

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ**

Допускається до захисту
«_____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри _____
(підпис)
доцент, к.б.н., Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв.(ім'я та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Бакалавр
(рівень вищої освіти)

**на тему «Розробка еколого-технічних параметрів використання
відновлюючих джерел енергії на прикладі візит-центру Урочища
«Чорні озера»**

Виконала: студентка групи Тз-41
Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»
ДАХНОВИЧ Ольга Дмитрівна
Керівник: Наталія КАЧМАР _____
Консультант: Юрій КОВАЛЬЧУК _____

Дубляни 2023

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «бакалавр»
Галузь знань 18 «Виробництво та технології»
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____

доцент, к.б.н., Петро ХІРІВСЬКИЙ
« _____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентці

Дахнович О.Д.

1. Тема роботи: «Розробка еколого-технічних параметрів використання відновлюючих джерел енергії на прикладі візит-центру Урочища «Чорні озера»

Керівник кваліфікаційної роботи к.с.-г.н., доцент Наталія КАЧМАР
Затверджена наказом по університету від “_30_” _12_ 2022 р. № _453_ к-с _____

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи _05_ червня 2023 року _____

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, фізико-географічна характеристика району досліджень, методика виконання досліджень, звітні матеріали роботи Урочища «Чорні озера»

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Етапи формування нетрадиційної енергетики в Україні

1.2 Перспективи щодо використання сонячної енергетики в Україні

1.3 Переваги використання сонячних панелей на об'єктах природно-заповідного-фонду

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Загальна характеристика Яворівського національного природного парку та природного заповідника Розточчя

2.2 Фізико-географічна та кліматична характеристика регіону розташування Урочища «Чорні озера»

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Розрахунок системи енергозабезпечення досліджуваного об'єкта

3.2 Розрахунок екологічної ефективності застосування засобів відновлювальної енергетики

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці на прикладі Урочища «Чорні озера»

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на території Урочища «Чорні озера»

Зробити висновки за результатами проведених досліджень

Сформуувати список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

6. Консультанти з розділів:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | | Відмітка про виконання |
|--------|---|----------------|------------------|------------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв | |
| 1,2,3 | Качмар Н.В. доцент кафедри екології | | | |
| 4 | Ковальчук Ю.О. доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК | | | |

7. Дата видачі завдання 12 вересня 2022 року

Календарний план

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Відмітка про виконання |
|-------|--|-------------------------------|------------------------|
| 1 | Написання вступу та розділу «Огляд літератури» | 12.09.22р.–31.10.22р. | |
| 2 | Написання розділу «Об'єкт і методи дослідження» | 01.11.22р.–30.12.22р. | |
| 3 | Написання розділу «Результати досліджень» | 02.01.23р.–17.04.23р. | |
| 4 | Написання розділу «Охорона праці», оформлення списку використаних джерел | 18.04.23р.–05.06.23р. | |

Студент _____
(підпис)

Керівник кваліфікаційної
роботи _____ Наталія КАЧМАР

УДК 712.2(1-751.2)(477.83)

Розробка еколого-технічних параметрів використання відновлюючих джерел енергії на прикладі візит-центру Урочища «Чорні озера». Дахнович О.Д. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Дубляни, Львівський НУП, 2023 р.

60 с. текст, част., 6 табл., 19 рис., 45 джерел

Згідно проаналізованих даних охарактеризовано перспективи розвитку і використання сонячної енергетики у світі та в Україні зокрема.

На основі проведених розрахунків ми отримали результати досліджень системи енергозабезпечення еколого-просвітницького візит-центру, а також розрахунок екологічної ефективності застосування засобів відновлювальної енергетики. Встановлено, що річні експлуатаційні витрати на теплопостачання з використанням теплової помпи та сонячних колекторів буде меншим у кілька разів від системи, яка була б побудована на базі газового котла.

Основною проблемою забезпечення таких об'єктів електроенергією та опаленням полягає в тому, що вони знаходяться віддалено від населених пунктів, тому ми пропонуємо використання альтернативних джерел енергії.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 6 |
| РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ | 8 |
| 1.1 Етапи формування нетрадиційної енергетики в Україні | 8 |
| 1.2 Перспективи щодо використання сонячної енергетики в Україні | 12 |
| 1.3 Переваги використання сонячних панелей на об'єктах природно-заповідного фонду | 16 |
| РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ | 18 |
| 2.1 Загальна характеристика Яворівського національного природного парку та природного заповідника «Розточчя» | 18 |
| 2.2 Фізико-географічна та кліматична характеристика регіону розташування Урочища «Чорні озера» | 24 |
| РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 28 |
| 3.1 Розрахунок системи енергозабезпечення досліджуваного об'єкта | 28 |
| 3.2 Розрахунок екологічної ефективності застосування засобів відновлювальної енергетики | 42 |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ | 45 |
| 4.1 Аналіз стану охорони праці на прикладі Урочища «Чорні озера» | 45 |
| 4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на території Урочища «Чорні озера» | 46 |
| ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ | 50 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 52 |
| ДОДАТКИ | 57 |

ВСТУП

Термін «**відпочинок на природі**» досить неоднозначне поняття, оскільки у кожного з нас є своє особливе уявлення про пікніки і виїзди за місто. Хтось насолоджується прогулянками в лісі, інші віддають перевагу пішим турам, багато хто просто насолоджується пікніками біля річки, та ночівлю в наметах. Однак, є й інша альтернатива, відпочинок в базах відпочинку, розташованих в самих барвистих регіонах нашої країни – а саме зелений туризм.

Різновид внутрішнього туризму, який активно розвивається та з кожним роком набуває все більше і більше прихильників. Зелений туризм, різновид відпочинку на природі, ось тільки звичні намети і ковдри замінять комфортабельні будиночки котеджного типу, альтанки, візит-центри, а їх необхідно забезпечувати теплом, світлом та гарячою водою.

Актуальність теми. Серед основних джерел, які визначають функціонування будь-якого об'єкта є електро-, газо-, водозабезпечення. Одним із шляхів підвищення рівня екологічної та енергетичної безпеки об'єктів зеленого туризму є збільшення рівня енергозабезпеченості за рахунок відновлюваних джерел енергії.

Серед основних і найбільш використовуваних видів відновлюваних джерел енергії можна виділити енергію сонця, вітру, води, біомаси, тепло ґрунту тощо. Питанню оптимального використання різних видів відновлюваних джерел енергії приділяється велика увага, оскільки саме при їх правильному і вдалому поєднанні можна досягнути високого рівня коефіцієнта корисної дії функціонування енергетичної системи, а також високого рівня надійності енергозабезпечення в об'єктах зеленого туризму.

Наукова новизна і практичне значення роботи. Новизна роботи полягає у тому, що застосування відновлювальних джерел енергії уперше застосовується на прикладі візит-центру, оскільки найчастіше ми можемо

зустрічати сонячні панелі, теплові помпи на житлових будівлях, різного роду підприємствах.

У результаті проведених досліджень розраховано систему енергозабезпечення досліджуваного об'єкта та отримано результати щодо економічної, енергетичної та екологічної ефективності системи тепlopостачання з використанням відновлюваних джерел енергії.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка ефективності застосування теплових pomp та сонячних колекторів для забезпечення тепlopостачання та освітлення візит-центру, який знаходиться на території Урочища «Чорні озера».

Об'єкт дослідження: візит-центр на території Урочища «Чорні озера».

Предмет дослідження: розрахунок системи енергозабезпечення візит-центру.

Для досягнення поставленої мети сформульовані наступні завдання:

1. довести доцільність будівництва візит-центру;
2. описати параметри досліджуваного візит-центру;
3. забезпечити тепловою енергією досліджуваний об'єкт, який не заплановано газифікувати, оскільки він знаходиться далеко від населеного пункту;
4. продемонструвати можливість та доцільність застосування відновлюваної енергетики для енергозабезпечення об'єктів.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Етапи формування нетрадиційної енергетики в Україні

Безупинне збільшення кількості виробничих комплексів стає причиною зростання енергоспоживання, що відповідно негативно відображається на екологічній ситуації в цілому. В останнє десятиліття людство все частіше замислюється над шляхами вирішення даної проблеми. Вчені чітко розуміють масштаби проблем, які виникають внаслідок інтенсивного використання різних горючих корисних копалин. Тому актуальність пошуку відносно новітніх та безпечних джерел, які б давали потрібну енергію не викликає жодного сумніву [1, 3, 21].

Для сьогодення використання нетрадиційних джерел енергії – це вже зовсім не нові тенденції, проте проблемою часто виступає можливість застосування конкретного джерела на певній території. Насамперед це пов'язано з кліматичними умовами регіону, рівнем екологічної свідомості населення та фінансовим становищем країни. Відомим є факт, що якість отриманої енергії є часто низькою і відповідно є низькою і економічна ефективність.

Тому важливим є розуміння самого процесу на виробництві для того, щоб підібрати найефективніше за концентрацією джерело енергії для його роботи. Позитивним моментом є те, що усвідомлення екологічних проблем стало причиною широкого застосування безпечних джерел енергії у всьому світі. Людство вже тисячоліттями використовує сонячну енергію [3, 5, 31].

Починаючи з 2014 року можна спостерігати тенденцію до збільшення капіталовкладень у сферу розвитку та популяризацію відновлювальних джерел енергії. Причиною такого явища стало значне підвищення ціни нафти у всьому світі. Німеччина запустила зразу кілька проектів для випробування масового використання нетрадиційних енергоносіїв.

Україна хоч і повільно, але впевнено намагається переводити окремі об'єкти на енергопостачання від альтернативних джерел енергії. На

державному рівні приймаються рішення, які мали б стимулювати процес розширення використання цих енергоносіїв (рис. 1.1) [11, 12].

ІСТОРІЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ



Рисунок 1.1 – Історія відновлювальної енергетики в Україні

Ще у 1994 році в – Законі України "Про енергозбереження" було сформульовано визначення поняття «нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії». В законі зазначено самі джерела цієї енергії та вказано, що деякі з них є постійними, а інші періодичними.

Згодом (у 2003 році) був прийнятий і безпосередньо Закон України «Про альтернативні джерела енергії». У вище вказаному документі детальніше було описано усі терміни та нормативно-правові основи застосування джерел відновлювальної енергетики [11].

У 2009 році був введений в дію закон, який був направлений на стимулювання процесу більш широкого застосування альтернативної енергетики. Саме цей рік прийнято вважати переломним щодо можливостей

застосування даних видів енергетики в Україні. Найефективнішим кроком популяризації даного процесу стало запровадження зеленого тарифу, який ще більше зацікавив усіх екологічно свідомих жителів нашої держави. Приватні власники альтернативних джерел енергії отримали пряму можливість продавати енергію усім бажаючим і тим самим отримувати прибуток [44].

Усвідомлення важливості масового застосування цього напрямку енергетики дозволить людству зберегти ще ті невеликі запаси ресурсів, які залишилися на даний час, забезпечити енергетичну стабільність держави і найголовніше покращити екологічний стан планети.

Перші сонячні панелі використовували з метою забезпечення енергією космічні станції, а сьогодні - це вже досить розповсюджене джерело енергії у багатьох країнах світу.

Сонячні панелі – це панелі, принцип роботи яких базується на поглинанні енергії променів сонця і поетапному її перетворенні у електричну або теплову енергію (рис.1.2). Звичайно існує і ряд негативних моментів у процесі роботи сонячних панелей, але переваги все одно вагоміші: екологічна чистота, відсутність канцерогенних викидів та парникових газів, доступність практично у будь-яких місцевостях, відносна невичерпність [28, 40, 43].



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд сонячної панелі

Процес експлуатації панелей є досить довгим – більше 25 років, але потрібні значні капіталовкладення, але як показує історія розвитку даної гілки енергетики ціна на панелі щороку зменшується. Використовують сонячні колектори як для обігріву будівель, так і для нагрівання води. У процесі виробництва панелей застосовують кремній, який є досить поширеним на Землі [40].

На рисунку 1.3 відображено схему роботи фотоелектричної батареї.

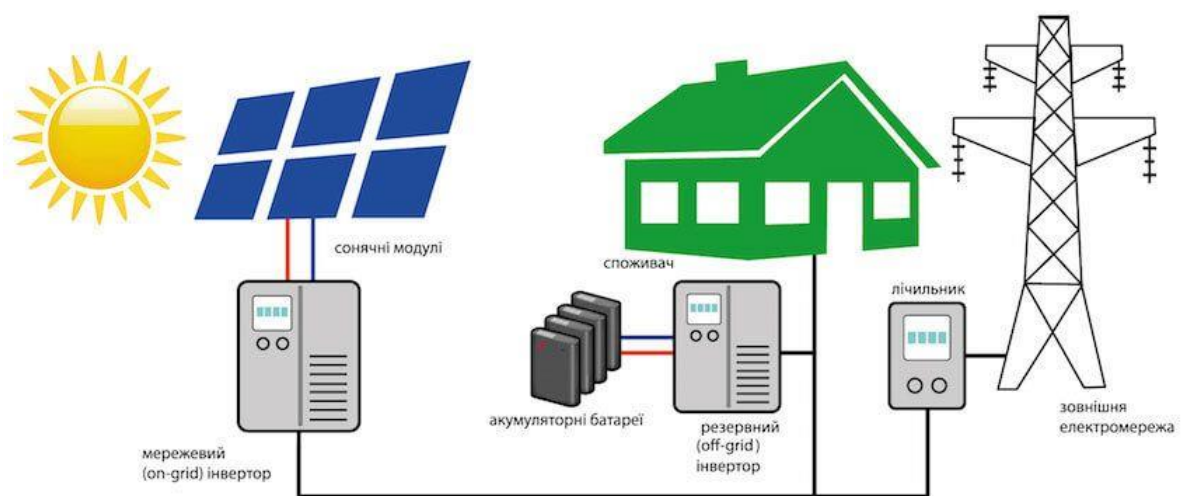


Рисунок 1.3 – Загальна схема роботи фотоелектричної батареї

Загалом, людство планує масове застосування СЕС поряд з використанням ТЕС та АЕС, а це відповідно зменшить рівень негативного впливу на довкілля від роботи традиційних електростанцій.

Тепловий насос – це пристрій, який здатний конвертувати теплову енергію, наприклад із землі, води чи повітря і подає її в певне приміщення (рис. 1.4). Перевага теплового насоса в тому, що він виробляє більше енергії, аніж її необхідно для роботи компресора. Вважається, що більше 70% енергії можливо отримувати практично безкоштовно використовуючи ґрунт, воду та повітря, а решта відсотків енергії має бути затрачено для забезпечення роботи теплового насоса. Такий вид насоса є екологічно безпечним, адже не є

джерелом викиду поллютантів у довкілля, а також має цілком автоматичну систему, яка дозволяє працювати йому без постійної присутності працівника. Загалом експлуатаційний період (уникаючи капітального ремонту) цих насосів становить від 20 до 30 р. [2, 8]



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд теплового насосу

Переваги використання теплового насоса в тому, що він придатний до використання впродовж усього року, бо взимку він обігріває об'єкт, а влітку буде навпаки його охолоджувати.

1.2 Перспективи щодо використання сонячної енергетики в Україні

За останнє десятиліття в нашій державі спостерігається активізація процесу використання альтернативних джерел для отримання енергії. Особливо це стосується сонячної енергії. Географічне положення України є вигідним для розвитку і розширення різноманітних програм, які покликані

популяризувати альтернативні джерела енергії. Проаналізувавши кліматичні умови України і порівнявши їх наприклад з умовами Німеччини, можна стверджувати, що наш клімат цілком підходить для застосування сонячних панелей і навіть є лідером за рівнем інсоляції [1, 3, 32, 37].

На даній карті чітко показано розподіл сонячної енергії по окремих областях України (рис.1.5).

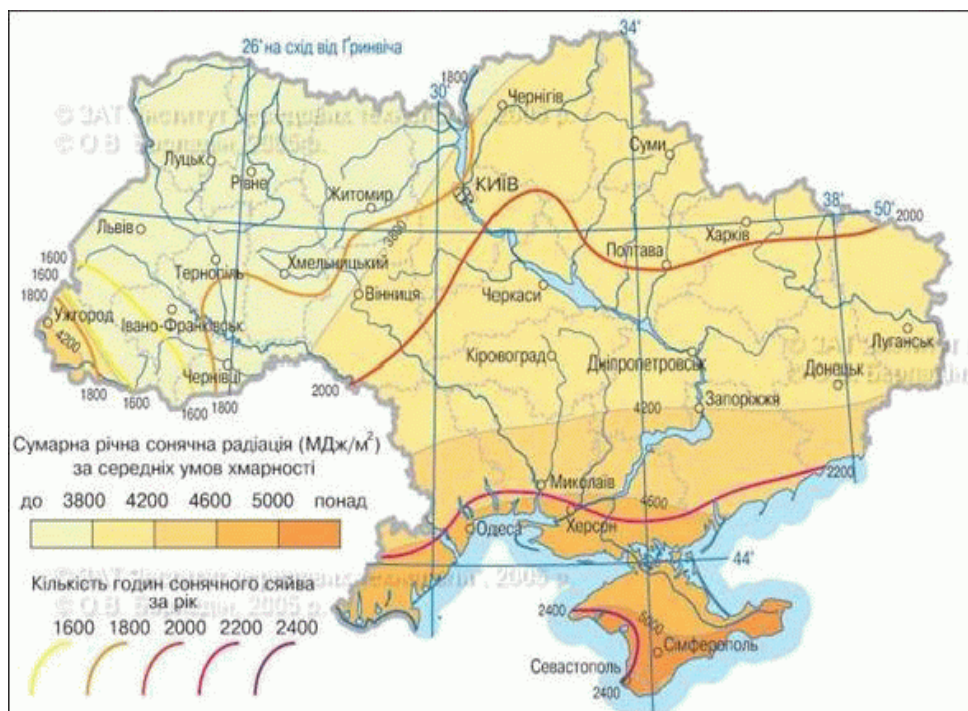


Рисунок 1.5 – Карта інсоляції України по окремих областях

У багатьох європейських країнах відносно давно вже використовують сонячну енергетику, але і у нас на державному рівні дещо стимулюється цей процес, наприклад застосування «зеленого тарифу». Також Верховною Радою України було внесено низку змін до профільних законів, які мали б інтенсифікувати процес щодо застосування екологічно-безпечних джерел енергії.

Відповідно до закону, «зелений тариф» – це окремий фіксований тариф на енергію, яку власник хоче продати і ця енергія була отримана в процесі

використання альтернативних джерел енергії. Усі нюанси продажу і проблеми, які виникають в процесі продажу такого виду енергії є чітко прописані у вище згаданому документі [44].

Як отримати "зелений тариф"?



Рисунок 1.6 – Загальна схема отримання «зеленого тарифу»

«Зелений» тариф» для суб'єктів господарської діяльності встановлюється і фіксується щороку на рівні подвоєного тарифу відносно тарифу на електроенергію, яка закуплялася на гуртовому ринку у певній енергогенерувальній компанії (рис. 1.6).

За такою схемою встановлювався «зелений тариф» для кожного окремого суб'єкта, який володів господарським об'єктом на протязі 10-ти років від дня затвердження цього тарифу, для конкретного підприємства.

Розмір «зеленого тарифу» залежить від виду джерела енергії і від характеристик самого об'єкту електроенергії [11, 44].

Для тих об'єктів, які провадять свою діяльність (виробляють електроенергетику) з 2014 та 2019 р., а також ті що запрацюють у 2024 р. коефіцієнт «зеленого тарифу» для електроенергії, буде зменшуватися на 10, 20 чи навіть 30 % відповідно від його основної величини.

Згідно законодавства «зелений тариф» фіксується до 01.01.2030 року (рис.1.7) [10].

| Вид джерела | 2015 р. | 2016 р. | 2017-2019 | 2020-2024 | 2025-2029 |
|---------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Промислова СЕС (наземна) | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,135 | 0,12 |
| Промислова СЕС (дахова) | 0,18 | 0,172 | 0,164 | 0,15 | 0,13 |
| Приватна сонячна електростанція | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,15 |
| Приватна вітрова електростанція | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,09 |
| Вітрова електростанція (>2МВт) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,09 | 0,08 |

* — дані надані з округленням

Рисунок 1.7 – Вартість за 1 кВт-год згідно «Зеленого тарифу» в Україні

Використання сонячного випромінювання – це запорука стабільності країни, бо це поновлюване (запаси цього виду енергії просто величезні) та

безпечне джерело енергії, яке ще й дає можливість скористатися умовами «зеленого тарифу».

Недоліками масштабного використання сонячної енергетики є: поки що це дорогий вид енергії; дах на який влаштовуватимуть панелі повинен відповідати певним вимогам; залежність від пори року; вилучення значних площ землі та її нагрівання у місці локалізації панелей; для виготовлення панелей використовують кадмій.

В Україні ще досить з пересторогою ставляться до таких джерел енергії і вважають, що це ризиковано, хоч і розуміють усі екологічні переваги даного джерела [28, 29].

1.3 Переваги використання сонячних панелей на об'єктах природно-заповідного фонду

Загально відомим є факт, що кількість горючих копалин невинно і стрімко зменшується, а поряд з тим ще і всім відома проблема забруднення довкілля АЕС, ТЕС та ГЕС. Тому пошук відносно безпечних джерел енергії – це одне з головних завдань людства. Ці джерела вже відомі, але проблемою залишається масове їх впровадження у процес людської діяльності [3, 31, 39].

За умови одночасного впровадження великої кількості одиниць альтернативної енергетики в межах певної місцевості потрібно встановити на стільки це ефективно і чи не буде жодного негативного впливу від їх роботи на складові довкілля.

Питання використання новітніх джерел енергії є досить актуальним для об'єктів ПЗФ, які поряд з природоохоронною функцією покликані надавати можливість відпочинку для населення. Для забезпечення зручності відпочинку часто використовують певні будівлі, які необхідно обігрівати і забезпечити електроенергією [7, 15, 33, 36].

Зазвичай такі об'єкти під'єднані до звичайних традиційних ліній електропередач, які в процесі свого прокладання та використання здатні

чинити негативний вплив на живі організми, а ще однією проблемою є відстань, яку потрібно подолати, щоб прокласти ці лінії. Отже, процес забезпечення об'єктів ПЗФ світлом, теплом та теплою водою вимагає значних коштів, а ці кошти можна використати для застосування екологічно безпечних джерел енергії [19, 33].

Лідерами з кількості об'єктів ПЗФ є: Івано-Франківська, Львівська та Тернопільська області [17].

В останні 20 років в межах західної України інтенсивно розширюються природоохоронні площі, а також створюються нові національні парки. Загалом за цей час створено більше 15 національних природних парків. Наймолодшими у плані їх створення є НПП «Бойківщина» та «Королівські Бескиди». Нового заповідника не створено жодного.



Рисунок 1.8 – Об'єкти природно-заповідного фонду України

Спостерігається позитивна динаміка щодо створення та використання населенням об'єктів ПЗФ [17]. Тому як альтернативу потрібно популяризувати використання сонячних колекторів та теплових pomp, які за умови комплексної роботи дають можливість круглорічно забезпечити рекреаційні будівлі усіма видами необхідної енергії.

2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика Яворівського національного природного парку та природного заповідника «Розточчя»

У зв'язку з тим, що досліджуваний нами об'єкт знаходиться на перетині двох об'єктів природно-заповідного фонду вищого рівня заповідання, а саме заповідник і національний природний парк, тому загальну характеристику місцевості будемо висвітлювати у комплексі на прикладі цих територій. Парк розташований у пн.-сх. частині Яворівського району, а із пд.-зх. сторони межує із Жовківським районом і має неправильну геометричну форму, простягається на 12 – 13 км із заходу на схід і від 2,5 до 12 км з півночі на південь. Парк межує з кількома лісгоспами і 16 населеними пунктами двох вище згаданих районів. Поблизу і безпосередньо через територію об'єктів проходять автодороги як місцевого так і міжнародного значення (Краковець-Львів, Львів-Рава-Руська) [18, 22, 23].

Географічне положення: Відповідно до фізико-географічного поділу України, дана територія відноситься до Розтоцького району Розтоцько-Опільської геоботанічної області. Згідно геоморфологічного поділу – це район горбистого пасма Українського Розточчя Волинсько-Подільської височини.

Межі території Яворівського НПП розпочинаються від села Верещиця Яворівського району і простягаються до села Козулька, яке уже належить до Жовківського району. З південної сторони сусідом парку є заповідник «Розточчя», а на півночі парк межує із Яворівським полігоном, який є одним із найбільших у Європі і в останні 9 років інтенсивно використовується для проведення військових навчань.

У таблиці представлені крайні точки парку, які мають такі географічні координати (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Основні координати крайніх точок Яворівського НПП

| | |
|-----------------|--|
| Північна | 50°03'30" північної широти і 23°45'00" східної довготи |
| Південна | 49°57'30" північної широти і 23°42'40" східної довготи |
| Західна | 50°03'00" північної широти і 23°32'00" східної довготи |
| Східна | 49°59'00" північної широти і 23°48'10" східної довготи |

Загалом площа на якій розташований Яворівський НПП рівна 7108 га, у постійне користування парку надано 2916 га, а 4192 га – це площі, які входять до його складу, але не можуть бути вилученні у користувачів. Ця територія парку, яка має статус постійного користування умовно розділена на 2 відділення: Янівське площею 1436 га і виконує природоохоронне та науково-дослідне завдання та Млинківське площею 1479 га.

Таблиця 2.2 – Розподіл площі парку відносно функціональних зон

| Назва структурних підрозділів НПП, землекористувачів і землевласників | Заг. площа, га | Площа за функціональними зонами | | | | | | | |
|---|----------------|---------------------------------|------|------------------------|------|------------------------|-----|-------------------|------|
| | | Заповідна зона | | Регульованої рекреації | | Стаціонарної рекреації | | Господарська зона | |
| | | га | % | га | % | га | % | га | % |
| а) Землі, надані НПП у постійне користування | | | | | | | | | |
| Усього : | 2915,0 | 1030,6 | 35,4 | 1428,2 | 49,0 | 40,9 | 1,4 | 415,3 | 14,2 |
| природоохоронним відділенням : | | | | | | | | | |
| Янівське ПОНДВ | 1436,0 | 590,0 | 41,1 | 650,9 | 45,3 | 21,8 | 1,5 | 173,3 | 12,1 |
| Млинківське ПОНДВ | 1479,0 | 440,6 | 29,8 | 777,3 | 52,5 | 19,1 | 1,3 | 242,0 | 16,4 |
| б) Землі інших користувачів | | | | | | | | | |
| Магерівський військовий лісгосп | | | | | | | | | |
| Магерівське лісництво | 917,0 | - | - | - | - | - | - | 917,0 | 100 |
| Старицький військовий лісгосп | | | | | | | | | |
| Майданське лісництво | 3276,0 | - | - | - | - | - | - | 3276,0 | 100 |
| Разом земель інших користувачів | 4193,0 | - | - | - | - | - | - | 4193,0 | 100 |
| Усього по НПП: | | | | | | | | | |
| | 7108,0 | 1030,6 | 14,5 | 1428,2 | 20,1 | 40,9 | 0,6 | 4608,3 | 64,8 |

Уся територія національного природного парку розділена на чотири

основні зони функціонування (рис. 2.1) [22, 23].

Землі, які надано Яворівському НПП у постійне користування умовно ділять залежно від їх призначення:

- заповідна зона – 1036,7 га;
- зона регульованої рекреації – 1428,3 га;
- зона стаціонарної рекреації – 40,8 га;
- господарська зона – 4192 га (табл.2.2.).

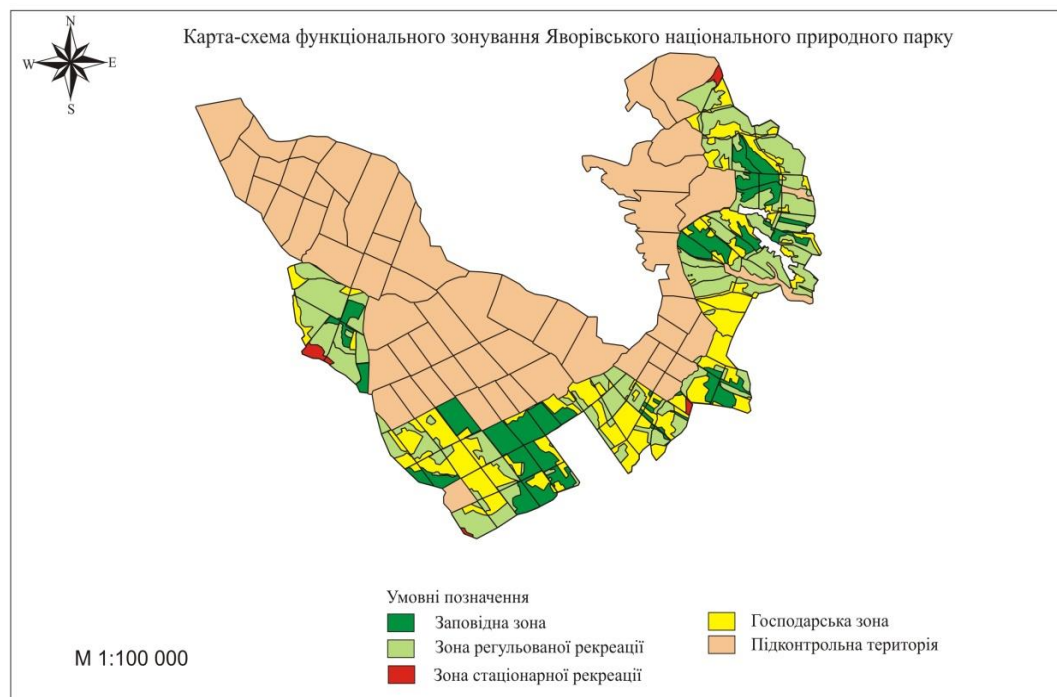


Рисунок 2.1 – Карта-схема функціонального зонування Яворівського НПП

У межах Яворівського НПП є кінцева точка Центрального велосипедного маршруту Розточчя, де нещодавно почав функціонувати еколого-просвітницький візит-центр, який призначений для проведення заходів екологоосвітнього спрямування та нетривалого відпочинку велотуристів та усіх відвідувачів парку. Цей центр знаходиться с. Верещиця. А на території парку поблизу с. Лелехівка знаходиться також частина цього велосипедного

маршруту і «Екологічна стежка Івана Франка», які безпосередньо близько проходять біля Урочища «Чорні озера» [15].



Рисунок 2.2 – «Стежка Івана Франка» у межах с. Лелехівка

Тому досліджуваний нами об'єкт є досить популярним як серед місцевих відвідувачів так і серед тих, хто відвідує парк чи заповідник.

Таке розташування дає змогу за короткий термін і недалеко відстані ознайомитися з чудовими пейзажами одразу 3-х об'єктів ПЗФ.

Функціонування візит-центрів на території трьох вище згаданих об'єктах дозволить:

1. Розширити існуючі та створити нові об'єкти природоохоронного спрямування.
2. Популяризувати природоохоронну літературу.
3. Підвищити кваліфікацію кадрів, які надають відповідні послуги відвідувачам.
4. Організувати більшу кількість еколого-освітніх заходів та проводити навчання зацікавлених осіб.
5. Промоція екологічної діяльності.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд об'єкта дослідження

Планується розбудова і оновлення самого комплексу, де відпочиваючі зможуть залишатися на ночівлю у комфортних умовах.

У таблиці 2.3 представлені попередні дані щодо об'єкта, який планують розбудувати. Тому усі подальші розрахунки будемо робити відповідно до площі і особливостей будівлі.

Таблиця 2.3 – Техніко-економічні показники об'єкта дослідження

| Назва | Од. вим. | Значення |
|--------------------------|----------------|------------------------------------|
| Кількість поверхів | пов. | 2 |
| Загальна площа приміщень | м ² | 294,5 |
| Площа забудови | м ² | 192,0 |
| Висота поверхів | м | 1-й – 3,8; 2-й – від 3.0 до 2.2 |
| Будівельний об'єм: | м ³ | 1540,6 |
| К-сть ліжкомісць | шт. | 16 |

Несучі колони будуть залізобетонні 300x300 мм, між поверхами – монолітне перекриття висотою 200 мм, залізобетонні балки розміром 400x250 мм з опиранням на колони, для конструкції даху.

Стіни сконструйовані із пінобетону 300 мм і утеплені мінватою товщиною 50 мм. Перегородки – із гіпсокартону, а загалом поверх обшито вагонкою із дерева. Для підлоги пропонується використати водяний підігрів, дах – дерев'яний, утеплений з усіма видами ізоляції. У будівлі будуть наявні як зали для проведення конференцій та інших еколого-просвітницьких заходів, так і звичайні відпочинкові кімнати із санвузлами. Опалення кімнат буде організоване за принципом «тепла підлога».

Покращення умов відпочинку дозволить залучити більшу кількість відвідувачів, а це запорука промоції екологічної діяльності та розширення екологічної свідомості та відповідальності кожного з нас.

2.2 Фізико-географічна та кліматична характеристика регіону розташування Урочища «Чорні озера»

Природні умови території дослідження: У західній частині України Яворівський НПП є одним з об'єктів, який вирізняється особливими фізико-географічними умовами. Ця місцевість має особливе значення у природоохоронному відношенні, бо геологічні, геоморфологічні та геоботанічні властивості парку створюють особливий інтерес до території. Це у свою чергу покладає додаткову відповідальність у процесі збереження та відтворення флористичного та фауністичного комплексу парку.

Згідно загальноприйнятого лісорослинного поділу місцевість парку належить до зони, де переважають широколистяні ліси [22, 23] і їх відносять до Розтоцького округу, де основними породами є дерева, які поєднані у наступні насадження: буково-дубово-сосно-грабові, а також буково-соснові ліси.

Загалом, Українське Розточчя, починається з Надсянської низовини на території Польщі. Територія парку займає центральну частину пд.-сх. території горбистого пасма Української частини Розточчя. Найвищі точки Розточчя знаходяться у пд.-сх. частині Львівщини і досягають висоти від 340 до 390 м. Загальна довжина пасма рівна 75 км, а ширина пасмв досягає від 15 до 40 км.

Дане географічне розташування та особливості орографічної будови Української частини Розточчя ще і унікальні тим, що тут проходить вододіл Волине-Поділля, а у пд.-сх. частині проходить Головний Європейський вододіл.

Геологічною основою будови Українського Розточчя є маахстрихські, а також третинні та четвертинні відклади. Неогенові відклади сформовані різнофракційними морськими шарами як середнього так і верхнього міоцену. Частина льодовикових утворень сформована перевідкладеною мореною з відкладами воднольодовикового типу на основі піщаних і галечникових

порід. Такі моренові відклади є відносно рідким явищем на цих територіях і відповідно вони викликають геоботанічний інтерес у дослідників. Піщані ґрунти дозволити на досліджуваній нами території сформуватися чисельним сосновим лісам [22, 23, 24].

Кліматичні умови території дослідження: Для місцевості на якій розташований досліджуваний нами об'єкт, так і для території Українського Розточчя загалом притаманний помірно континентальний клімат, який є помірно теплим та вологим з коефіцієнтом континентальності рівним 31,5.

Кількість опадів за рік рівна у середньому – 700 мм, а показник середньорічної температури сягає позначки – 7,5°C. Найбільша кількість опадів притаманна для червня та липня і це – 100 – 106 мм, а найменше опадів спостерігається у січні та лютому: від 30 до 40 мм. Найспекотнішим місяцем є липень із температурою 17,7°C, а найнижчі температури фіксують у січні і це показник на рівні - 4,2°C. Загальна амплітуда температур у цій місцевості є досить незначною і становить – 21,9°C. Середня весняна температура рівна 7,2°C, літня 17,0°C, а осіння на рівні 7,5°C, взимку цей показник становить 3,1°C .

Південна частина Розточчя, де власне і розташований національний природний парк дістає до 163,3 ккал/см² сумарної річної сонячної.

Для цього району не типова часта хмарність, річний показник знаходиться на рівні 61 – 64%. Максимум сонячних днів, від 46 до 50% притаманний для літа, а відповідно і у цей період року найменша хмарність.

Виходячи із вище вказаної інформації, можемо зробити висновок, що для території розташування Яворівського НПП, а це південна частина Розточчя, притаманний помірно-вологий клімат, а як наслідок кількість опадів є вищою за величину випаровування.

Температурні особливості території дослідження: Відносно загального перерозподілу температурних показників для місцевості Українського Розточчя притаманні нижчі температури як у зимовий період

(на 0,5 – 1,0⁰C), так і у літній (на 1,0–1,5⁰C), відносно цих же показників на прилеглих територіях Верхньосянської, а також Малополіської низовин.

Температурні показники знаходяться у межах, які притаманні для континентального клімату, проте для даної місцевості відчутний і вплив повітряних мас морського типу. На рисунку 2.4 представлено дані щодо середньомісячного розподілу температур [23, 24, 34, 35].

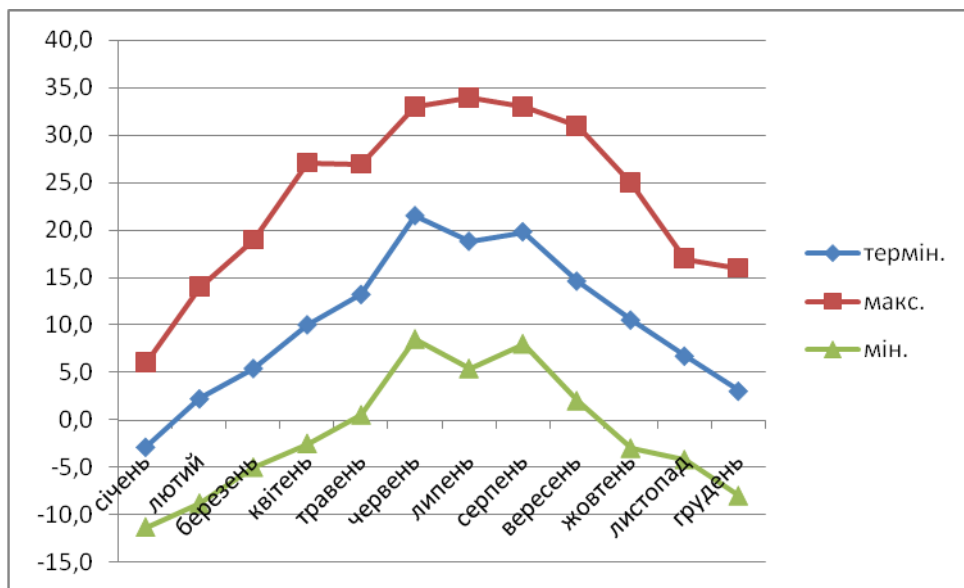


Рисунок 2.4 – Розподіл температур по місяцях (C°) за 2021 рік

Найнищі температурні показники на території пд. Розточчя фіксували на рівні $-29,6^{\circ}\text{C}$ в лютому і на рівні $-32,4^{\circ}\text{C}$ в січні, а найвищі температури сягають $35,1^{\circ}\text{C}$ в серпні у межах південного Розточчя і $35,5^{\circ}\text{C}$ в липні на території північного Розточчя.

Режим зволоження території дослідження: Територія на якій проводяться дослідження характеризується значною кількістю опадів, яка знаходиться у межах 710 – 750 мм, а відповідно і кількість днів з опадами є більшою, особливо літні теплі місяці 40%, а в зимовий період близько 16% середньорічного показника.

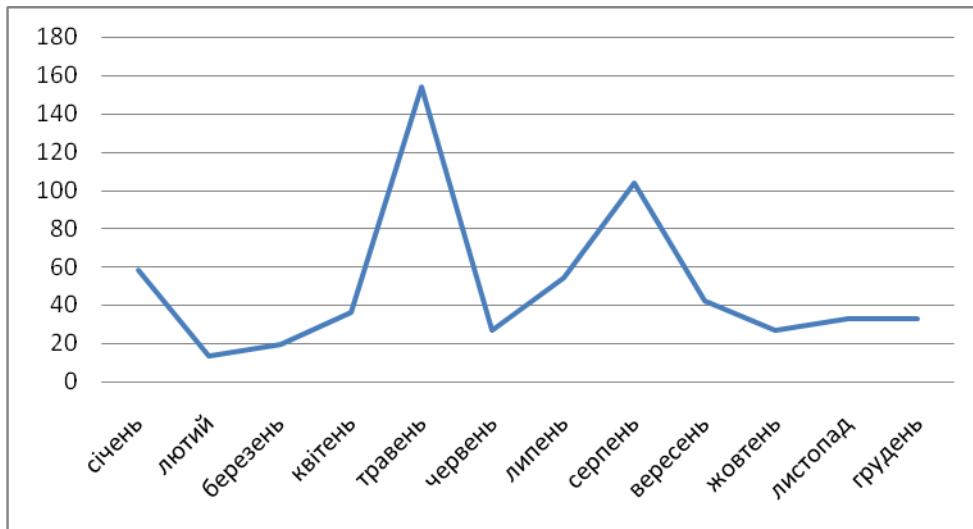


Рисунок 2.4 – Динаміка опадів (мм) за 2021 рік

Відносно м'який клімат, достатня кількість сонячних днів, візуально-красивий ландшафт та густа сітка озер створюють прекрасні умови на території Українського Розточчя для розвитку рекреаційної діяльності.

Метеорологічні особливості Української частини Розточчя сформували цінні лісові насадження, які складаються із таких порід дерев як: дуб, бук, ялина, ялиця, сосна, модрина, береза, а також ряду чагарникових порід. Негативними факторами, що інколи згубно впливають на життєвий цикл лісонасаджень є пізні весняні, або ранні осінні приморозки. Проблемою для рослинного покриву парку є і сніголоми та вітровали [16, 18, 23, 24].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Розрахунок системи енергозабезпечення досліджуваного об'єкта

Відпочинковий комплекс та суміжно еколого-просвітницький центр «Чорні озера», на даний час це об'єкт, який лише забезпечений електроенергією. У зв'язку з реконструкцією будівлі, а також її розширенням планується використання даного об'єкта і у зимовий період року. Тому постає питання щодо забезпечення даного центру гарячою водою та теплом. Так, як об'єкт є розташований відносно далеко від газифікованого населеного пункту – с. Лелехівка, то відповідно досить затратно буде газифікувати дану будівлю. Використання деревини для опалення теж нераціональний спосіб. Тому ми вважаємо, що актуальним є застосування комплексної системи у вигляді сонячних колекторів та теплової помпи, які б могли забезпечити об'єкт необхідною кількістю енергії. Поєднання цих двох систем дозволить:

- обігрівати об'єкт та забезпечити його електроенергією;
- продемонструвати переваги використання відновлювальних джерел енергії для забезпечення енергопостачання будівель, а особливо тих, які знаходяться далеко від населених пунктів.

Одним з найбільш енергоємних процесів є тепlopостачання, а саме опалення будівлі та нагрівання води для побутових потреб. Проаналізувавши ряд літературних джерел, встановлено, що з метою забезпечення обігріву будівлі доцільно встановити теплову помпу – «грунт-вода», а для нагрівання – води встановити сонячні колектори. Суміжна робота колекторів та помпи буде компенсувати нестачу потужностей у різні періоди року, бо кількість сонячного тепла є обмежена взимку [26, 40].

На рисунку 3.1 подано загальну схему комбінованої системи, яка забезпечуватиме потрібні обсяги енергії для опалення, освітлення та нагрівання води.

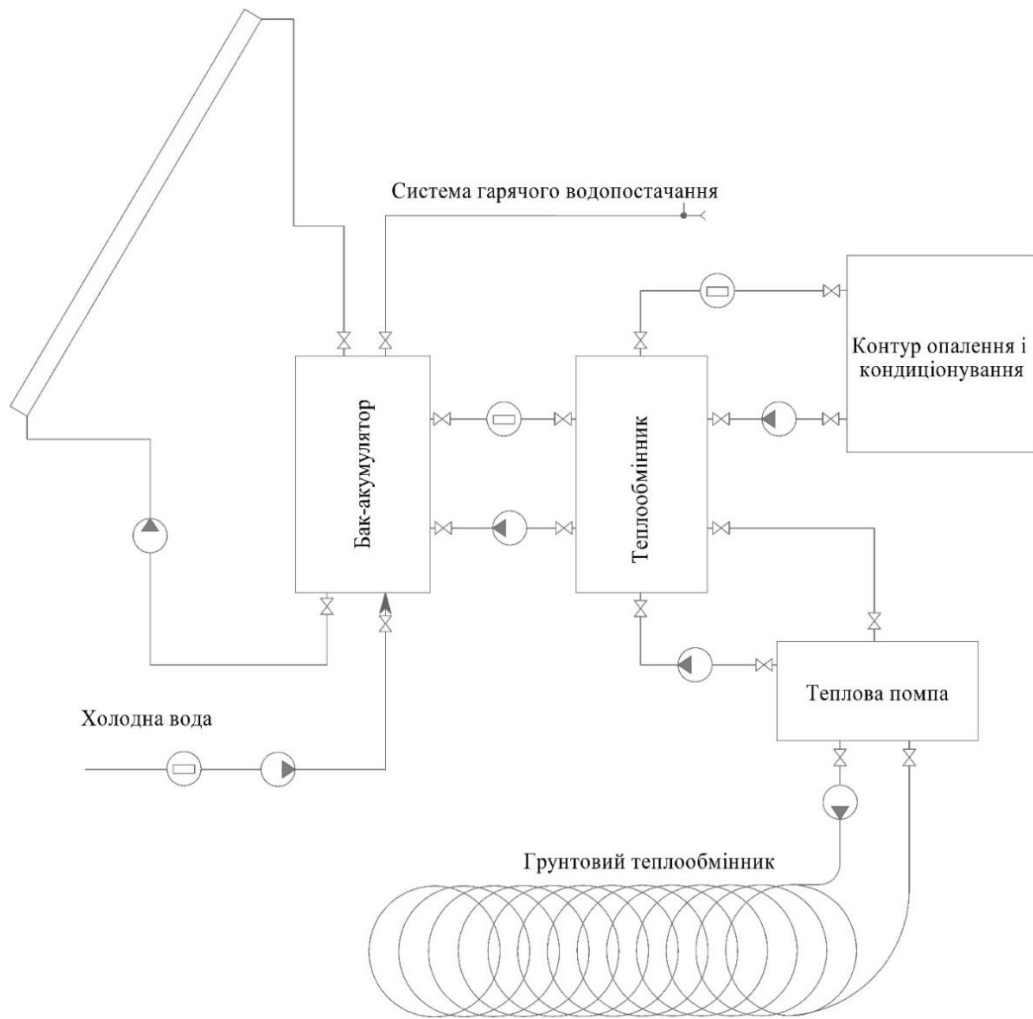


Рисунок 3.1 – Загальна схема комбінованого теплозабезпечення будівлі

Найперше необхідно провести розрахунок щодо системи тепlopостачання. Щоб оцінити якої потужності має бути теплова помпа потрібно мати інформацію щодо теплових втрат об'єкта. Такі розрахунки ми провели використовуючи on-line програму (фірма VALTEC.PRГ.3.1.3) [30]. Дане програмне забезпечення є безкоштовним. На рисунку 3.2 подано робоче вікно цієї програми.

Провівши розрахунки встановлено, що потужність тепловтрат рівна 14912 Вт. Знаючи потужності можна обирати тип теплової помпи.

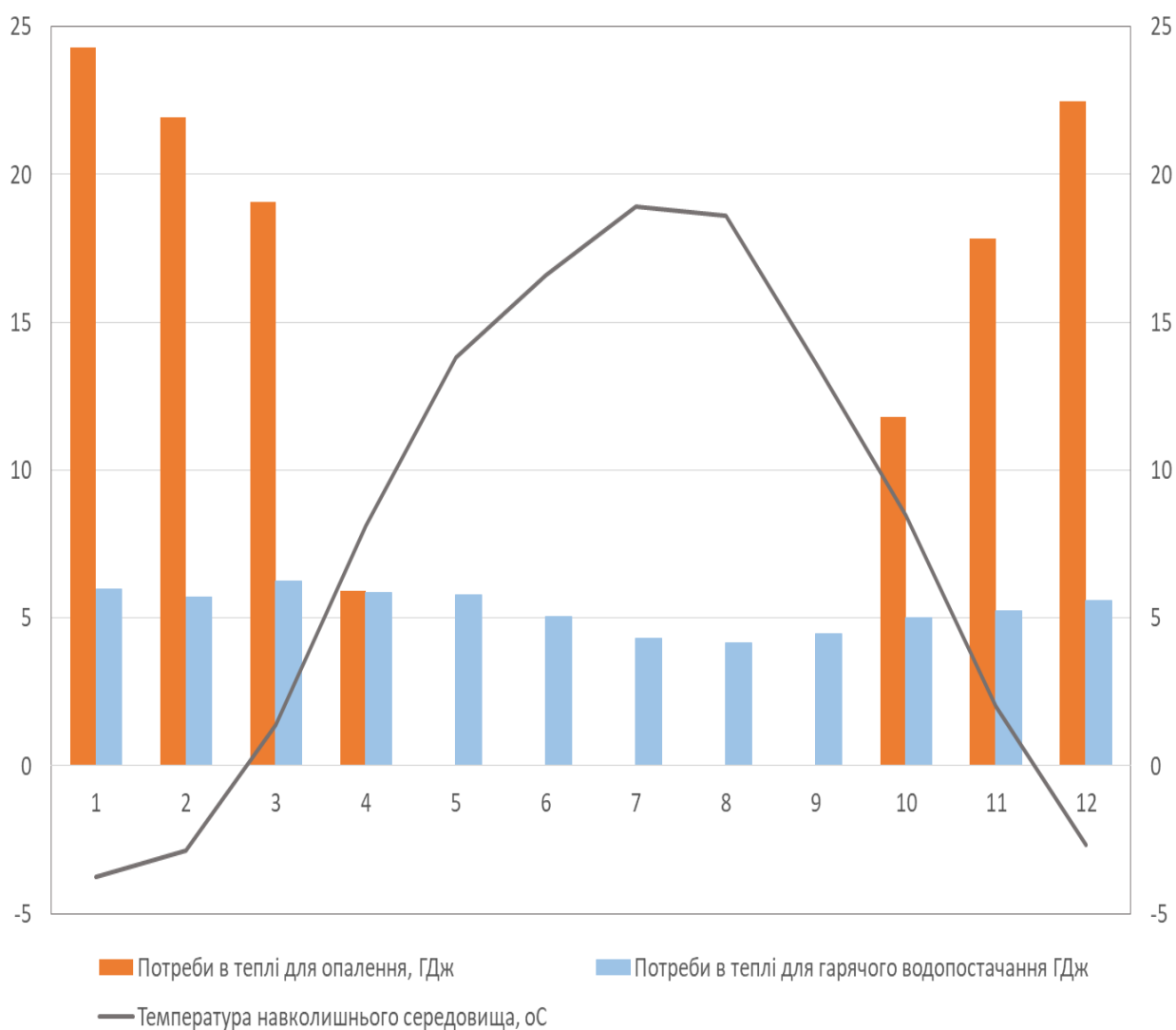


Рисунок 3.3 – Розрахунок теплових навантажень системи опалення і гарячого водопостачання досліджуваного об’єкта

Теплове навантаження на систему опалення вираховуємо як середньодобове значення, а також для кожного місяця окремо. Для цього використовуємо подану у спеціальних джерелах середньомісячну температуру повітря t_{nc} ,:

$$Q_{on}^o = 86,4 q_0 S_{буд} (t_{вс} - t_{nc}). \quad (1)$$

$$Q_{on}^o = 86,4 \cdot 0,37 \cdot 1030 \cdot (20 - -3,8) \cdot 10^{-3} = 784 \text{ МДж.}$$

Щоб встановити помісячне теплове навантаження опалювальної системи потрібно врахувати і на кількість днів у місяці n :

$$Q_{on}^M = Q_{on}^d \cdot n. \quad (2)$$

$$Q_{on}^M = 784 \cdot 31 = 24304 \text{ МДж.}$$

Посумувавши помісячну суму теплових навантажень ми отримаємо річне теплове навантаження системи:

$$Q_{on}^P = \sum_{i=1}^{12} Q_{on}^M. \quad (3)$$

$$Q_{on}^P = 24304 + 21924 + 19065 + 5895 + 11811 + 17820 + 22470 = 123289 \text{ МДж.}$$

Використовуючи відому формулу визначаємо щомісячну потужність, яку має забезпечити система опалення:

$$P_{тн}^M = \frac{Q_{тн}^M}{24 \cdot n \cdot 3600}, \text{ кВт.} \quad (4)$$

$$P_{тн}^M = \frac{24304000}{24 \cdot 31 \cdot 3600} = 8,84 \text{ кВт.}$$

Отримані результати представлені у таблиці 3.1.

Значення середньодобових щомісячних навантажень системи, яка забезпечує гаряче водопостачання з застосуванням середнього місячного показника температури холодної води $t_{хв}$ обчислюємо як:

$$Q_{зв}^d = 1,2 a c_p \rho (t_{зв} - t_{хв}) \cdot N, \text{ кДж} \quad (4)$$

$$Q_{зв}^d = 1,2 \cdot 60 \cdot 4,19 \cdot 1 \cdot (45 - 5,1) \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 192,59 \text{ МДж.}$$

Встановлюємо методом розрахунку середні місячні показники потужності системи, яка забезпечує гаряче водопостачання в кВт:

$$P_{зв}^M = 1,15 \cdot 10^{-5} \cdot Q_{зв}^d. \quad (5)$$

$$P_{26}^M = 1,15 \cdot 10^{-5} \cdot 192590 = 2,21 \text{ кВт.}$$

Отже, загальна потужність теплового навантаження дорівнюватиме 11,3 кВт.

Виходячи з відомих даних, можна однозначно стверджувати, що необхідно вибрати теплову помпу залежно від максимального на неї навантаження. У нашому випадку застосовуватимемо помпу виготовлену фірмою Viessmann Vitocal 300 типу BW116 [8].

З метою встановлення ґрунтового енергетичного потенціалу потрібно володіти інформацією щодо наступних параметрів установки (теплопродуктивність, холодопродуктивність, потужність електроприводу. Усі ці параметри взаємопов'язані):

$$Q_x = Q_{wp} - P_{wp}, \quad (6)$$

де Q_x – холодопродуктивність теплової помпи, кВт;

Q_{wp} – теплопродуктивність теплової помпи, кВт;

P_{wp} – споживана потужність теплової помпи, кВт.

Холодопродуктивність дорівнюватиме:

$$Q_x = 16,3 - 3,6 = 12,7 \text{ кВт.}$$

Параметри системи, яка працюватиме на основі вертикальних зондів визначають знаючи довжину трубопроводу:

$$L_3 = \frac{Q_x}{q_6}, \quad (7)$$

де q_6 – питома потужність відбору з ґрунту тепла для зонда вертикального типу, Вт/м².

$$L_3 = \frac{12700}{30} = 423,3 \text{ м.}$$

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку теплових навантажень системи опалення і гарячого водопостачання

| Параметр | Місяці | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|-------|--------|------|------|--------|-------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| $t_{нс}, ^\circ\text{C}$ | -3,75 | -2,89 | 1,37 | 8,11 | 13,8 | 16,6 | 18,9 | 18,6 | 13,6 | 8,47 | 2 | -2,69 |
| $t_{хв}, ^\circ\text{C}$ | 5,1 | 4,2 | 3,2 | 4,5 | 6,4 | 10,2 | 16,2 | 17,3 | 14,1 | 11,5 | 8,8 | 6,4 |
| $Q_{оп}^{\partial}, \text{МДж}$ | 784 | 756 | 615 | 393 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 381 | 594 | 749 |
| $Q_{оп}^M, \text{МДж}$ | 24304 | 21924 | 19065 | 5895 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11811 | 17820 | 22470 |
| $Q_{зв}^{\partial}, \text{МДж}$ | 192,6 | 196,9 | 201,8 | 195,5 | 186,3 | 168 | 139 | 133,7 | 149,2 | 161,7 | 174,7 | 186,3 |
| $Q_{зв}^M, \text{МДж}$ | 5970,6 | 5710,1 | 6255,8 | 5865 | 5775,3 | 5040 | 4309 | 4144,7 | 4476 | 5012,7 | 5241 | 5589 |
| $Q_{тн}^M, \text{МДж}$ | 30274,6 | 27634,1 | 25320,8 | 11760 | 5775,3 | 5040 | 4309 | 4144,7 | 4476 | 16823,7 | 23061 | 28059 |
| $P_{зв}^M, \text{кВт}$ | 2,21 | 2,26 | 2,32 | 2,25 | 2,14 | 1,93 | 1,6 | 1,54 | 1,72 | 1,86 | 2,01 | 2,14 |
| $P_{тн}^M, \text{кВт}$ | 8,84 | 9,04 | 9,28 | 9 | 8,56 | 7,72 | 6,4 | 6,16 | 6,88 | 7,44 | 8,04 | 8,56 |
| $P_{тн}^M, \text{кВт}$ | 11,3 | 11,03 | 9,45 | 4,54 | 2,16 | 1,94 | 1,61 | 1,55 | 1,73 | 6,28 | 8,9 | 10,83 |

Згідно розрахунків, достатньо використати 4 вітки (вертикальні зонди) довжиною 106 м. кожна.

Якщо температурні показники ґрунту є відносно стабільними то час роботи помпи τ у літні місяці скорочується. Середню щоденну τ^{∂} і відповідно місячну τ^m тривалість роботи помпи визначають залежно від кількості днів n у певному місяці:

$$\tau^{\partial} = \frac{24P_{тн}^m}{P_{ТП}^m}; \tau^m = n\tau^{\partial}, \text{ год.} \quad (8)$$

Наприклад, час роботи помпи у січні становитиме:

$$\tau^{\partial} = \frac{24 \cdot 9,09}{20,68} = 10,55 \text{ год.}$$

$$\tau^m = 31 \cdot 10,55 = 327,05 \text{ год.}$$

Використовуючи формулу 9, дізнаємося скільки необхідно електроенергії (на один місяць чи загалом на рік) для приводу помпи:

$$W_{ел}^m = \tau^m P_{ел}^m; W_{ел}^p = \sum_{m=3}^{10} W_{ел}^m, \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (9)$$

Для січня потрібно електроенергії:

$$W_{ел}^m = 327,05 \cdot 3,74 = 1221,5 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Для цілого року потрібно електроенергії:

$$W_{ел}^p = 1222 + 1151 + 1025 + 318 + 561 + 854 + 1109 = 6239 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Результати розрахунку параметрів теплової помпи заносимо в таблицю, яка представлена у додатку 2.

За формулою 10 розраховуємо загальну площу геліоколекторів:

$$S = \frac{1,7 \cdot Q_{\partial\partial}^c}{H_{\beta}^c}, \text{ м}^2 \quad (10)$$

$$S = \frac{1,7 \cdot 40878,5}{3053,66} = 22,8 \text{ м}^2.$$

Графік енергетичних параметри тепломпової системи енергозабезпечення об'єкта подані на рисунки 3.4

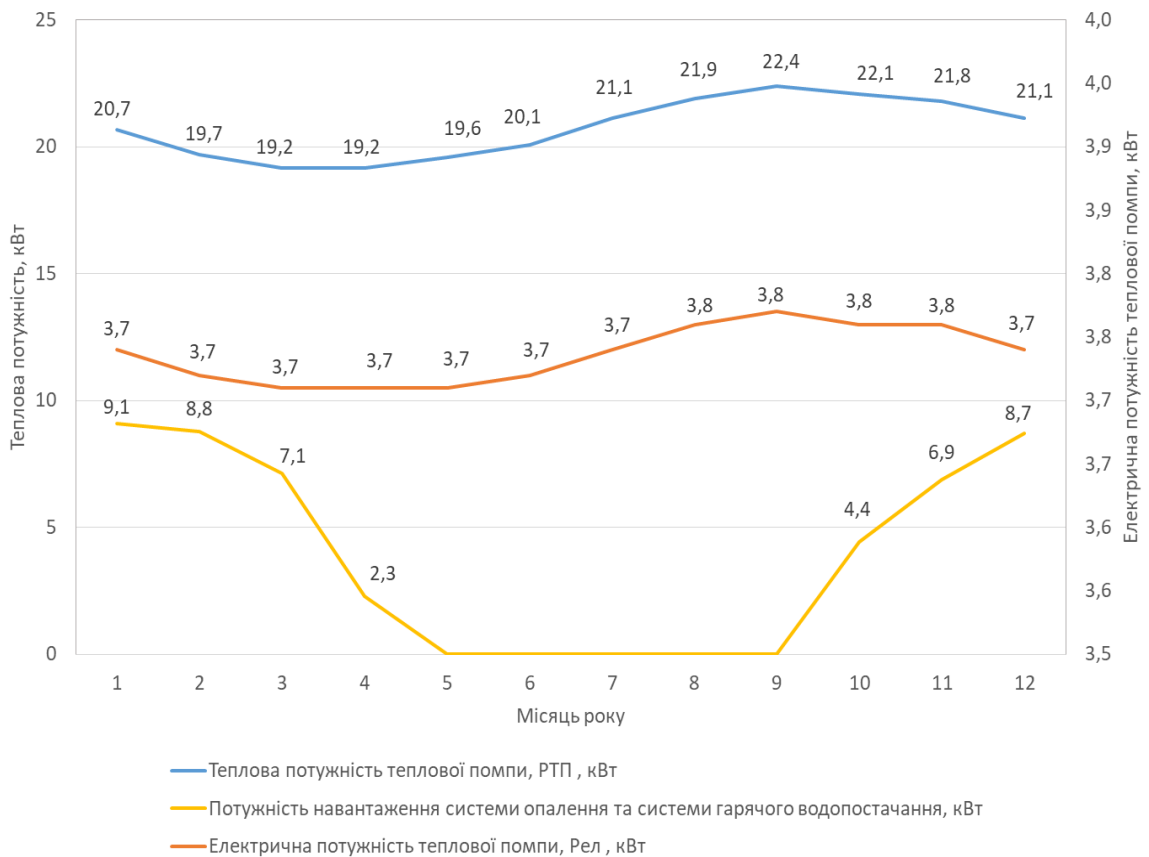


Рисунок 3.4 – Енергетичні параметри теплопомпової системи енергозабезпечення об’єкта

Розраховуємо число звичайних геліоколекторів НВП "Сінтек" SintSolar CS площею $S_0 = 1,88 \text{ м}^2$ [8, 27]:

$$k = \frac{S}{S_0}, \quad (11)$$

$$k = \frac{22,8}{1,88} = 12,1 \text{ шт.}$$

Кількість колекторів – 12 штук.

Ефективність застосування геліоколекторів найчастіше визначають за таким показником як питома теплопродуктивність q :

$$q_{ГК}^{\partial} = H_{\beta}^{\partial} \eta_0 (1 - aP + bP^2), \text{ МДж/м}^2. \quad (12)$$

Показники a і b будуть залежати як від конструктивних так і паспортних особливостей ГК, а параметр P показує умови роботи ГК вже у реальних умовах враховуючи показник мінливої хмарності і він отримується методом розрахунку за формулою:

$$P = \frac{t_{xв} - t_{нс}}{\kappa_{я}}, \quad (13)$$

де $\kappa_{я}$ – коефіцієнт ясності чи навпаки хмарності повітряного середовища, який визначається за відношенням кількості надходжень енергії сонця на поверхню – загальної приземної H_{th} та неатмосферної H_0 :

$$\kappa_{я} = \frac{H_{th}}{H_0}. \quad (14)$$

Наступним кроком є розрахунок значення середньомісячного коефіцієнта, а саме ясності атмосфери $\kappa_{я}$.

Отже, потрібно визначити показник P і розрахувати його середньомісячне значення.

Значення параметрів рівняння (12) η_0 , a і b для колектора з одинарним застосуванням і селективно-поглинаючою поверхнею приймаємо рівними (згідно з [27]) : $\eta_0=0,813$, $a= 0,007$, $b=1,25 \cdot 10^{-5}$. Середньоденні значення (у МДж/м²) вибираємо із даних. Дані, які ми отримали підставляємо у рівняння (12) і далі визначаємо середньоденні показники питомої теплопродуктивності. Якщо числові значення підставити у формули №14 – 12 то визначимо для січня:

$$\kappa_{я} = \frac{2,383}{9} = 0,26;$$

$$P = \frac{5,5 - -4,2}{0,26} = 37,31;$$

$$q_{ГК}^д = 2,383 \cdot 0,813 \cdot (1 - 0,007 \cdot 37,31 + 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 37,31^2) = 1,47 \text{ МДж.}$$

Отримані результати розрахунків представлені у додатку 3.

Дізнаємося методом розрахунку для кожного місяця продукування тепла системою сонячних колекторів гарячого теплопостачання сумарною площею S_k та відповідно кількістю днів у кожному місяці n за наступною формулою:

$$H_{ГК}^M = q_{ГК}^{\partial} \cdot S_k \cdot n, \text{ МДж.} \quad (15)$$

$$H_{ГК}^M = 1,47 \cdot 1,88 \cdot 5 \cdot 31 = 428,36 \text{ МДж.}$$

Якщо є необхідність у забезпеченні більшої потужності системи, яка відповідає за гаряче водопостачання то потрібно збільшити число колекторів використовуючи вже відомі розрахункові значення. Отже, у нашому випадку ефективно буде встановити 6 колекторів. Це дозволить виробляти наступну кількість теплоти на місяць:

$$H_{ГК}^M = 1,47 \cdot 1,88 \cdot 6 \cdot 31 = 514,03 \text{ МДж.}$$

Створюємо у системі координат загальнорічні графіки щодо продукування теплоенергії даною системою у кожному місяці, використовуючи формулу (15) і відповідно теплового навантаження на цю систему відносно гарячого водопостачання, використовуючи дані таблиці, яка представлена у додатку 3 3.1.

Графік енергетичних параметри сонячної системи гарячого водопостачання подано на рисунку 3.5.

На основі графічного інтегрування (порівнюючи площі) або методом розрахунку різниць:

$$\Delta H^M = H_{ГК}^M - Q_{зв}^M \quad (16)$$

вираховуємо щомісячні баланси теплової енергії та складається висновок:

1) чи відповідає щомісячне надходження енергії сонця з тої кількості геліоколекторів, які ми розраховали потребам, які необхідні для системи, яка б забезпечувала будинок гарячою водою;

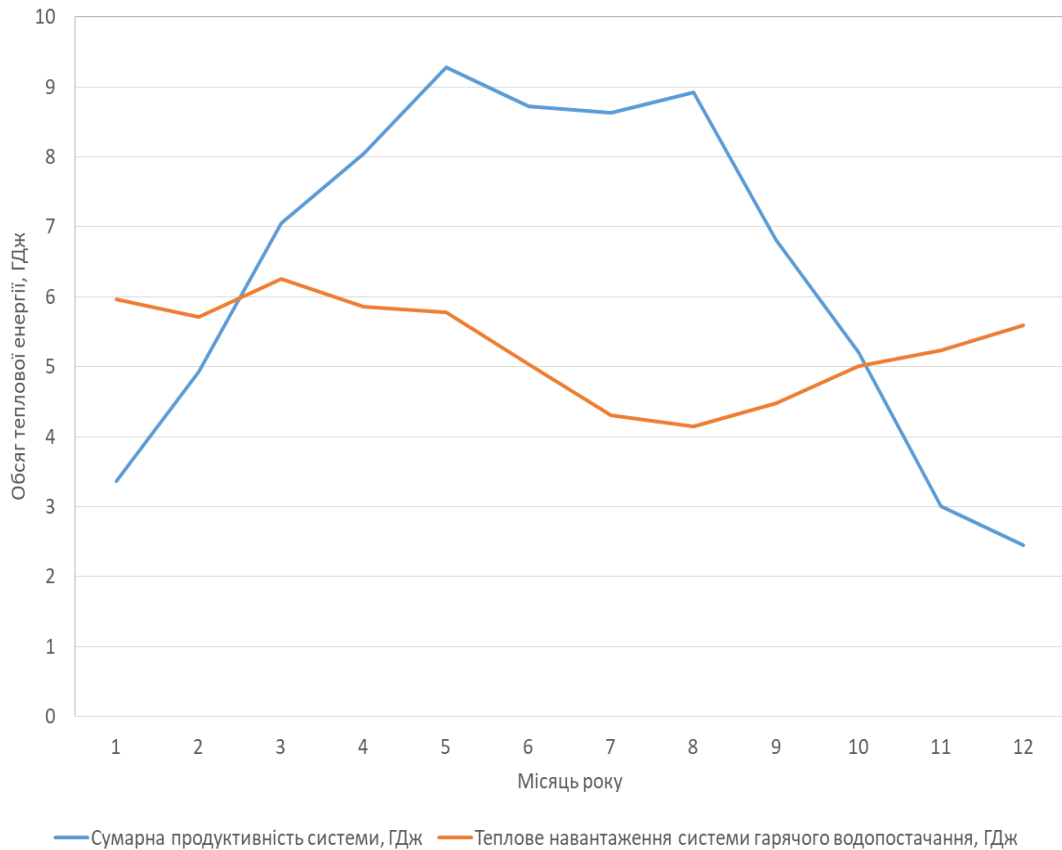


Рисунок 3.5 – Енергетичні параметри сонячної системи гарячого водопостачання

2) про кількість електричної чи теплової енергії, яку необхідно компенсувати за умови недостатньої потужності даних геліоколекторів, щоб покрити потреби у гарячій воді у сезони зниженого ступеня сонячної радіації;

3) про відсоток енергії сонця в компенсації загальних тепловтрат об'єкта впродовж зимового часу при застосовуваній площі геліоколекторів;

4) про об'єми надлишкової енергії у сонячний період при обраній площі геліоколекторів;

5) про потребу зміни кількості геліоколекторів.

Відомо, що для 5-ти колекторів цей баланс дорівнюватиме:

$$\Delta H^m = 1856,28 - 428,36 = -1427,92 \text{ МДж.}$$

З метою встановлення кількісних показників взаємо компенсації енергії потрібно знати рівноважний баланс самого виробництва, а також основні потреби в кількості енергії.

За умови заміщення деякої кількості енергії, яка використовується для забезпечення гарячого водопостачання тепловою помпою підвищення витрати електричної енергії визначаємо як:

$$E_{\text{опн}} = \frac{\Delta H_m}{3,6 \cdot \varepsilon_m}, \quad (17)$$

де ΔH_m – місячне недовиробництво теплової енергії сонячною тепловою системою, МДж;

ε_m – середньомісячний коефіцієнт перетворення теплової помпи.

Тому, у січні додаткова витрата енергії помпою для забезпечення водопостачання дорівнюватиме:

$$E_{\text{опн}} = \frac{2599}{3,6 \cdot 5,52} = 130,79 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Проте, відомо, що у літні місяці є перевиробництво теплоти саме сонячною теплосистемою, що дає можливість знизити навантаження на систему, яка працює на основі теплової помпи за рахунок зниження використання об'ємів електроенергії, які розраховуємо за формулою №17.

Розрахунки спільного виробництва теплоти комбінованою системою представлено в таблиці додатку 4.

Використання двох систем дозволяє досягнути значної надійності системи, яка покликана забезпечити об'єкт теплом та гарячою водою. Також, у зв'язку з тим, що коефіцієнт конвертації теплопомпи є високим, тому забезпечується значне збільшення показника ефективності використання так званого первинного палива, яке і є джерелом електроенергії.

З метою встановлення економічної ефективності від використання вище згаданих систем потрібно зробити порівняльний розрахунок щодо річних затрат, які необхідні для експлуатації запропонованих систем і знати затрати, які необхідні для обслуговування газового теплогенератора.

Графік енергетичних параметрів комбінованої системи енергозабезпечення об'єкта подано на рисунку 3.6.

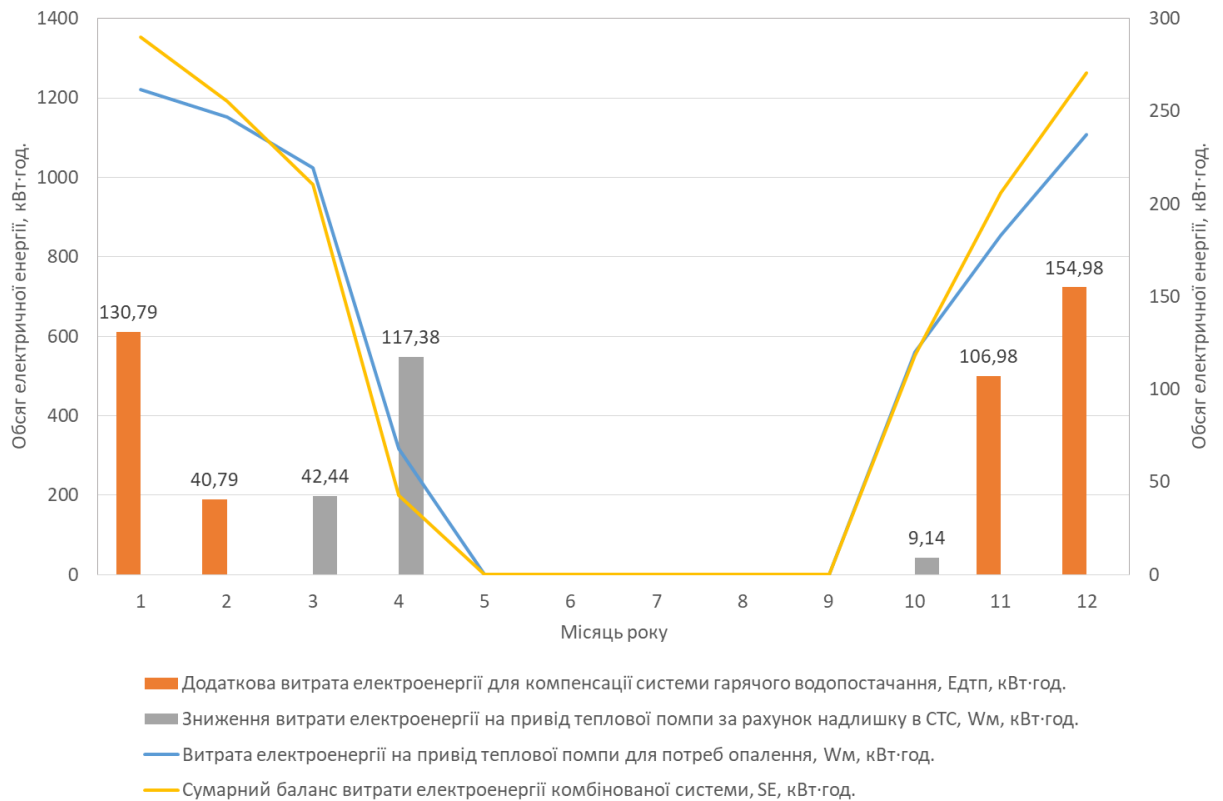


Рисунок 3.6 – Енергетичні параметри комбінованої системи енергозабезпечення об'єкта

За умови використання газового котла для забезпечення об'єкту теплом та гарячою водою витрати газу становитимуть

$$Q_{p_{гк}} = \frac{Q_{mn}}{Q_k}, \quad (18)$$

де Q_k - об'єм теплової енергії, яку здатний продукувати газовий котел з одного м³ газу.

$$Q_{p_{гк}} = \frac{186678 \cdot 10^6}{32,21 \cdot 10^6} = 5796 \text{ м}^3.$$

Якщо використовувати лише газовий котел, то потрібно було б у рік витратити:

$$Bp_k = Qp_{zk} \cdot C_z \cdot \quad (19)$$

$$Bp_k = 5796 \cdot 13,98 = 81028 \text{ грн.}$$

Відомо, що комбінована установка теплоти може дати 186678 МДж теплоти, а це означає, що для роботи установки необхідно 6504 кВт·год електроенергії.

Якщо використовувати геотермальну систему для опалення, то вартість отриманого тепла від роботи помпи буде рівна:

$$B_{em} = 6504 \cdot 2,69 = 17496 \text{ грн.}$$

Проаналізувавши і порівнявши ці витрати, можна стверджувати, що затрати (середнє за рік) на теплопостачання будуть у 4,63 рази меншими у випадку застосування комбінованої системи теплопостачання у порівнянні з витратами у разі встановлення газового котла.

3.2. Розрахунок екологічної ефективності застосування засобів відновлюваної енергетики

Загалом ефективність застосування системи, яка покликана забезпечити теплом певну будівлю і робота якої базується на використанні екологічно безпечних джерел енергії може бути оцінена не лише на основі економічних та енергетичних критеріїв. У час назрівання екологічної кризи екологічний критерій поряд з вище вказаними має бути у пріоритеті. Найчастіше цей критерій визначають через такий показник як зменшення викидів в атмосферу у вигляді вуглекислого газу. Проводять порівняння кількостей у разі застосування традиційних джерел і відновлювальних [1, 4, 10, 20, 27].

Вище вказаний показник є досить важливим за умови використання невеликих с/г об'єктів, а також об'єктів малого бізнесу, діяльність яких пов'язана із оздоровленням, різного виду туризму, для власників об'єктів, які розташовані далеко від населених пунктів, екологічні переваги інколи стають

визначальними критеріями у процесі їх успішної діяльності. Спостерігається і зацікавленість держави загалом у використанні альтернативних джерел енергії шляхом зниження витрат на традиційні енергоносії, зменшення кількості викидів парникових газів у атмосферне повітря в процесі їх спалюванні. У результаті держава має можливість отримати безпосередній прибуток від можливості продажу квот на токсичні викиди [10, 44].

За умови використання гібридної системи теплопостачання даний показник обчислюється методом порівняння їх річної середньої теплової продуктивності Q_p , представленої у МДж з кількістю палива, яке було зекономлено і представлено в умовних тонах чи у кілограмах. Маса умовного палива у кілограмах визначається відносно його нижчою теплотою згоряння q_n з взяттям до уваги к.к.д. певного котла η .

$$m = \frac{Q_p}{\eta \cdot q_t} . \quad (20)$$

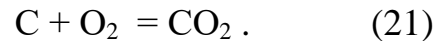
Економічні та екологічні показники щодо застосування комбінованої енергосистеми для забезпечення теплом об'єкта представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні та екологічні показники щодо застосування комбінованої енергосистеми для тепло забезпечення об'єкта

| Параметри | Одиниці вимірювання | Значення |
|---|---------------------|----------|
| Річні витрати на потреби теплопостачання об'єкта | | 5796 |
| Вартість газу для теплопостачання об'єкта | грн. | 81028 |
| Витрати електроенергії для роботи комбінованої енергетичної системи | кВт год | 6504 |
| Вартість електричної енергії для роботи комбінованої енергетичної системи | грн.. | 17496 |
| Економічна ефективність застосування комбінованої енергетичної системи | % | 463 |
| Обсяг відвернутих річних викидів вуглекислого газу | кг | 7785 |

Енергетичне вугілля вважають фізичним еквівалентом умовної тони, а базовим горючим компонентом його є вуглець.

З метою встановлення кількості вуглекислого газу представимо рівняння реакції горіння вуглецю:



Знаючи атомні маси елементів – відповідно 14, 32 і 44, обчислимо, що за умови спалювання 14 кг вугілля генерується 44 кг газу вуглекислого.

Отже, зважаючи на співвідношення (20), застосування теплоенергетичної установки дозволяє уникнути викидам в атмосферу CO_2 , масу M якого визначаємо за наступною формулою:

$$M = \frac{m \cdot 44}{14} = 1,1 \cdot m . \quad (22)$$

Отримані дані підставляємо у формули (20) і (22) і отримуємо:

$$m = \frac{186678}{0,89 \cdot 29,31} = 7156,3 \text{ кг.}$$
$$M = 1,1 \cdot 7156,3 = 7871,9 \text{ кг.}$$

Отримавши дані можна стверджувати, що забезпечення будівлі необхідними енергоресурсами на основі застосування системи тепlopостачання, що працює від сонячних панелей та теплової помпи дозволить зменшити, або і взагалі уникнути використання 7156,3 кг умовного палива. Відмова від традиційного палива відповідно дозволить зменшити кількість викидів CO_2 у середньому на 7871,9 кг.

Обчислимо грошову оцінку зменшення викидів CO_2 за умови використання квот на емісію. За наступною формулою визначають вартість квот на емісію CO_2

$$B_{CO_2} = M \cdot C_{CO_2} , \quad (23)$$

де C_{CO_2} – вартість квот на викиди CO_2 , грн./кг. У світі середня вартість рівна $C_{CO_2} \approx (8-10) \cdot 10^{-3}$ Євро/кг.

$$\text{Тому, отримаємо: } B_{CO_2} = 7871,9 \cdot 10^{-3} \cdot 252 = 1952,3 \text{ грн}$$

Отже, за рахунок використання додаткового стимулювання з боку держави, а саме щодо продажу певних квот на викиди CO_2 , є можливість додаткового річного доходу у сумі 1952,3 грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці на прикладі Урочища «Чорні озера»

Охорона праці в нашій державі – одне із першочергових завдань. 14 жовтня 1992 року Верховною Радою України був прийнятий Закон «Про охорону праці». Цей закон визначає основні положення, щодо реалізації конституційного права на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює відносини між власником установи чи організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни та виробничого середовища і встановлює порядок охорони праці в Україні. Велика увага в законі приділяється забезпеченню здорових санітарно-гігієнічних умов і впровадження досконалої техніки безпеки, що виключає виробничий травматизм і професійні захворювання [14].

З аналізу, зробленого у роботі щодо охорони тваринного світу, можна зробити висновок про те, що найбільш надійним, доцільним та ефективним способом збереження різноманіття тваринного світу є створення об'єктів природно-заповідного фонду на територіях, які є місцем його існування. Тому розглянемо, які заходи щодо охорони праці працівників мають бути запроваджені та дотримуватись на території об'єкту природно-заповідного фонду на прикладі Урочища «Чорні озера». Забезпечення широких можливостей для високопродуктивної праці – один із найважливіших напрямків економічної та соціальної політики.

З метою покращення стану охорони праці при проведенні еколого-інспекційних робіт на території Урочища «Чорні озера» необхідно розробляти комплексні програми заходів, які б включали організаційні, технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби вирішення цієї гострої проблеми.

Охорона праці та техніки безпеки працівників лісу перед початком роботи передбачає ознайомлення з інструкціями. Після того кожен працівник

розписується в журналі з техніки безпеки. Працівники, які не дотримуються правил техніки безпеки, не допускаються до роботи до повторного проведення інструктажу або здачі екзамену з техніки безпеки. За грубі порушення техніки безпеки працівника звільняють з роботи [6, 38].

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на території Урочища «Чорні озера»

Діюче законодавство України щодо територій природно-заповідного фонду допускає проведення ряду протипожежних та санітарних заходів, які можуть бути пов'язані з валкою лісу (створення протипожежних розривів, здійснення санітарних рубок, ліквідації наслідків стихійних лих, наприклад, буреломів та сильних снігопадів). У цьому випадку особливу увагу необхідно звертати на техніку безпеки при здійсненні такого виду робіт [14, 45].

Своєчасне і правильно збалансоване харчування працівників під час організації і проведенні еколого-інспекційних робіт в експедиційних умовах є однією із найважливіших умов збереження здоров'я і працездатності людини. Потреба в калорійній їжі визначається кліматичними умовами, в яких виконуються роботи, фізичною важкістю робіт, індивідуальними параметрами працівника.

Оптимальний розпорядок дня повинен передбачати триразовий прийом їжі у визначені години, незалежно від умов роботи і пересування. Проміжки між прийманням їжі не повинні перевищувати 5–6 год. їжа добового раціону за калорійністю повніша розподілятися наступним чином: сніданок – 35%, обід – 45–50%, і вечеря 20–25% від загально-добової кількості. Гарячу їжу необхідно готувати 3 рази на добу, але коли умови роботи дозволяють робити це тільки вранці та ввечері, то холодне харчування вдень обов'язково доповнюють гарячим чаєм із згущеним молоком. При систематичному педоотриманні організмом необхідної кількості калорій відбувається виснаження організму, що призводить до

розвитку стійкої перетвої. При підвищеній температурі навколишнього повітря калорійність їжі повинна бути знижена (молочно-рослинний раціон), в холодний період року і при важких фізичних роботах їжа збагачується м'ясом, жирами, цукром, рибою. Дуже важливу роль в нормальному обміні речовин і підвищенні стійкості до інфекційних захворювань відіграють вітаміни (особливо вітаміни А, В, РР, С) [6, 38].

Важливим фактором забезпечення працездатності і життєдіяльності людини в польових умовах є водно-питтєвий режим. Розрахунками встановлено, що добова потреба води в нормальних умовах становить приблизно 35 г. на 1 кг. маси здорової людини. Ця потреба може коливатися залежно від конкретних обставин і умов навколишнього середовища. Перед початком роботи (після сніданку або обіду) треба випити чаю або води до повного задоволення спраги. Під час роботи можна невеликими ковтками випити стакан холодної води. Заборонено пити воду з річок та струмків, вище течії яких розміщені населені пункти, із необладнаних криниць, мілких водойм, боліт і канав. Джерела з питною водою повинні оберігатися від забруднень.

Територію, де буде проходити валка дерев, огороджують та встановлюють попереджувальні знаки. Вальщику забороняється працювати без помічника. Валка проводиться бензопилами. Підготовку бензопили до роботи проводять дуже ретельно. Будь-який ремонт та чистку бензопили потрібно проводити при непрацюючому двигуні.

Перед валкою дерева біля нього розчищають доріжку 4–5 метрів під кутом 45% до напрямку падіння дерева для вільного відходу під час падіння дерева. Процес валки дерев складається з кількох важливих, з точки зору безпеки, прийомів: підпил, який забезпечує напрям валки, запилювання та, як результат цих двох прийомів – залишення недопила та зіштовхування стовбура з тилу у заданому напрямку. Порушення правил підпили веде за собою падіння дерева у небезпечному напрямку до стовбура та може супроводжуватись нанесення травм вальщикам уламком стовбура та

розщепую. Робітники, які зайняті спилуванням дерев повинні працювати в захисних касках.

Обрізку кущів здійснюють кущорізом. Зрізані кущі складають в купи. При роботі з кущорізом потрібно бути обережним, щоб не пошкодити руку.

Для обрубання сучків застосовується сокира. Обрубання сучків здійснюється від основи до верхівки. Перш за все перевіряється, чи добре заточена сокира і чи добре лезо прикріплене до ручки. При роботі слідкуємо за безпекою рук і ніг. Мілкі сучки, які розлітаються під час обрізки, можуть привести до травм, тому всьому персоналу, крім працівника, що виконує дану операцію, рекомендується знаходитися на відстані не ближче, ніж 2 м.

При розкряжовуванні дерев, так як і при валці, використовуються бензопили. При роботі бензопилою слід користуватися спеціальними окулярами, для того щоб стружка не попала в очі.

У відповідності з основами лісового господарства всі ліси підлягають охороні від пожеж. Територія усіх об'єктів ПЗФ поділена за класами пожежної безпеки. Територія Урочища за способами виявлення лісових пожеж і боротьби з ними віднесена до зони наземної охорони лісів.

З метою запобігання виникненню та поширенню пожеж на території Урочища постійно проводиться оборування хвойних молодняків, упорядкування мінералізованих смуг та догляд за ними, ведеться будівництво та ремонт доріг [24, 45].

Наприклад, для ліквідації пожеж на території природного заповідника, який безпосередньо межує з територією Урочища створена пожежна команда з 5 чоловік:

1. Начальник команди – 1 чол.
2. Водій автомобіля – 1 чол.
3. Пожежники – 3 чол.

Для оперативного знаходження місць загорання і для успішної ліквідації пожеж у пожеженебезпечий період проводиться патрулювання пожежними сторожами.

Таблиця 4.1 – Укомплектованість природного заповідника засобами пожежегасіння

| Назва | Одиниці виміру | Кількість |
|----------------------------------|----------------|-----------|
| Автомобіль ГАЗ-66 | шт. | 1 |
| Оприскувачі ранцеві | шт. | 6 |
| Ємкість для приготування розчину | л | 50 |
| Баки для перевезення розчинів | шт. | 2 |
| Відра залізні | шт. | 10 |
| Лопати | шт. | 10 |
| Сокири | шт. | 10 |
| Граблі залізні | шт. | 10 |
| Спецодяг | шт. | 5 |
| Черевики робочі | шт. | 5 |
| Аптечка | шт. | 2 |
| Протипожежні щити | шт. | 2 |

Безпека людей повинна бути забезпечена при виникненні пожежі в лісі. Для того, щоб уникнути пожежі необхідно запобігати накопиченню горючих матеріалів.

У випадку пожежі потрібно подати сигнал пожежної тривоги і діяти у відповідності з планом по ліквідації пожеж. Заходи щодо покращення стану протипожежної безпеки можуть включати у себе:

- влаштування аншлагів;
- влаштування протипожежного водоймища;
- створення захисних мінералізованих смуг навколо хвойних молодняків;
- встановлення спостережної вишки та налагодження чергування на ній;
- проведення роз'яснювальної роботи серед працівників природного заповідника та населення, яке проживає на прилеглих територіях.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. В Україні все більшої популярності набирає відпочинок на лоні природи, а особливо на територіях природно-заповідного фонду, де поруч із звичним відпочинком часто пропонується низка заходів спрямованих на підвищення рівня екологічної свідомості населення.
2. Відпочинковий комплекс на території Урочища «Чорні озера» знаходиться на відстані двох кілометрів від найближчого населеного пункту і забезпечений лише електроенергією, система опалення відсутня.
3. Вважаємо, що актуальним для будівель, які знаходяться на території об'єктів природно-заповідного фонду є використання альтернативних джерел енергії з метою їх обігрівання і електрифікації.
4. Суміжна робота сонячних колекторів та теплової помпи буде компенсувати нестачу потужностей у різні періоди року. Переваги використання теплопомпи в тому, що вона придатна до використання впродовж усього року, узимку вона обігріває об'єкт, а влітку навпаки охолоджує.
5. Встановлено, що експлуатаційні витрати на тепlopостачання впродовж року у випадку використання теплової помпи та сонячних колекторів будуть у 4,63 рази меншими у порівнянні, якщо б ця система працювала на базі газового котла.
6. Розраховано, що застосування вище зазначених джерел енергії для забезпечення роботи системи тепlopостачання досліджуваного об'єкта дає можливість уникнути застосування 7156,3 кг умовного палива, а це знизить кількість викидів CO₂ на 7871,9 кг.
7. Застосування державного стимулювання на основі «зеленого тарифу» за рахунок продажу квот на викиди CO₂, дасть можливість додатково отримувати щорічний дохід у сумі 1952,3 грн.

8. Вважаємо, що українці ще досить з пересторогою відносяться до таких джерел енергії, хоч і розуміють усі екологічні переваги даного джерела. Проте, Україна хоч і повільно, але впевнено намагається переводити окремі об'єкти на енергопостачання від альтернативних джерел енергії.
9. Пропонуємо, з метою покращення екологічної ситуації в Україні на об'єктах, які знаходяться на значній відстані від газифікованих і електрифікованих населених пунктів застосовувати у комплексі сонячні колектори і теплові помпи, що поряд із екологічною складовою дозволять отримати ще і фінансову вигоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Альтернативна енергетика країни. Проблеми і перспективи. НТСЕ: веб-сайт. URL: <https://www.ntseu.net.ua/stories/473-top-5-02-5>
2. Безродний М.К. Теплові насоси та їх використання: посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 289 с.
3. Бондаренко В.І., Варламов Г.Б., Вольчин І.А. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Від вогню до електрики. Київ, 2011. 264 с.
4. Величко С. А. Альтернативна енергетика України: матеріали до уроків, факультативів, МАН. Харків: Основа, 2010. 126 с.
5. Відновлювані джерела енергії / за заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
6. Гадзюк М. П., Желібо Є. П., Халішовський М. О. Основи охорони праці: підруч. Київ: Каравела, 2007. 384 с.
7. Дідик Н. В. Розвиток зеленого туризму – пріоритетне завдання для України. *Економіка і суспільство*. 2017. № 9. С. 763-767.
8. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами [Текст]. Чинний від 2010-09-01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. IV, 51 с.
9. Документація по обладнанню Viessmann. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://teplocentr.com.ua/230>.
10. Енергетична стратегія України на період до 2030 року: [Електронний ресурс]. Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc
11. Закон України „Про альтернативні джерела енергії” від 2003, № 24, ст.155. із змінами від 03.11.2022 № 2710-ІХ
12. Закон України "Про електроенергетику" щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії від 20.11.2012 р., № 5485-VI.

13. Закон України «Про туризм» редакція від 11 лютого 2015 року №124-VIII. Відомості Верховної Ради України (ВВР) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/324/95-%D0%B2%D1%80>.

14. Закон України "Про охорону праці". *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49. ст. 668.

15. Зусько О. В., Чижевський Н. В., Качмар Н. В. Використання відновлювальних джерел енергії у плануванні екотуристичних об'єктів. *Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт зі спеціальності «Екологія»*: матеріали наук.-практ. конференція (м. Полтава, 20–22 березня 2019 р.). Полтава: ПолтНТУ, 2019. С. 6.

16. Качмар Н. В., Мазурак О. Т., Дидів А. І. Екологічний аналіз стану «червонокнижної» флори та причини зміни її чисельності в межах західного регіону України. *Природоохоронні, екоосвітні, рекреаційно-туристичні та історико-культурні аспекти сталого розвитку Розточчя*: матеріали Міжнародної наук.-практ. конференції, присвяченої 20-річчю створення Яворівського національного природного парку (сmt. Івано-Франкове, 20–21 червня 2018 р.). Львів: ЗУКЦ, 2018. С. 122–127.

17. Качмар Н., Жиліщич Ю., Лисак Г., Корінець Ю. Динаміка створення об'єктів природно-заповідного фонду у західній Україні. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XVIII міжнародного наук.-практ. форуму, присвяченого пам'яті інженера Ярослава Зайшого (м. Дубляни, 20–22 вересня 2017р.). Львів: Ліга-Прес, 2017. С. 152–157.

18. Качмар Н. В., Лозовицька Т. М., Синявська Л. В. Проблеми збереження біорізноманіття Українського Розточчя на прикладі Яворівського національного природного парку. *Наука. Молодь. Екологія*: збірник матеріалів VIII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та мол. учених (м. Житомир, 25–26 квітня 2012 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2012. С. 97–99.

19. Король М.М., Атаманчук В.В. Аналіз європейського досвіду організації зеленого туризму. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2016 Вип. 7. Ч. 2. С. 30-33.

20. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії. Київ, 2009. 201 с.

21. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підруч. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 492 с

22. Літопис природи Яворівського національного природного парку. Снт. Івано-Франкове, 2021. Т. 21. 234 с.

23. Літопис природи Яворівського національного природного парку. Снт. Івано-Франкове, 2022. Т. 22. 262 с.

24. Літопис природи заповідника Розточчя. Львів, 2022. Т. 35. 282 с.

25. Мальська М. П., Худо В. В. Туристичний бізнес: теорія та практика: підруч. 2-е вид. перероб. і доп. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 368 с.

26. Олійник М, Лисяк В, Дудурич О. Енергоощадність та альтернативні джерела енергії. Львів: Львівська політехніка, 2020. 184 с.

27. Основні параметри колекторів Sintsolar. [Електронний ресурс]. Загол. з титулу екрану. Режим доступу: <http://www.sintsolar.com.ua/index.php>.

28. Переваги й недоліки сонячної енергетики [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrenerho.com/perevagi-i-nedoliki-sonyachnoyi-energetiki/>.

29. Риндюк Д. В., Шелешей Т. В., Беднарська І. С. Нетрадиційні джерела енергії: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 81 с.

30. Розрахунки і програмне забезпечення до інженерної сантехніки Valtec. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://valtec.ua/document/calculate/>.

31. Рязанова Н. О. Нетрадиційна енергетика як фактор інноваційного розвитку електроенергетики. *Інвестиції: практика та досвід*. Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, 2017. № 18. С 23-26.

32. Сотник І.М. Енергоефективність та відновлювальна енергетика в Україні: проблеми управління : монограф. Суми: Ви-во Університетська книга, 2023. 247 с.

33. Степанов В. Ю. Сільський зелений туризм в Україні: проблеми та перспективи. *Актуальні проблеми державного управління*. 2018. № 1(53). С. 1–5.

34. Стрямець Г. В., Гребельна В. О., Скобало О. С. Основні характеристики температурного режиму повітря Розточчя в розрізі тривалих і короткочасних змін. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2021. Т. 31, № 1. С 14–19.

35. Стрямець Г. В., Гребельна В. О., Скобало О. С. Локальні прояви змін клімату на прикладі природного заповідника «Розточчя». *Науковий бюлетень ЛНУ ім. Франка*. Львів, 2018. Т. 8, №11. С. 24–28.

36. Фундаментальні аспекти відновлювано-водневої енергетики і паливно-комерційних технологій / за заг. ред. Ю.М. Солоніна. Київ: «КІМ», 2018. 260 с.

37. Чучуй В. П. Альтернативні джерела енергії. Одеса: ТЕС, 2015. 398 с.

38. Шудренко І. В. Охорона праці в галузі : навч. посіб. Житомир: ЖНАЕУ, 2017. 136 с.

39. Яковлева А, Вовк О, Бойченко С. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: *навч. посіб.* Київ: Ви-во Центр навчальної літератури, 2021. 378 с.

40. Як влаштовані і працюють сонячні батареї [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pobuduvati.ru/zamiskij-budinok/elektrika/cikavi-69/elektrotehnicni-novinki/8116-jak-vlashtovani-i-pracjуют-sonjachnibatarei.html>.

41. Atmosfera: Сонячні електростанції – Типи сонячних панелей [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.atmosfera.ua/uk/sonyachni-elektrostanicii/tipi-sonyachnix-panelej/>.

42. NASA Surface meteorology and Solar Energy - Available Tables. [Electronic resource]. The head with title screen Access mode: <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?uid=3030>.

43. Viessmann. Книга про сонце. Рекомендації по проектуванні систем сонячного теплопостачання. Київ: Злато-Граф, 2010. 189 с.

44. https://biz.ligazakon.net/news/218682_onovleno-zelen-tarifi-na-elektrichnu-energyu

45. <https://www.zapovidnyk.org.ua/files-pdf/op-3.pdf>

Результати розрахунку теплових навантажень системи опалення і гарячого водопостачання

| Параметр | Місяці | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|-------|--------|------|------|--------|-------|---------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| $t_{нс}, ^\circ\text{C}$ | -3,75 | -2,89 | 1,37 | 8,11 | 13,8 | 16,6 | 18,9 | 18,6 | 13,6 | 8,47 | 2 | -2,69 |
| $t_{хв}, ^\circ\text{C}$ | 5,1 | 4,2 | 3,2 | 4,5 | 6,4 | 10,2 | 16,2 | 17,3 | 14,1 | 11,5 | 8,8 | 6,4 |
| $Q_{оп}^{\partial}, \text{МДж}$ | 784 | 756 | 615 | 393 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 381 | 594 | 749 |
| $Q_{оп}^M, \text{МДж}$ | 24304 | 21924 | 19065 | 5895 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11811 | 17820 | 22470 |
| $Q_{зв}^{\partial}, \text{МДж}$ | 192,6 | 196,9 | 201,8 | 195,5 | 186,3 | 168 | 139 | 133,7 | 149,2 | 161,7 | 174,7 | 186,3 |
| $Q_{зв}^M, \text{МДж}$ | 5970,6 | 5710,1 | 6255,8 | 5865 | 5775,3 | 5040 | 4309 | 4144,7 | 4476 | 5012,7 | 5241 | 5589 |
| $Q_{тн}^M, \text{МДж}$ | 30274,6 | 27634,1 | 25320,8 | 11760 | 5775,3 | 5040 | 4309 | 4144,7 | 4476 | 16823,7 | 23061 | 28059 |
| $P_{зв}^M, \text{кВт}$ | 2,21 | 2,26 | 2,32 | 2,25 | 2,14 | 1,93 | 1,6 | 1,54 | 1,72 | 1,86 | 2,01 | 2,14 |
| $P_{тн}^M, \text{кВт}$ | 8,84 | 9,04 | 9,28 | 9 | 8,56 | 7,72 | 6,4 | 6,16 | 6,88 | 7,44 | 8,04 | 8,56 |
| $P_{тн}^M, \text{кВт}$ | 11,3 | 11,03 | 9,45 | 4,54 | 2,16 | 1,94 | 1,61 | 1,55 | 1,73 | 6,28 | 8,9 | 10,83 |

Результати розрахунку енергетичних параметрів теплопомпової системи на повне теплове навантаження

| Параметр | Місяць року | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Теплова потужність теплової помпи, $P_{ТП}$, кВт | 20,68 | 19,70 | 19,18 | 19,18 | 19,60 | 20,06 | 21,14 | 21,91 | 22,38 | 22,07 | 21,81 | 21,14 |
| Електрична потужність теплової помпи, $P_{ел}$, кВт | 3,74 | 3,72 | 3,71 | 3,71 | 3,71 | 3,72 | 3,74 | 3,76 | 3,77 | 3,76 | 3,76 | 3,74 |
| Коефіцієнт перетворення, ε | 5,52 | 5,29 | 5,17 | 5,17 | 5,27 | 5,38 | 5,63 | 5,81 | 5,92 | 5,84 | 5,78 | 5,63 |
| Потужність навантаження системи опалення та системи гарячого водопостачання, $P_{ти}^м$, кВт | 9,09 | 8,77 | 7,13 | 2,29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,42 | 6,89 | 8,69 |
| Тривалість годин роботи теплової помпи, $\tau^д$, год. | 10,55 | 10,68 | 8,92 | 2,86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,81 | 7,58 | 9,87 |
| Тривалість годин роботи теплової помпи, $\tau^м$, год. | 327,05 | 309,72 | 276,52 | 85,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 149,11 | 227,4 | 296,1 |
| Витрата електроенергії на привід теплової помпи, W_m , кВт·год. | 1222 | 1151 | 1025 | 318 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 561 | 854 | 1109 |

Результати розрахунку енергетичних параметрів сонячної системи

| Параметр | Місяць | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Коефіцієнт ясності атмосфери, κ_a | 0,316 | 0,37 | 0,413 | 0,428 | 0,483 | 0,498 | 0,5 | 0,493 | 0,455 | 0,365 | 0,241 | 0,232 |
| Параметр умов роботи геліоколектора, P | 28,01 | 19,16 | 4,43 | -8,43 | -15,32 | -12,85 | -5,4 | -2,64 | 1,1 | 8,3 | 28,22 | 39,18 |
| Питома теплопродуктивність колектора, $q_{ГК}^M$, МДж/м ² | 4,45 | 6,96 | 9,3 | 10,98 | 12,25 | 11,89 | 11,39 | 11,78 | 9,29 | 6,87 | 4,11 | 3,34 |
| Сумарна продуктивність системи, $H_{ГК}^M$, МДж | 3371,5 | 4933 | 7046,1 | 8050,5 | 9281,1 | 8717,8 | 8629,5 | 8925 | 6811,4 | 5205 | 3013,5 | 2448,9 |
| Теплове навантаження системи гарячого водопостачання, $Q_{св}^M$, МДж | 5970,6 | 5710,1 | 6255,8 | 5865 | 5775,3 | 5040 | 4309 | 4144,7 | 4476 | 5012,7 | 5241 | 5589 |
| Тепловий баланс сонячної системи, ΔH , МДж | -2599 | -777,1 | 790,25 | 2185,5 | 3505,8 | 3677,8 | 4320,5 | 4780,3 | 2335,4 | 192,29 | -2228 | -3140 |

Результати розрахунку енергетичних параметрів теплопомпової системи в складі комбінованої системи

| Параметр | Місяць року | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Тепловий баланс сонячної системи, ΔH , МДж | -2599 | -777,1 | 790,25 | 2185,5 | 3505,8 | 3677,8 | 4320,5 | 4780,3 | 2335,4 | 192,29 | -2228 | -3140 |
| Коефіцієнт перетворення, ε | 5,52 | 5,292 | 5,172 | 5,172 | 5,268 | 5,376 | 5,628 | 5,808 | 5,916 | 5,844 | 5,784 | 5,628 |
| Витрата електроенергії на привід теплової помпи, W_m , кВт·год. | 1221,5 | 1150,9 | 1024,8 | 317,97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 560,95 | 854,34 | 1108,6 |
| Додаткова витрата електроенергії, $E_{опп}$, кВт·год. | 130,79 | 40,79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106,98 | 154,98 |
| Зниження витрати електроенергії на привід теплової помпи, W_m , кВт·год. | 0 | 0 | 42,44 | 117,38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,14 | 0 | 0 |
| Сумарний баланс витрати електроенергії комбінованої системи, ΣE , кВт·год. | 1352,3 | 1191,7 | 982,34 | 200,59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 551,81 | 961,32 | 1263,6 |

