлення сонячної електростанції на даху будівлі ДНЗ № 13 з метою заміщення частини обсягу електричної електроенергії спожитою закладом, за рахунок обсягу згенерованої сонячною електростанцією.

Розрахунок потенціально можливої встановленої потужності сонячної електростанції, яка має бути розміщена на покрівлі ДНЗ №13.

- площа однієї сонячної панелі складає 2,584м²,
- площа даху ДНЗ №13 складає 1454,1м²,

Отже максимальна кількість сонячних панелей, (за умови плоского їх розміщення), яку можна розмістити на даху будівлі складає 562 штуки. Виходячи з цього максимальна можлива встановлена потужність складатиме 1406,83 кВт. За умови розміщення сонячних панелей під визначеним кутом (35°), встановлена потужність має становити 703,42 кВт. Тобто наявна площа дозволяє розмістити запропоновані сонячну електричну станцію, встановленою потужністю, 10,02 кВт, або 15кВт.

За результатами проведених розрахунків та досліджень, запропоновано прийняти варіант встановленої потужності сонячної електростанції 15кВт. Вартість встановлення складає 334479,4 грн. Річна генерація 20188,36 кВт*год. Термін окупності складає 16,56 років.

2.9 Висновки до розділу

В даному розділі були запропоновані заходи, щодо підвищення енергоефективності експлуатації будівлі ДНЗ №13 та зменшення обсягів споживання електричної та теплової енергії закладом ДНЗ №13, розраховано економічний ефект та термін окупності по кожному з них. З запропонованих та розрахованих заходів найбільш ефективним є встановлення сонячної електростанції на даху будівлі ДНЗ № 13.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Небезпечні зони устаткування. Класифікація та призначення засобів захисту.

3.1.1 Основні поняття

Безпеку треба визначити як стан діяльності, за якого з визначеною ймовірністю виключено прояв небезпек або ж відсутня надзвичайна небезпека. В літературі можна зустріти такі визначення:

- **небезпека** — негативна властивість живої та неживої матерії, що здатна спричиняти шкоду самій матерії: людям, природному середовищу, матеріальним цінностям;
- **небезпека** — це умова чи ситуація, яка існує в наколишньому середовищі і здатна призвести до небажаного вивільнення енергії, що може спричинити фізичну шкоду, поранення та /чи пошкодження [12].

Небезпечна зона - це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Захисні пристрої - засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні), переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих ечовин.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою поразки електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вальцями і т.д.) і змінними, (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму та характеру обробки, зміна різального інструменту і т. д.) .

При проектуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту [12].

3.1.2 Способи і засоби захисту

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби [12].

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності
- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристосувань або технологічних процесів;

- надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту, врахування рекомендацій технічної естетики.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

1. Огородження, що виключають можливість доступу до рухомих або небезпечним для дотику частинах механізмів і зазорам (наприклад, огороження ремінних передач, шестерень та ін.).
2. Огородження, що захищають від високих і низьких температур і шкідливих випромінювань (наприклад, паропроводів, свинцеві екрани для захисту від радіоактивних випромінювань, світлофільтри для захисту очей та ін.).
3. Огородження, що зменшують можливі руйнування під час вибуху або попереджувальні такі руйнування (наприклад, огороження кабін підвищеної міцності, легкі елементи покриттів, які легко руйнуються при вибуху та ін.).
4. Пристосування, що забезпечують безпеку пуску і зупинки механізмів (наприклад, гальмівні пристрої).
5. Пристрої та прилади, що попереджають про небезпеку (наприклад, світлові і звукові сигнали, водомірні скла на котлах, манометри на тарах під тиском).
6. Прилади й пристрої, що усувають небезпеку (запобіжні мембрани і клапани, обмежувачі руху для кранів, системи блокування, уловлювачі та ін.).

Найбільша ефективність захисних і запобіжних пристроїв забезпечується, якщо їх передбачають в період проектування. При модернізації машин слід знайти конструктивне рішення, при якому захисні та запобіжні пристрої будуть ув'язані з конструкцією машини, а блокування буде легше здійсненна. Але всі зміни в конструкції машини повинні бути обґрунтовані і узгоджені з проектувальником (виробником) обладнання [13].

ВИСНОВКИ

Метою даної кваліфікаційної роботи магістра було підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центру розвитку дитини) № 13 «Купава» Сумської міської ради.

В ході дослідження було проаналізовано були отримані висновки:

1. Проаналізовані обсяги споживання теплової енергії з відповідним аналізом отриманих результатів.

2. Проведено порівняльний аналіз питомих витрат теплової енергії на об'єкті енергетичного обстеження з встановленими нормами енергоспоживання, чинними на території України.

4. Проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також системи тепло-, електро- та водопостачання.

5. Проведено техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.

Були отримані наступні висновки:

- Стан будівлі не відповідає нормам з теплового опору, тепловий опір огорожуючих конструкцій менше допустимого.

Були запропоновані наступні енергозбегігаючі заходи :

- Встановлення сонячної електростанції на даху будівлі;
- Утеплення огорожуючих конструкцій (стін): економічний ефект 33645,3 грн, термін окупності 5,8 років;
- Утеплення огорожуючих конструкцій (стеля): економічний ефект 12411 грн, термін окупності 7 років;
- Подальша заміна ламп розжарення на світлодіодні: економічний ефект 9832 грн, термін окупності 0,81 років;

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги";
2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. – К.: Мінрегіон України. –2009.
3. ДБН В.2.5-39:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі»
4. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014
5. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
8. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696с.
9. [Електронний ресурс]: http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сумах.
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель». – К. Мінрегіонбуд України, 2016. –47 с.
11. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
[Електронний ресурс]: .
12. <https://studfile.net/preview/3270507/page:3/>
13. <https://helpiks.org/9-65606.html>
14. <https://prom.ua/ua/p683324659-isover-profi-mineralna.html>
15. <https://epicentrk.ua/shop/termometr-12-6003-01-90.html>
16. <https://epicentrk.ua/shop/ruleтка-montero-10g44x-10g44x.html>
17. <http://life.ko.net.ua/?p=93494>
18. <https://www.atmosfera.ua/uk/novini/sonyachni-mikro-elektrostantsii/>
19. <https://o-remonte.com/uk/sonyachni-elektrostantsii-dlya-budinku/>

20. <https://prom.ua/p1458286649-monokristallicheskiy-solnechnyj-modul.html?>
21. <https://prom.ua/p1149655116-setevye-inventory-dlya.html?>
22. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%B0%D1%87
23. <https://prom.ua/ua/p1393512373-vsesezonnyj-vakuumnyj-solnechnyj.html?&primelead=MC43OA>

ДОДАТОК А

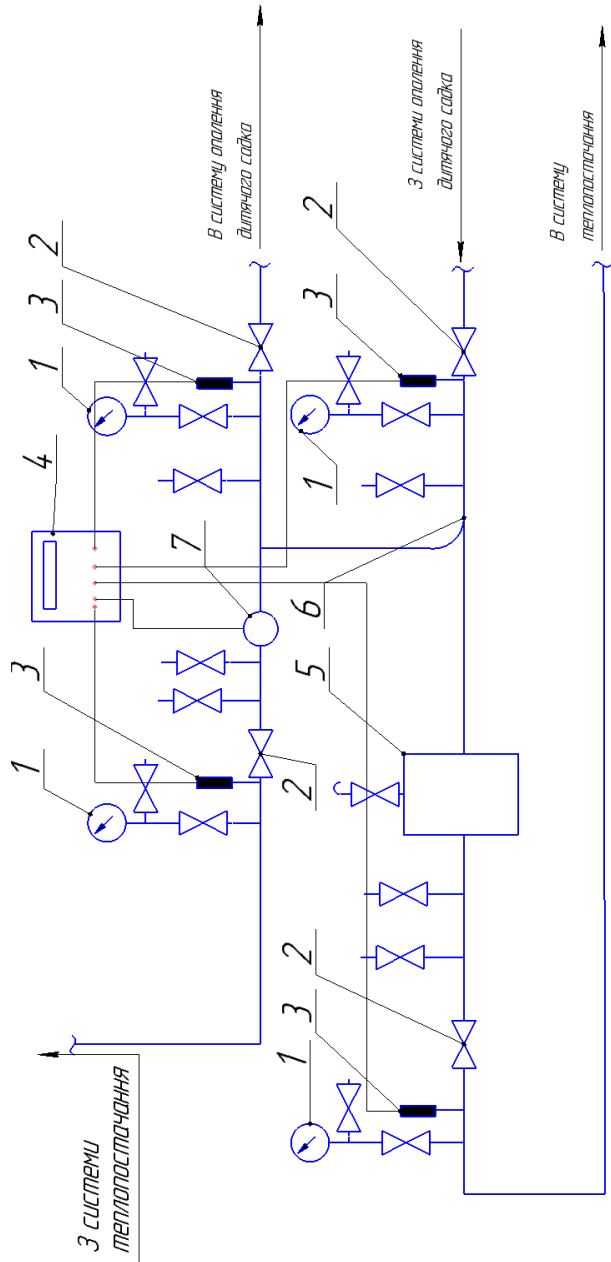


Схема теплового пункту ДНЗ № 13

1 – Манометри, 2 – засувки, 3 – датчик температури, 4 – лічильник теплоти,
5 – грязьовик, 6 - елеваторний пристрій, 7 – витратомір.

ДОДАТОК Б

Результати тепловізійного обстеження

Тепловізійне обстеження будівлі Сумського дошкільного навчального закладу (центр розвитку дитини) № 13 "Купава" м. Суми, Сумської області було проведено 7 лютого 2020 року з використанням тепловізора FlukeTi25. У звіті надані термограми, які найбільш наочно демонструють типові проблемні місця будівель.

Мета обстеження – виявлення місць найбільших тепловтрат у будівлі ДНЗ № 13

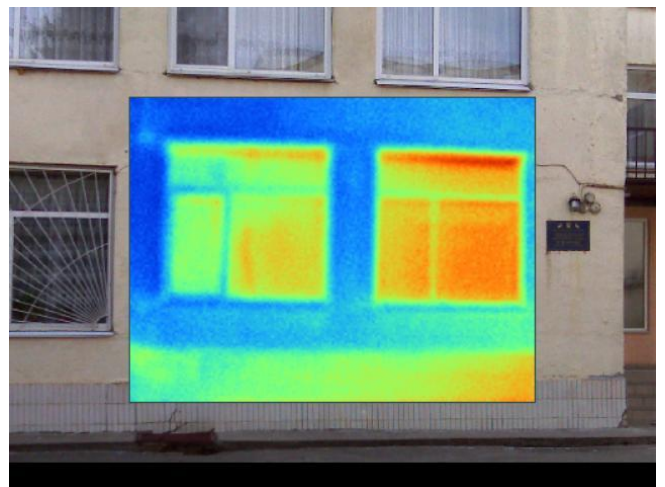
На момент проведення тепловізійного обстеження температура навколишнього середовища становила -7°C . Середня температура всередині приміщень становила 19°C .

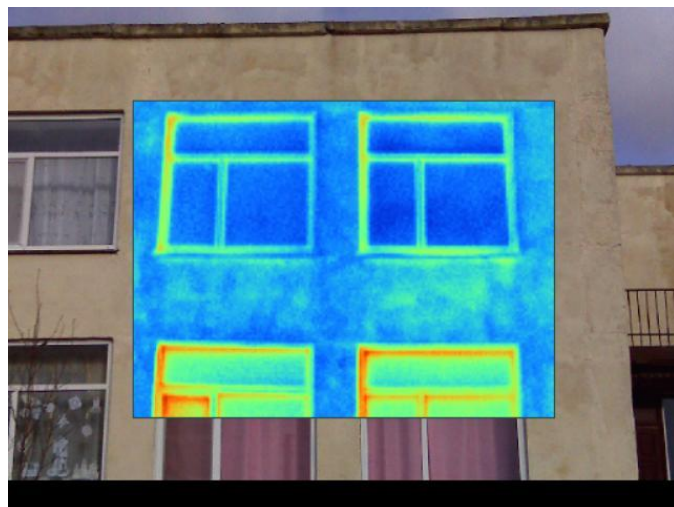
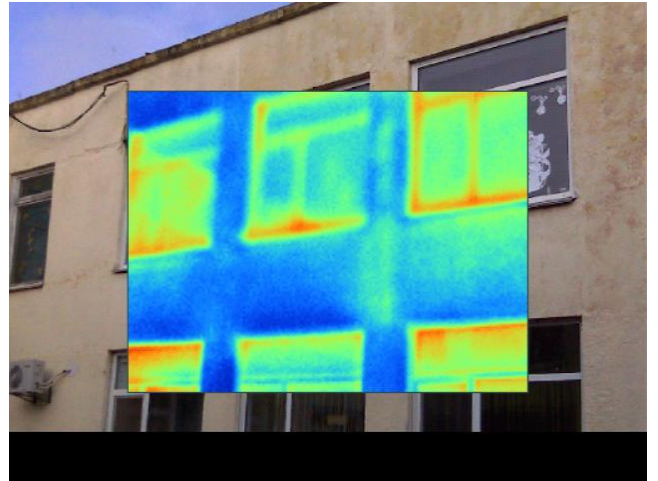
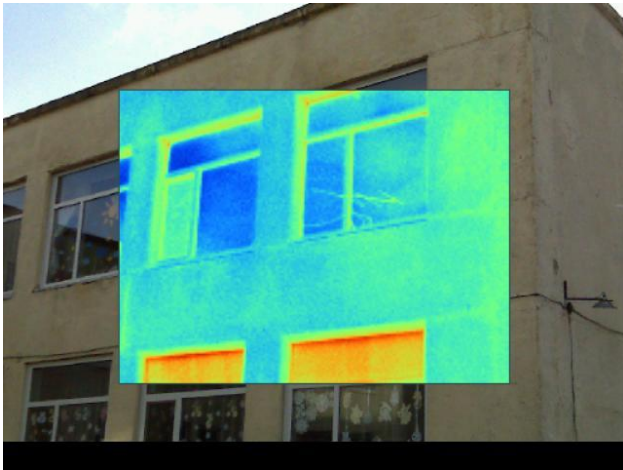
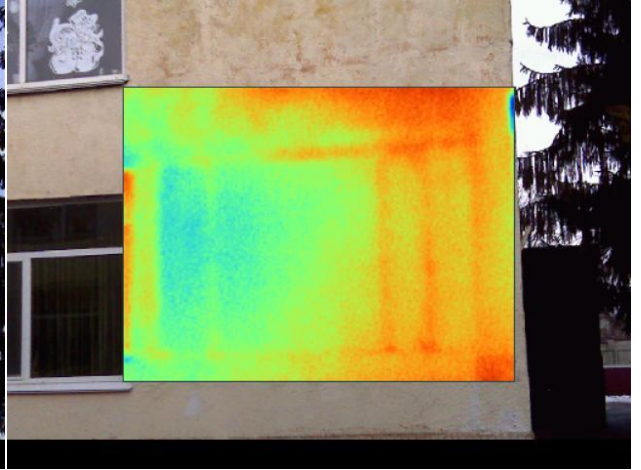
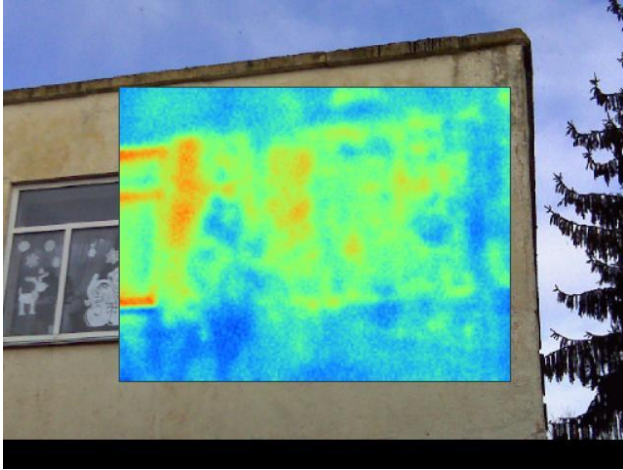
У додатку наведені термограми, які показують типові проблеми по тепловтратам, що притаманні майже всім огорожувальним конструкціям.

Під час тепловізійного обстеження було зроблено 31 термограма.

Термограми із зазначенням місць найбільших втрат теплової енергії на об'єкті обстеження (ДНЗ №13)

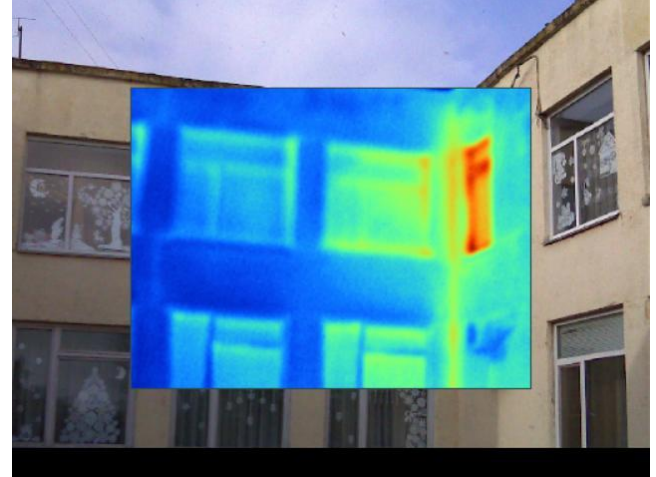
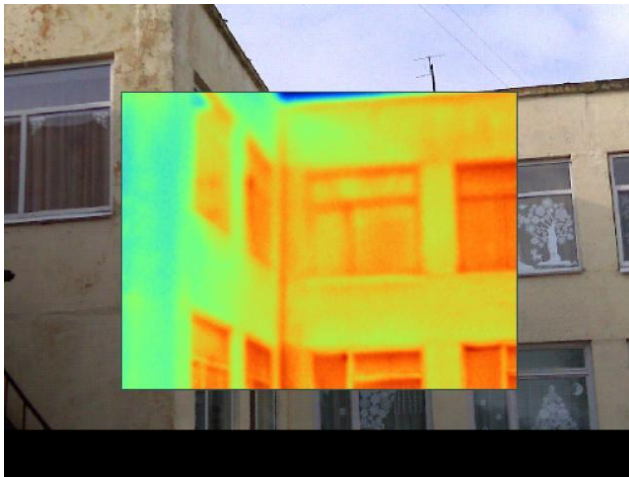
Зоанішні огорожуючі конструкції



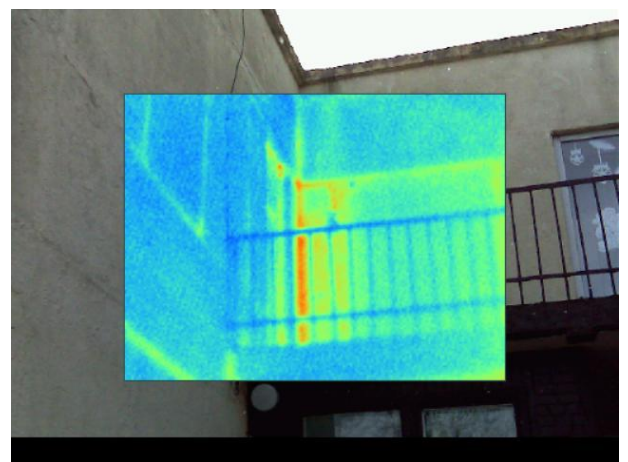
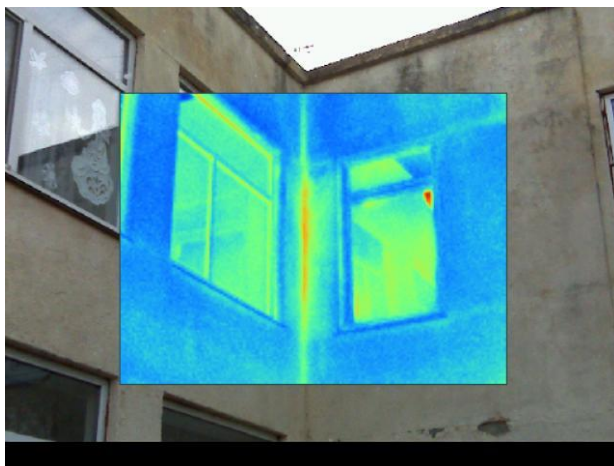


Тепловізійне обстеження виявило втрати тепла з приміщення, а саме:

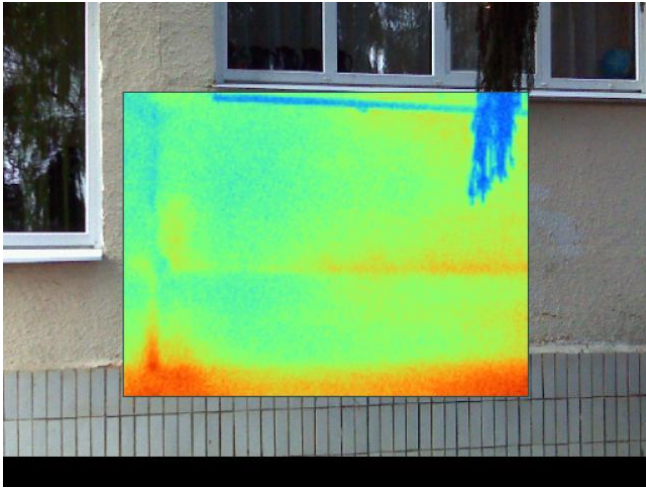
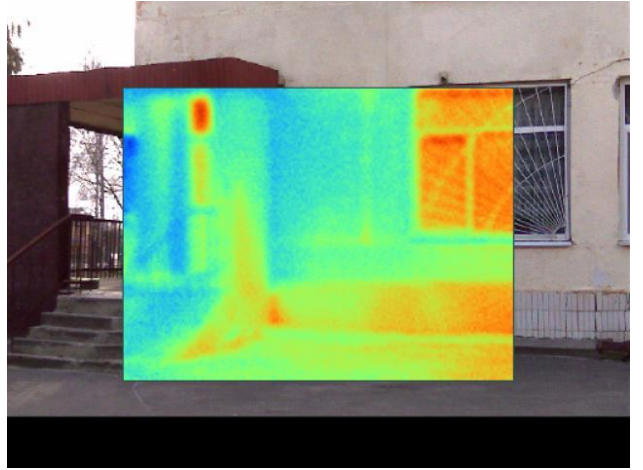
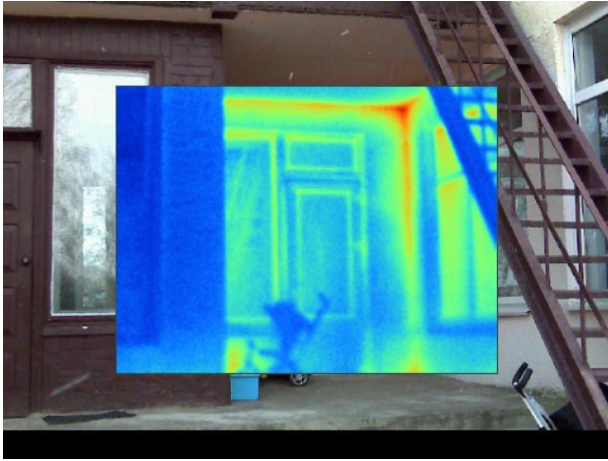
- через віконні конструкції (нещільність прилягання віконних рам до стін);
- підвищена температура зовнішньої поверхні стіни свідчить про часткову втрату стінами теплозахисних властивостей;
- відбуваються втрати тепла крізь місця стіни де розташовані прилади опалення і труби по яких підводиться до них теплоносій.



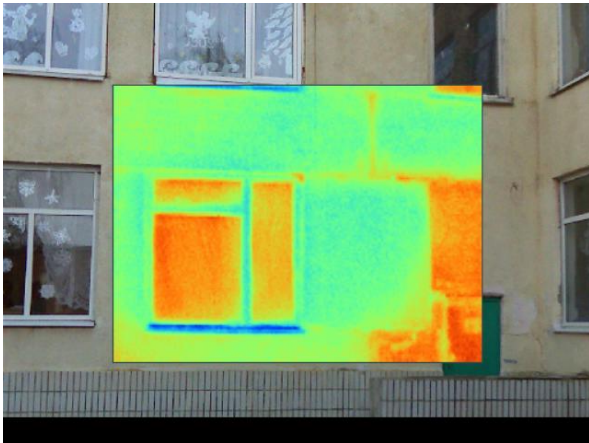
Тепловий слід у верхній частині вікна на поверхні зовнішньої стіни свідчить про втрату тепла крізь незадовільний стан віконної рами.



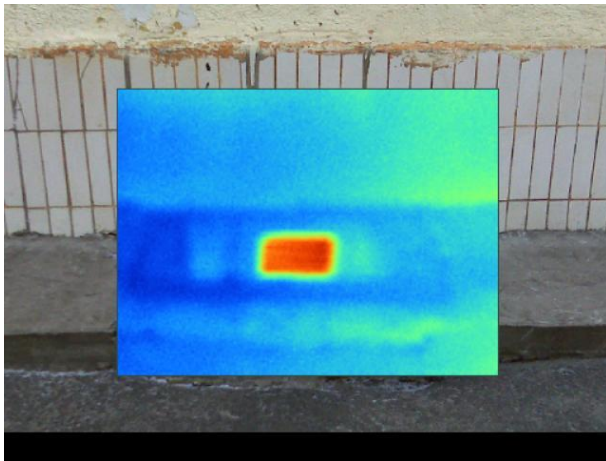
Підвищена температура зовнішньої поверхні стіни (особливо у кутовому з'єднанні стін) свідчить про втрату стінами теплозахисних властивостей. Втрати тепла з приміщення відбуваються також через віконні конструкції.



Підвальне приміщення

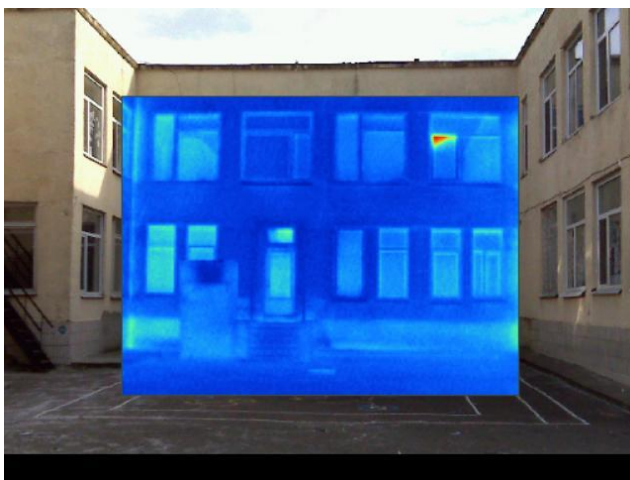


Теплопункт знаходиться у підвальному приміщенні, яке недостатньо теплоізольоване, внаслідок чого значна частина теплоти втрачається через огороджуючі конструкції.



Підвальне приміщення має в стіні отвір для вентиляції через, який втрачається велика кількість теплоти.

Тепловтрати через провітрювання



Частина тепловтрат обумовлена відкриттям квартирки в режимі «провітрювання».