МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
за ОКР бакалавр

«Теплові втрати будинку при опаленні геотермальною системою»

Виконав: студент 4 курсу, групи НФ-42
Спеціальність:
«Прикладна фізика та наноматеріали»
Довганюк Кірілл Олексійович
Керівник: к.ф.-м. н., доцент Ольга ЛІСІНА

Рецензент:

Харків - 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

ННІ Комп'ютерної фізики та енергетики
Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 105 — прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Юрій МАЦЕВИТИЙ**
підпис ініціали, прізвище

"____" _____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Довганюк Кірілл Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Теплові втрати будинку при опаленні геотермальною системою.
керівник роботи____Лісіна Ольга Юліївна, к.ф.-м. н._____.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від "___"_____20__року №___
2. Строк подання студентом роботи_____
3. Перелік питань, які потрібно розробити
Розрахунок термічного опору, визначення теплових втрат будинку, тепловий баланс приміщень, рекомендації що до елементів системи опалення.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1.	Вибір теми, узгодження, закріплення за кафедрою.
2.	Робота над літературою та іншими джерелами.
3.	Визначення об’єкту та предмету дослідження.
4.	Написання вступу та першого розділу.
5.	Геотермальні теплові насоси. Види схеми.
6.	Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін будинку.
7.	Тепловий баланс приміщення.
8.	Основні елементи системи опалення.
9.	Висновок, рекомендації та література.
10.	Подача на перевірку науковому керівнику, доробка з урахування зауважень.
11.	Попередній захист на кафедрі.
12.	Захист.

5. Дата видачі завдання_____

Студент _____ Кірілл ДОВГАНЮК

Керівник роботи_____ Ольга ЛІСІНА

Перелік скорочень та абревіатур

ГВП – гаряче водопостачання
ГС – геотермальна система
COP – коефіцієнт перетворення енергії

РЕФЕРАТ

Робота на тему «Теплові втрати будинку при опаленні геотермальною системою» виконав студент четвертого курсу Довганюк Кірілл Олексійович.

Робота викладена з вступом, переліком скорочень, рефератом та основною частиною, а за обсягом складає – 47 сторінок, 3 розділи, 13 ілюстрацій, 9 таблиць, та кількість використаних джерел – 22.

Робота була виконана для розрахунку тепло втрат будинку при опаленні геотермальною системою, порівнянню геотермальних систем їх типу та характеристик, порівнянню та підбору ефективної системи гарячого водопостачання нашого об’єкту з геотермальною системою.

В цій роботі були проведенні дослідження та їх аналіз, а також порівняння їх з іншими видами опалення. Після цього аналізу був зроблений вибір найбільш ефективного теплового насоса орієнтуючись на розрахунки тепловтрат та площі опалювання жилих приміщень.

Наукова новизна – головна робота складеться з аналізу тепловтрат будинку з використанням геотермальної системи та збільшення ефективності всіх систем будинку та конструкцій для опалення та нагріву води, а також впровадження нових методів та технологій геотермальних систем.

Ключові слова: гаряче водопостачання, геотермальна система, тепловий насос, тепловтрати, тепловий баланс.

ABSTRACT

The work on the topic "Heat losses of the house when heated by a geothermal system" was performed by a fourth-year student Dovganyuk Kirill Alekseevich.

The work is presented with an introduction, list of abbreviations, abstract and main part, and the volume is - 47 pages, 3 sections, 13 illustrations, 9 tables, and the number of sources used - 22.

The work was performed to calculate the heat loss of the house when heated by a geothermal system, to compare geothermal systems of their type and characteristics, to compare and select an effective hot water supply system of our facility with a geothermal system.

In this work, studies and their analysis were conducted, as well as their comparison with other types of heating. After this analysis, the most efficient heat pump was selected based on the calculations of heat loss and heating area of residential premises.

Scientific novelty - the main work will consist of the analysis of heat losses of the house using a geothermal system and increase the efficiency of all house systems and structures for heating and water heating, as well as the introduction of new methods and technologies of geothermal systems.

Key words: hot water supply, geothermal system, heat pump, heat losses, heat balance.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. ВИДИ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ СИСТЕМ

1.1 Причини використання геотермальних систем 9

1.2 Класифікація та типи геотермальних систем 11

1.3 Порівняння і класифікація геотермальних систем 15

РОЗДІЛ 2. ОПИС ТА ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС БУДИНКУ

2.1 Об’єкт досліджень 19

2.2 Тепловий баланс об’єкту досліджень 21

2.3 Рекомендації для зменшення тепловтрат об’єкту дослідження 31

РОЗДІЛ 3. СКЛАДОВІ ЧАСТИНИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ СИСТЕМ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Обґрунтування вибору системи опалення «тепла підлога» 34

3.2 Розрахунок довжини і об'єму контурів теплої підлоги 38

ВИСНОВОК 44

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 45

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні дуже важливим для нашої країни є енергетична безпека, а отже питання енергоефективності та енергозбереження дуже важливі для нашої країни та європейських країн. Якщо Україна почне розвивати напрямки енергоефективності та енергозбереження, то ми зможемо вирішити безліч громадських проблем. Дуже важливо, що в Україні інфраструктура є дуже зношена і енергоефективність знаходиться на низькому рівні, щоб українська економіка змогла швидше розвиватися всі ці проблеми необхідно вирішити[1].

Дуже важливо, що сьогодні в світі частка геотермальної енергії 0,5 відсотків, а частка газу і вугілля (торфу) 60 відсотків, з цього ми можемо зрозуміти, що в світі дуже інтенсивне спалювання палива, яке дуже забруднює нашу екосистему.

Неодмінно нам потрібно розвивати поновлювані джерела енергії (геотермальна енергія, енергія вітру, енергія сонячного світла, енергія хвиль, енергія припливів і відливів, гідроенергія) і якомога швидше на них переходити, для цього необхідна підтримка держави і написання наукових робіт для реалізації запланованого.

Завдяки використанню геотермальної енергетики ми можемо скоротити використання інших видів палива, таких як вугілля, нафта, газ і завдяки цьому покращити екосистему планети, а ще ми покращуємо нашу енергетичну безпеку завдяки меншій залежності від інших видів енергії.

Поновлювані джерела енергії - практично невичерпні, а так само гарантують стабільність і безпеку.

Мета. Мета роботи – розрахунок та аналіз теплових втрат будинку при опаленні геотермальною системою та ГВП у приватному будинку.

Об’єкт дослідження. Об’єкт дослідження – приватний будинок, який знаходиться в Запорізькій області.

Предмет дослідження. Теплові втрати будинку при опаленні геотермальною системою.

Особистий внесок. Зроблено аналіз теплових втрати будинку при опаленні геотермальною системою. Практична цінність виконаної роботи полягає в тому, що ми розробили і впровадили ГС в приватний будинок, що дозволило досягти більшої енергоефективності. Використання ГС дозволяє знизити витрати на опалення і ГВП та є більш ефективною системою в порівнянні з традиційними системами.

Я як автор сформулював актуальність теми, мету роботи, предмет та об’єкт дослідження, ідею, виконав розрахунки і проаналізував результати, завдання досліджень та наукові положення і вирішені проблеми.

РОЗДІЛ 1.
ВИДИ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ СИСТЕМ

1.1 Причини використання геотермальних систем

Щороку в світі зростає кількість споживаної енергії, так як економіки великої кількості країн розвиваються їм необхідно все більше і більше енергії. З цієї причини багато країн не можуть відмовитися від викопних джерел енергії, так якщо вони перестануть їх використовувати їм банально не вистачить енергії. Це одна з причин чому ми повинні розвивати альтернативні джерела енергії.

Якщо ми будемо виробляти більшу кількість енергії через альтернативні джерела, то ми зможемо витіснити частку викопних джерел енергії, тим самим поліпшити екосистему планети. Так само ми зможемо отримувати енергію безпосередньо там, де вона потрібна і не витрачати ресурси на її транспортування і це дає великий потенціал на віддаленій місцевості.

У світі серед більшості видів енергії геотермальна енергія[2] є мало розвиненою, хоча це дуже недооцінений вид енергії. Так як наша планета виділяє гігантську кількість тепла, котре можна використовувати для опалення. Енергія землі є відновлюваної та практично невичерпна, при охолодженні ядра всього на 1 ° С виділяється дуже велика кількість тепла, яке в 10000 разів перевищує енергію всіх викопних ресурсів на нашій планеті і в мільйони разів перевищує кількість споживаної енергії людства за рік.

Геотермальна енергетика це дуже перспективний напрямок, так як в світі люди витрачають дуже багато енергії на нагрів води для опалення приміщень і повітря для домашнього та промислового використання. Основними лідерами з виробництва геотермальної енергії є США, Філіппіни, Мексика, Італія, Ісландія, Кенія, Японія і всі ці країни активно нарощують використання геотермальної енергії.

Робота геотермального опалення схожа з принципом роботи холодильника, де ключовим елементом системи є геотермальний насос включених в два контури. Головна різниця полягає в тому, що завдяки енергії землі, ми можемо підігріти воду або антифриз в другому контурі, який знаходиться під землею і ефективність теплового насоса в порівнянні з кондиціонером зростає в рази, ми тепер отримаємо з 1 кВт електроенергії до 4-5 кВт теплової енергії , а звичайний кондиціонер дасть нам це співвідношення рівне 1 кВт до приблизно 1кВт.

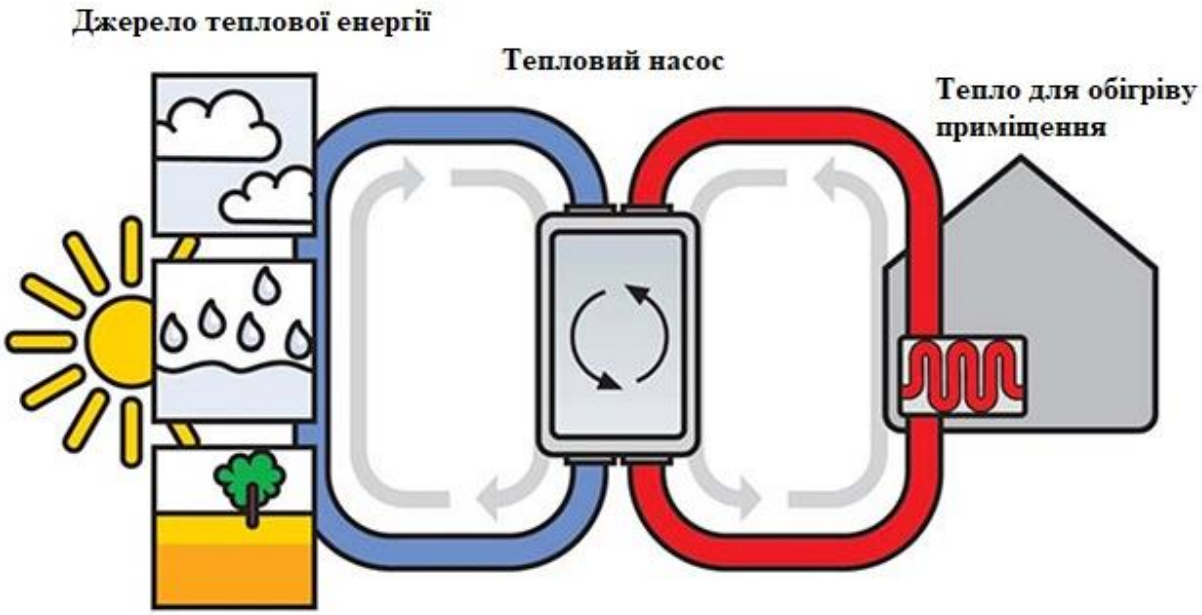


Рис. 1.1. Контурний тип

Всі ці особливості дають нам можливість використовувати енергію землі і тим самим зменшити втрати енергії по відношенню до інших джерел енергії, так як ефективність геотермальної енергії є дуже вигідною. Теплові насоси можуть використовуватися для опалення або охолодження будівель[3].

Так як енергія землі практично невичерпна, люди використовують її для економії своїх грошей.

Мета роботи – розрахувати теплові втрати будинку при опаленні геотермальною системою, обчислити ефективність цієї системи, визначити потрібний тип теплообмінника і теплового насоса для задоволення вимог домогосподарства в гарячій воді при холодній погоді.

1.2 Класифікація та типи геотермальних систем

Тепловий насос - це пристрій, який використовують для нагрівання та охолодження будинків, завдяки перенесенню теплової енергії з більш холодного простору в тепле місце з використанням холодного циклу, напрямок є протилежним і передача тепла відбувається без застосування зовнішньої енергії[4].

У 1852 році вперше світу була представлена концепція теплових насосів британським фізиком Вільямом Томсоном, а після 1855 року Петера Ріттера фон Ріттінгера спроектований і встановив перший відомий тепловий насос.

Є три типи теплових насосів геотермальні і повітряні і третій тип, це ті які використовують паразитне тепло, яке необхідно утилізувати.

Геотермальний тепловий насос з горизонтальним відбором тепла.

Горизонтальний тип - це тип установки ефективний для житлових будівель, де є достатня кількість землі. Для використання даного типу необхідно викопати траншеї глибиною не менше 1,5 м. Найпоширеніша схема складається з двох труб, перша закопана на глибині 2 м, а інша на 1,8м або ж обидві на глибині 1,5 м або дві труби які ми поміщаємо бік про бік в глиб на 1,8м і траншея 1м. Так само краще закільцьовують труби це дозволить здешевити монтаж і зменшити площу розміщення[5].

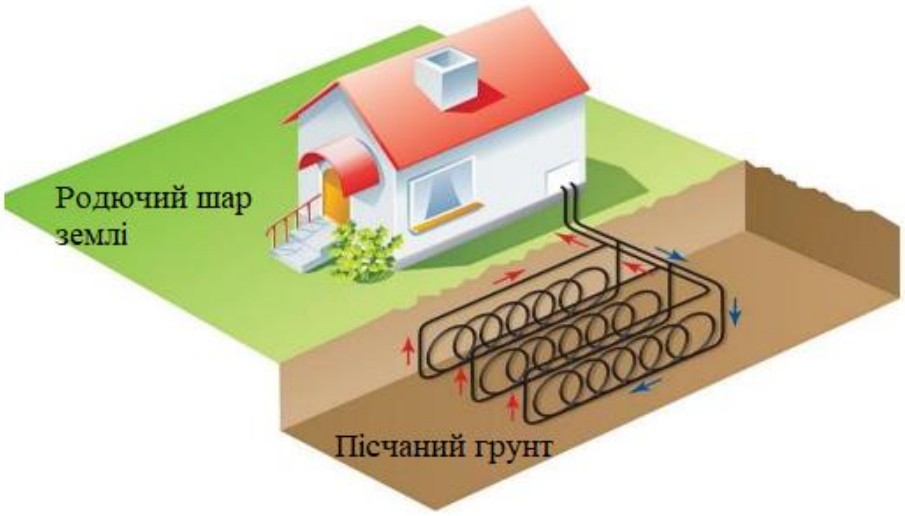


Рис. 1.2. Горизонтальний спіральний геотермальний насос

Головна умова розміщення цієї системи, щоб система труб перебувала нижче рівня промерзання землі. А головний мінус полягає в тому, що для будинку в 100м ² під труби необхідно 200м², якщо ділянка стара або вже зроблений ландшафт, то це викликає великі труднощі [5].



Рис. 1.3. Горизонтальний геотермальний насос

Геотермальний тепловий насос з вертикальним відбором тепла.

Вертикальний тип – цей тип дуже ефективно заощаджує простір і його використовують великі підприємства, для яких просто іноді не можливо використовувати горизонтальний тип через його недоліки. Вертикальний тип використовуються там, де є проблемою вирити траншеї, і даний тип мінімально псує ландшафтний дизайн.

Ця система закладається таким чином, бурять вертикальні отвори на відстані 5м один від одного і від 40м до 150м в глибину. У ці отвори закопують труби з U-вигином, утворюючи петлю і ці петлі з'єднуються з колектором і з'єднуються з тепловим насосом в будівлі[5].

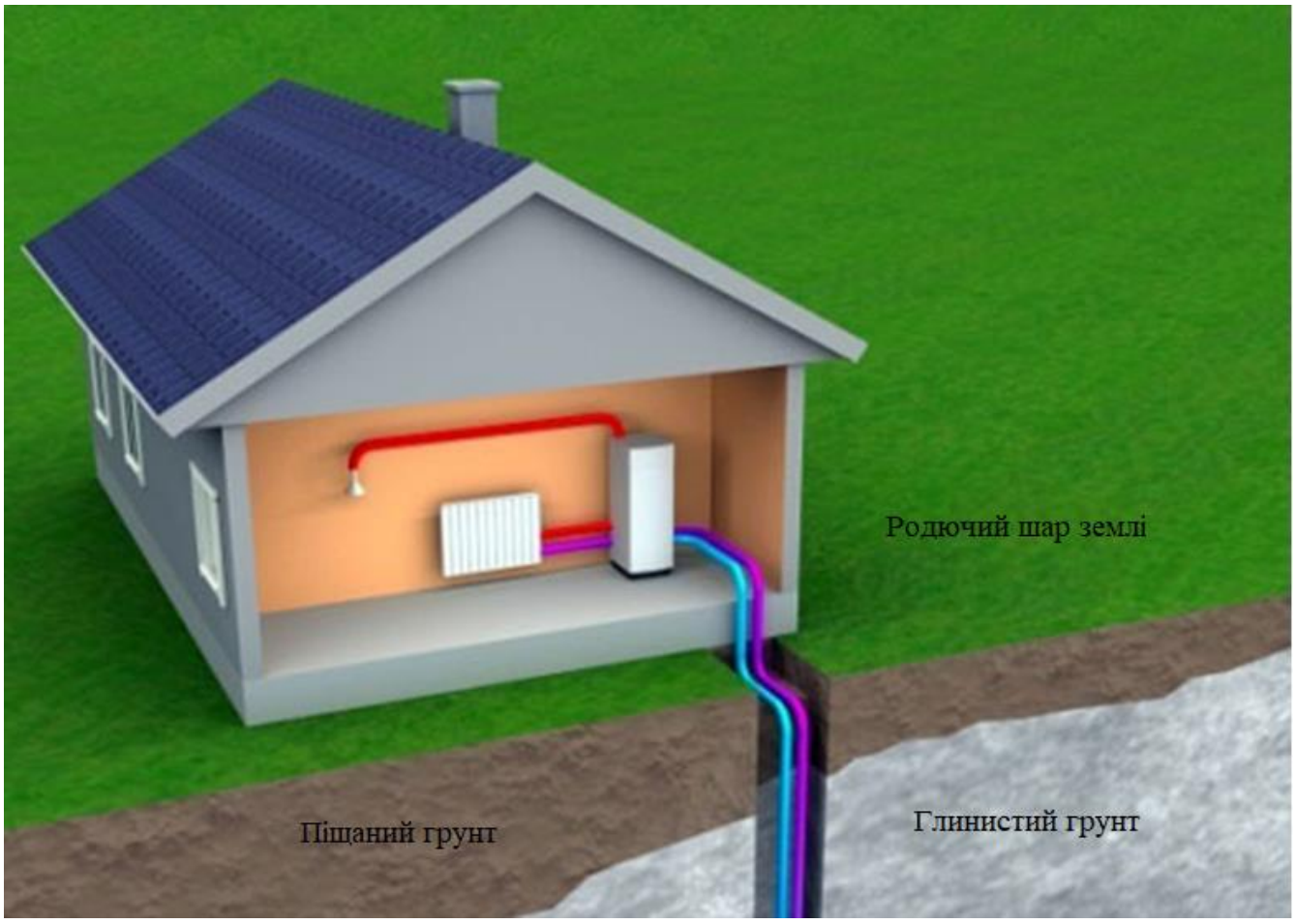


Рис. 1.4. Вертикальний геотермальний насос

Геотермальний тепловий насос типу вода-вода.

Водяні теплові насоси використовують тепло ґрунтових вод або відкритих водойм. Не завжди їх використання ефективно, воно залежить від середньорічною температурою ґрунтових вод 12-17 градусів. Щоб отримати тепло нам необхідно пробурити дві свердловини для відкачування та скидання води і глибина даних систем може бути до 100 метрів. А це дуже великі витрати, якщо система досягне цих 100 метрів.

Але у нас є вихід, якщо у нас є водойма, який знаходиться безпосередньо біля будинку і має не велику глибину, ми можемо встановити колектор на дні цього відкритого водоймища, так як там температура буде завжди більше 0 градусів. Це все дуже важливо, щоб нижня шари не промерзали в холодний період року.Для північних регіонів глибина повинна бути не менше трьох метрів, а рівень водойми постійний[5].

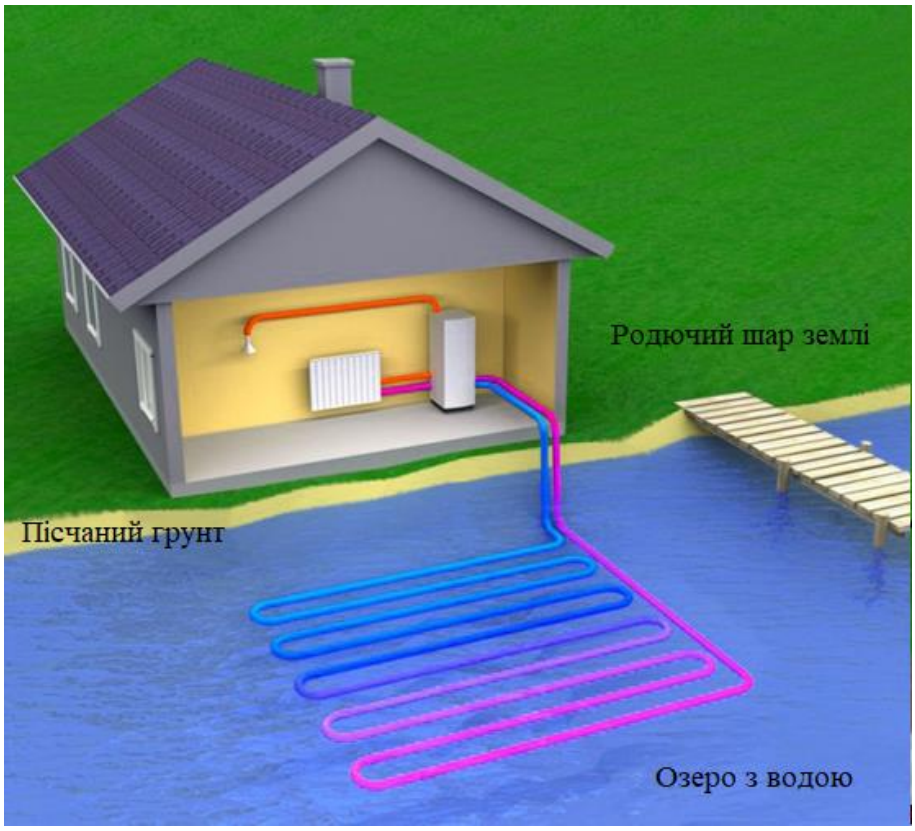


Рис. 1.5. Водяний тепловий насос

Ми розглянули основні види теплових насосів, з чого ми зможемо вибрати необхідний нам виходячи з наступних критеріїв[6]:

- Місце розташування об'єкта.
- Клімату в нашому районі.
- Скільки вільної землі біля нашого об'єкта, наявність поблизу водойм.
- Площа об'єкта, який необхідно обігріти.
- Фінансові витрати і можливості.

1.3 Порівняльна характеристика геотермальних систем

Тенденції сьогоднішнього днів показують, що все більше і більше людей переходять на геотермальну енергетику, так як це дуже вигідно в довгостроковій перспективі. Як ми дізналися існують різні види геотермальних джерел, а так само різні типи теплових насосів:

- компресорні, працюють використовуючи додаткові джерела енергії.
- абсорбція, працюють при використанні палива або електрики.

Вони так само відрізняються за ціною, характеристиками, конструкцією та енергоефективністю. І зробити остаточний вибір дуже нелегко.

Щоб зрозуміти на скільки ефективно використання геліоенергетики, я склав таблицю витрат на отримання 1 кВт тепла при використанні різних джерел енергії.

Таблиця 1.1

Порівняння вартості 1кВт тепла

Вид палива	Теплотворність палива	Коефіцієнт продуктивності COP теплового насоса	ККД	Вартість палива	Вартість отримання 1 кВт тепла, грн
Газ	5 кВт-г/м3	0	94%	7 грн/м3	2.5 грн
Електрика	1,0 кВт-г	0	98%	1.7 грн./кВт*г	1.7 грн.
Дизельне паливо	10,3 кВт-г/1 кг	0	90%	23 грн /л	2,2 грн.
Тепловий насос	4 кВт-г	1 кіловат споживає - 4 видає	98%	1.7 грн./кВт*г	0,45 грн.

Основні цілі для яких ми використовуємо геотермальну систему з тепловим насосом:

- ГВП
- Опалення або нагрівання води
- Підігрів басейнів

Зроблено порівняльну таблицю характеристик геотермальних систем, вивчивши їх основні характеристики і адаптував її для людей з різними потребами [7].

Таблиця 1.2

Порівняння видів геотермальних систем

Вид геотермального джерела	Переваги	Недоліки
Горизонтальний колектор	• Дуже добре підходять для будинків з **великими** ділянками. • Має високу довговічністю с більшою ефективністю. •	• Площа колектора повинна бути не менше площі будинку, необхідна **велика** ділянка. • Більш **висока** вартість; • Псується ландшафт ділянки більшої площі.
Вертикальні зонди	• Дуже добре підходять для будинків з **маленькими** ділянками. • Має високу довговічністю с більшою ефективністю. •	• Більш **висока** вартість;
Дно водойми	• Дуже добре підходять для будинків с ділянкою де є **водойма** достатньої глибини і розміру. • **Маленькі** витрати на облаштування. • Найбільш енергоефективний спосіб геотермального опалення.	• Потребує стабільного рівня води.

Продовження Таблиці 1.2

Вид геотермального джерела	Переваги	Недоліки
Загальні характеристики	• Витрати на експлуатацію та обслуговування мінімальні, експлуатаційна надійність і тривалий термін служби системи. • Високий ККД системи протягом усього року. У порівнянні з типом повітря-вода. • Стабільний високий COP - до 5,0. • Низькі експлуатаційні витрати. • Не існує ризик загоряння • Автономна робота системи	• У разі виходу з ладу потрібні складні ремонтні роботи. • Взимку монтаж неможливий. • Неправильний монтаж може спричинити за собою неефективну роботу обладнання.

РОЗДІЛ 2.
ОПИС ТА ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС БУДИНКУ

2.1 Об’єкт дослідження

Об'єкт нашого експерименту це приватний будинок в Україні, Запорізька область, місто Мелітополь. Об'єкт знаходиться у південно-східному кліматичному регіоні України. Місто знаходиться на півдні Запорізької області України.

Географічні координати приватного будинку 46°49′04″ п.ш. 35°20′45″ с.д.[8]

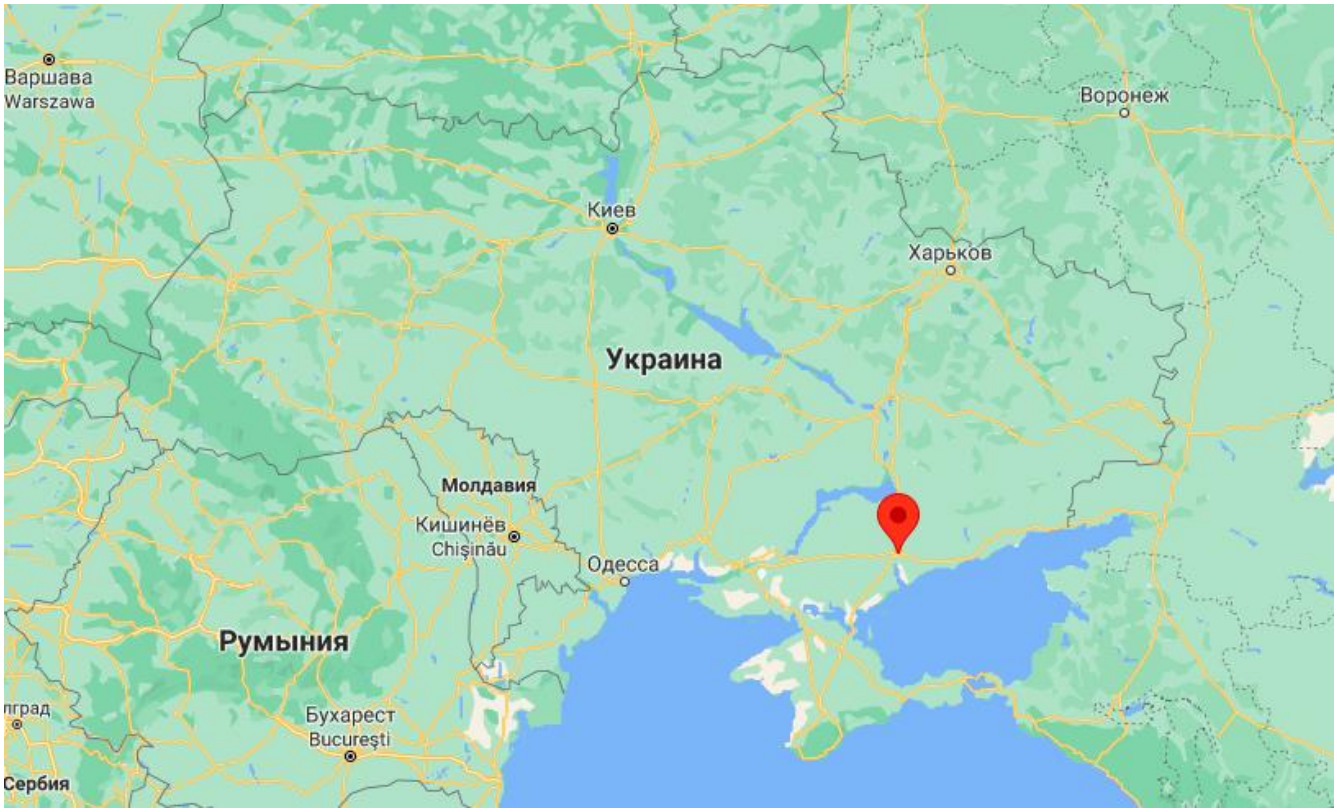


Рис. 2.1 Місцезнаходження об’єкту дослідження на карті України

Клімат в Мелітополі теплий помірно - континентальний з жарким та посушливим довготривалим літом і прохолодною зимою, яка є так само

малосніжною і дощовою, в регіоні дуже часто з'являються рвучкі вітри і бурі, які характерні для типово прибережного степу. Призначення приміщення – Житловий будинок

Вибираємо умови експлуатації згідно додатків А, Б, Г [9]:

- зона вологості – волога;
- відносна вологість повітря в приміщенні – (50 – 60) %;
- умови експлуатації в залежності від зони вологості – Б;
- температура найбільш холодних п’яти діб $t_{н5}$ = -26 ℃;
- температура найбільш холодної доби $t_{н1}$ = -21 ℃;
- температура внутрішнього повітря $t_{вн}$ = +23 ℃.
- середня кількість опадів на рік 390 - 430 мм.

Територія міста Мелітополь знаходиться в Причорноморській низовині і на кордоні з Приазовською височиною. Яка є на поверхні слаборозчленовані плоскою низинній рівниною, яка знижується до Азовського моря[10].

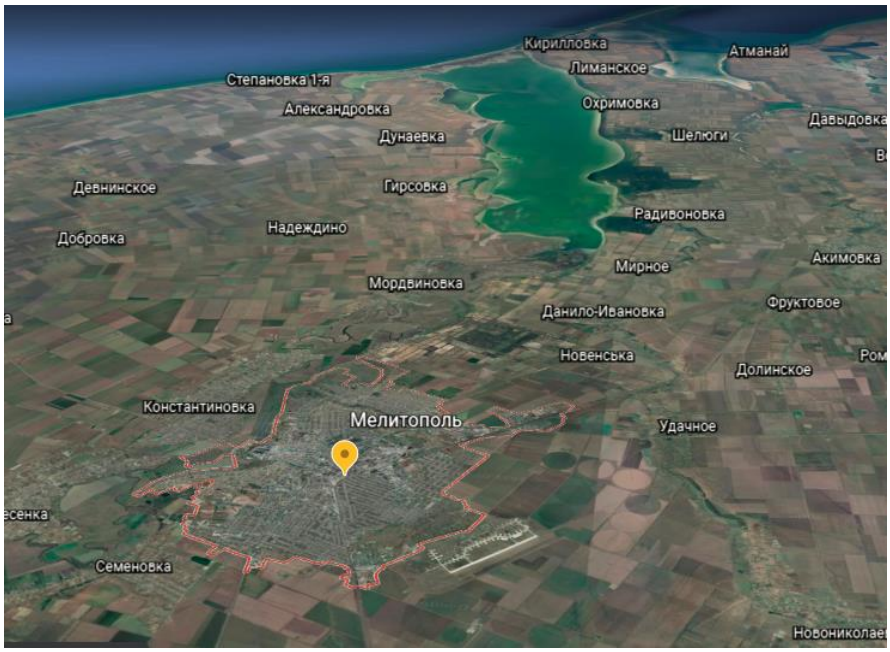


Рис. 2.2 Місцезнаходження об’єкту дослідження відносно Азовського моря

Поблизу Мелітополя є значна кількість водойм, які звісно впливають на клімат Мелітопольського району. З Азовського моря вітри досягають міста і це дуже впливає на клімат міста. В місто потрапляє значна кількість вітрів, так як він відкритий з усіх напрямків.

2.2 Тепловий баланс об’єкту досліджень

Нам необхідно дізнатися, який тепловий баланс нашого будинку, це необхідно для визначення потужності нашого теплового насоса, вибору типу теплового насоса, так само це необхідно для того щоб підібрати оптимальну температуру в приміщенні при різних умовах за його межами.



Рис. 2.3 Фото приватного будинку (об’єкту для розрахунку)

З цього всього ми зрозуміємо скільки тепла необхідно для нашого приміщення та зможемо оптимального підібрати економне обладнання, яке нам необхідно під потреби сім'ї, яка проживає в нашому об'єкті. Нам необхідно розрахувати тепловий баланс будинку і дізнатися скільки тепла витрачається всередині нашого об'єкта для обігріву повітря і скільки тепла витрачається через зовнішні конструкції. Метою нашої роботи є зрозуміти, які тепловтрати відбуваються в будинку, а саме в яких місцях і як ми їх можемо ефективно усунути. Нам необхідно знати реальний опір вікон, стін, стелі та підлоги, щоб порахувати середньо річні втрати будинку. У моїх розрахунках я враховую навколишнє середовище, регіон в якому знаходиться об'єкт дослідження, технічні характеристики об'єкта. З огляду на все це, я вважаю фактичний опір теплопередачі об'єкта з його зовнішніми конструкціями. Далі я переконався, що мої дані збігаються з нормативними даними, це дало мені зрозуміти що наш об'єкт відповідає нормам. В першу чергу необхідно провести розрахунки, щоб знайти втрату теплоти через зовнішні стіни, це означає, що нам необхідно знайти фактичний опір теплопередачі. Для полегшення розрахунків намалюємо таблицю огороджувальних конструкцій об'єкта в яку впишемо технічні характеристики.

Згідно «СНиП II-3-79 от 1979-07-01» коефіцієнт зовнішньої поверхні та внутрішньої дорівнює.

$$\alpha_{\text{звн}} = 23\ \text{Вт}/м^2{}^\circ C, \quad \alpha_{\text{вн}} = 8{,}7\ \text{Вт}/м^2{}^\circ C\ [11]\,.$$

Ми знаємо всі необхідні дані зовнішніх конструкцій і необхідно дізнатися внутрішнє опір використовуючи цю формулу [12]:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \cdots \frac{\delta_{\text{n}}}{\lambda_{\text{n}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} \qquad (2.1)$$

Таблиця 2.1

Характеристики зовнішніх стін будинку

Найменування матеріалу	**Позначення**	**Характеристика**
Товщина штукатурки (Вапняно-піщаний розчин)	$\delta_{\text{шт}}$	0,01 *м*
Коефіцієнт теплопровідності штукатурки	$\lambda_{\text{шт}}$	0,7 Вт/*м℃*
Товщина стіни (Червона щільна цегла)	$\delta_{\text{ст1}}$	0,4 *м*
Коефіцієнт теплопровідності стіни	$\lambda_{\text{ст1}}$	0,67 Вт/*м℃*
Товщина стіни (Силікатна щільна цегла)	$\delta_{\text{ст2}}$	0,1 *м*
Коефіцієнт теплопровідності стіни	$\lambda_{\text{ст2}}$	0,5 Вт/*м℃*
Зовнішній коефіцієнт теплообміну	$\alpha_{\text{звн}}$	23 Вт/$м^2$℃
Внутрішній коефіцієнт теплообміну	$\alpha_{\text{вн}}$	8,7 Вт/$м^2$℃

Таблиця 2.2

Характеристики стелі будинку

Найменування матеріалу	**Позначення**	**Характеристика**
Товщина штукатурки (Вапняно-піщаний розчин)	$\delta_{\text{шт}}$	0,01 *м*
Коефіцієнт теплопровідності штукатурки	$\lambda_{\text{шт}}$	0,7 Вт/*м℃*
Товщина дерев'яної перекладини (Дубові балки)	$\delta_{\text{осн}}$	0,1 *м*
Коефіцієнт теплопровідності дерев'яної перекладини	$\lambda_{\text{осн}}$	0,41 Вт/*м℃*
Товщина ізоляції (Мати мінераловатні прошивні ГОСТ 21880-76)	$\delta_{\text{із}}$	0,1 *м*
Коефіцієнт теплопровідності ізоляції	$\lambda_{\text{із}}$	0,07 Вт/*м℃*
Зовнішній коефіцієнт теплообміну	$\alpha_{\text{звн}}$	23 Вт/$м^2$℃

Таблиця 2.3

Характеристики підлоги будинку

Найменування матеріалу	**Позначення**	**Характеристика**
Товщина основи (Вапняно-піщаний розчин)	$\delta_{\text{осн}}$	0,02 *м*
Коефіцієнт теплопровідності основи	$\lambda_{\text{осн}}$	0,7 Вт/*м℃*
Товщина основи (Залізобетон)	$\delta_{\text{бт}}$	0,25 *м*
Коефіцієнт теплопровідності основи	$\lambda_{\text{бт}}$	1,92 Вт/*м℃*
Товщина підлогового покриття (Лінолеум багатошаровий ГОСТ 14632-79)	$\delta_{\text{покр}}$	0,005*м*
Коефіцієнт теплопровідності підлогового покриття	$\lambda_{\text{покр}}$	0,38 Вт/*м℃*
Зовнішній коефіцієнт теплообміну	$\alpha_{\text{звн}}$	23 Вт/$м^2$℃

Таблиця 2.4

Характеристики вікон будинку

Найменування матеріалу	**Позначення**	**Характеристика**
Товщина склопакету (Скло віконне ГОСТ 111-78)	$\delta_{\text{ск}}$	$0{,}004\ м$
Коефіцієнт теплопровідності штукатурки	$\lambda_{\text{ск}}$	0,76 Вт/$м℃$
Кількість віконних склопакетів	$шт$	2
Зовнішній коефіцієнт теплообміну	$\alpha_{\text{звн}}$	23 Вт/$м^2℃$
Внутрішній коефіцієнт теплообміну	$\alpha_{\text{вн}}$	8,7 Вт/$м^2℃$

- Фактичний опір стіни:

$$R_{\text{стіни}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{ст1}}}{\lambda_{\text{ст1}}} + \frac{\delta_{\text{ст2}}}{\lambda_{\text{ст2}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} + \frac{0{,}01\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}4\text{м}}{0{,}67\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}1\text{м}}{0{,}5\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}01\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} = 0{,}98\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}} \quad (2.2)$$

- Фактичний опір стелі:

$$R_{\text{стелі}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{др}}}{\lambda_{\text{др}}} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_{\text{др}}}{\lambda_{\text{др}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} + \frac{0{,}01\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + + \frac{0{,}1\text{м}}{0{,}41\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}1\text{м}}{0{,}07\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + + \frac{0{,}07\text{м}}{0{,}41\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}01\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} = 2{,}02\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}} \quad (2.3)$$

- Фактичний опір підлоги:

$$R_{\text{підлоги}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}} + \frac{\delta_{\text{бт}}}{\lambda_{\text{бт}}} + \frac{\delta_{\text{покр}}}{\lambda_{\text{покр}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} + \frac{0{,}02\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}25\text{м}}{1{,}92\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}005\text{м}}{0{,}38\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} = 0{,}33\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}} \quad (2.4)$$

- Фактичний опір вікон:

$$R_{\text{вікон}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{ск}}}{\lambda_{\text{ск}}} + \frac{\delta_{\text{ск}}}{\lambda_{\text{ск}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} + \frac{0{,}004\text{м}}{0{,}76\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{0{,}004\text{м}}{0{,}76\frac{\text{Вт}}{\text{м°C}}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}} = 0{,}167\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}} \quad (2.5)$$

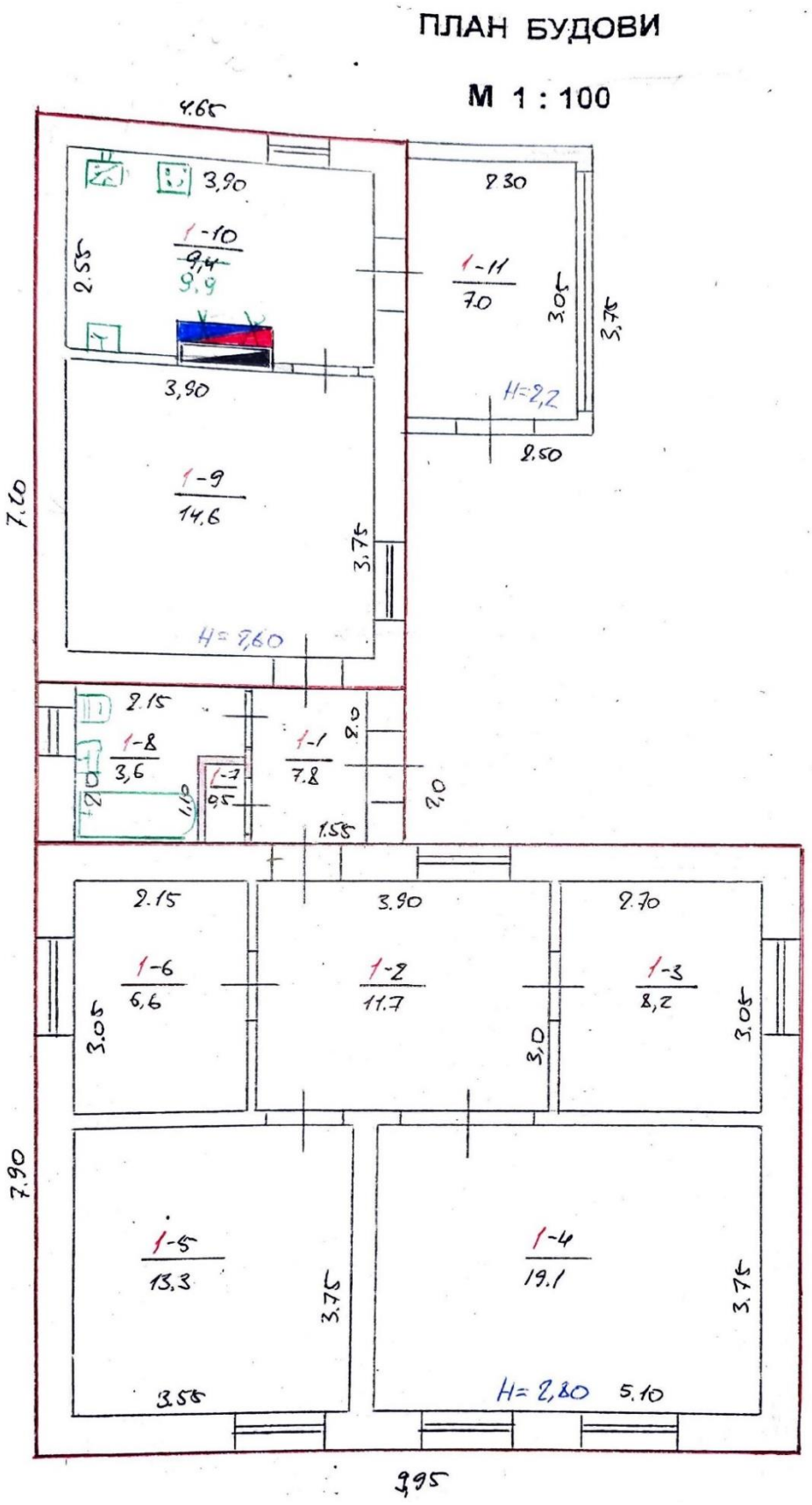


Рис. 2.5. План будови

Я розрахував фактичний опір і в порівнянні з нормативним опором ДБН В.2.6-31:2016[14], ми бачимо, фактичний опір не задовольняє нормам і нам необхідно розрахувати и провести утеплювальні роботи.

Розрахуємо тепловтрати будівлі з нашим фактичним опор який не відповідає нормам, щоб оцінити втрати тепла після утеплення - Q , через огороджувальні конструкції - $\sum Q_1$, так само необхідно враховувати тепловтрати для нагріву вентиляції повітря- Q_2 .

Виконаємо розрахунки наших даних за формулою [15]:

$$Q = \sum Q_1 + Q_2 \tag{2.6}$$

$$Q_1 = \frac{1}{R} \cdot A \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \tag{2.7}$$

$$Q_2 = 0.337 \cdot A_{\text{підлоги}} \cdot h \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \tag{2.8}$$

Площа ми порахуємо з документації плану будинку:

- Тепловтрати через стіни:

Середньорічна зовнішня температура ($t_{\text{зовн}}$) в місті Мелітополь 10,5℃ .

$$Q_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\text{стіни}}} \cdot A_{\text{стіни}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$
$$= \frac{1}{0{,}98 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 138{,}8\text{м}^2 \cdot (23℃ - 10{,}5℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \tag{2.9}$$
$$= 1858{,}92\text{Вт}$$

- Тепловтрати через стелю:

$$Q_{\text{стелі}} = \frac{1}{R_{\text{стелі}}} \cdot A_{\text{стелі}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$
$$= \frac{1}{2{,}02 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 120\text{м}^2 \cdot (23℃ - 10{,}5℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}75 = \tag{2.10}$$
$$= 584{,}77\ \text{Вт}$$

- Тепловтрати через підлогу:

Зовнішня середньорічна температура грунту ($t_{\text{зовн}}$) міста Мелітополь 10,5℃ [16].

$$Q_{\text{підлоги}} = \frac{1}{R_{\text{підлоги}}} \cdot A_{\text{підлоги}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$
$$= \frac{1}{0{,}33\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 120\text{м}^2 \cdot (23℃ - 10{,}5℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}6 = \quad (2.11)$$
$$= 2863{,}63\ \text{Вт}$$

- Тепловтрати через вікна:

$$Q_{\text{вікна}} = \frac{1}{R_{\text{вікон}}} \cdot A_{\text{вікон}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$
$$= \frac{1}{0{,}167\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 15\text{м}^2 \cdot (23℃ - 10{,}5℃) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \quad (2.12)$$
$$= 1178{,}89\ \text{Вт}$$

- Тепловтрати для нагріву вентиляційного повітря:

$$Q_2 = 0.337 \cdot A_{\text{підлоги}} \cdot h \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) =$$
$$= 0{,}377 \cdot 120\text{м}^2 \cdot 2{,}8_{\text{м}^2} \cdot (23℃ - 10{,}5℃) = 1583{,}4\ \text{Вт} \quad (2.13)$$

Тепер. ми дізнаємося тепловтрати всього будинку:.

- Тепловтрати всього будинку:

$$Q = \sum Q_1 + Q_2 = Q_{\text{стіни}} + Q_{\text{стелі}} + Q_{\text{підлоги}} + Q_{\text{вікна}} + Q_2 =$$
$$= 1858{,}92 + 584{,}77 + 2863{,}63 + 1178{,}89 + 1583{,}4 =$$
$$= 8069{,}61\ \text{Вт} \quad (2.14)$$

Таблиця 2.5

Теплові втрати будинку через огороджуючи конструкції до утеплення

Тип огородження	Площа огородження,$м^2$	1 / R $Вт/(м^2 \cdot К)$	$(t_в – t_н)$, °С	Σβ	Тепловтрати, кВт
стіни	138,8	1/0,98	12,5	1,05	1,858
стеля	120	1/2,02	12,5	1,05	0,587
вікна	15	1/0,167	12,5	1,05	1,178
підлога	120	1/0,33	12,5	1,05	2,863
Витрата тепла на вентиляцію					1,583
Сума					8,069

2.3 Рекомендації для зменшення тепловтрат об’єкту дослідження

Провівши розрахунки, ми бачимо що тепло втрати є дуже значними, ми повинні визначити, що ми можемо зробити, щоб зменшити ці втрати. Ми виявили, що велика частка втрат припадає на підлогу, стіни і вікна.

Почнемо утеплення з підлоги, так як тут найбільші тепловтрати і ще не маловажний факт, ми будемо використовувати систему опалення тепла підлога і нам треба зменшити тепловтрати для можливого використання цієї системи. Зробити це ми можемо додавши шар теплоізоляції з ековати з коефіцієнтом теплопровідності $0{,}42\ \frac{Вт}{м°С}$[16]. Проведено розрахунки з новими даними:

$$R_{\text{підлоги}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}} + \frac{\delta_{\text{бт}}}{\lambda_{\text{бт}}} + \frac{\delta_{\text{покр}}}{\lambda_{\text{покр}}} + \frac{\delta_{\text{ізол}}}{\lambda_{\text{ізол}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} =$$

$$\frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}} + \frac{0{,}02\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + + \frac{0{,}25\text{м}}{1{,}92\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{0{,}005\text{м}}{0{,}38\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{0{,}2\text{м}}{0{,}42\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}} = 0{,}8\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}} \quad (2.15)$$

$$Q_{\text{підлоги}} = \frac{1}{R_{\text{підлоги}}} \cdot A_{\text{підлоги}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$

$$= \frac{1}{0{,}8\frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 120\text{м}^2 \cdot (23\text{°С} - 10{,}5\text{°С}) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 0{,}6 = \quad (2.16)$$

$$= 1181{,}25\ \text{Вт}$$

Утеплення підлоги дозволило нам зменшити тепловтрати в 2,5 рази, а це на 1682,38 Вт менше минулих розрахунків.

Наступне велике джерело втрат це стіни, ми будемо використовувати теплоізоляційній шар із пінопласту[17] з коефіцієнтом теплопровідності $0{,}04\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}$ Проведено розрахунки з новими даними:

$$R_{\text{стіни}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_{\text{ст1}}}{\lambda_{\text{ст1}}} + \frac{\delta_{\text{ст2}}}{\lambda_{\text{ст2}}} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{звн}}} = \frac{1}{8{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}} + \frac{0{,}01\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{0{,}4\text{м}}{0{,}67\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{0{,}1\text{м}}{0{,}04\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} +$$

$$\frac{0{,}1\text{м}}{0{,}5\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{0{,}01\text{м}}{0{,}7\frac{\text{Вт}}{\text{м°С}}} + \frac{1}{23\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°С}}} = 3{,}48\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}} \quad (2.17)$$

$$Q_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\text{стіни}}} \cdot A_{\text{стіни}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$

$$= \frac{1}{3{,}48\frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 138{,}8\text{м}^2 \cdot (23\text{°С} - 10{,}5\text{°С}) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \quad (2.18)$$

$$= 523{,}5\text{Вт}$$

Утеплення підлоги дозволило нам зменшити тепловтрати в 3,5 рази, а це на 1335,42 Вт менше минулих розрахунків.

У нашому будинку встановлені вікна з такими характеристиками:

-товщина скла 4мм

-фактичній опір 0,167

Для зменшення тепловтрат поміняємо наші вікна на вікна нового зразка з теплозберігаючим склопакетом для теплих вікон типу 4i-14Ar-4-16Ar-4i, з

фактичним опором передачі тепла 1,65[18]. Проведено розрахунки з новими даними:

$$Q_{\text{вікна}} = \frac{1}{R_{\text{вікон}}} \cdot A_{\text{вікон}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n =$$
$$= \frac{1}{1{,}65\ \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}} \cdot 15\text{м}^2 \cdot (23\text{℃} - 10{,}5\text{℃}) \cdot (1 + 0{,}05) \cdot 1 = \quad (2.19)$$
$$= 119{,}31\ \text{Вт}$$

Заміна вікон дозволила нам зменшити тепловтрати в 10 разів, а це на 1060,59 Вт менше минулих розрахунків.

Зробивши ці зміни на вдалося зменшити тепловтрати на 4078,39 Вт

Таблиця 2.6

Теплові втрати будинку через огороджуючи конструкції після утеплення

Тип огородження	Площа огородження, $м^2$	1 / R $Вт/(м^2 \cdot К)$	$(t_в - t_н)$, °C	Σβ	Тепловтрати, кВт
Стіни	138,8	1/3,48	12,5	1,05	0,523
Стеля	120	1/2,02	12,5	1,05	0,587
Вікна	15	1/1,65	12,5	1,05	0,119
підлога	120	1/0,8	12,5	1,05	1,181
Витрата тепла на вентиляцію					1,583
Сума					3,993

РОЗДІЛ 3.
СКЛАДОВІ ЧАСТИНИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ СИСТЕМ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Обґрунтування вибору системи опалення «тепла підлога»

Сьогодні все більше домогосподарств використовують геотермальні системи для ГВП та опалення. Нам необхідно зрозуміти на скільки це вигідно для нас і чи є в цьому сенс, щодо фінансових витрат.

Я покладаючись на розрахунки тепловтрат, які я зробив раніше можу сказати, що втрати тепла після проведеного утеплення знаходяться в нормі, а джерела цих втрат у нас зовнішні конструкції, стіни, вікна, стеля, підлога. Отже, ми можемо встановити в наш будинок систему, яка називається тепла підлога.

Система теплої підлоги ідеально підходить для теплового насоса, так як його максимальна температура 60 ° С. Ми виберемо систему вертикального розташування, так як на нашій ділянці не так багато вільного місця. Це нам дозволить використовувати ефективно тепловий насос з коефіцієнтом 1: 5, а так само використовувати його для охолодження і кондиціонування нашого будинку, як в зимовий час так і в літній. Для нас це дуже важливо, тому що ми хочемо використовувати систему всю зиму.

Досліджуючи ринок теплових насосів вода-вода, був знайдений український виробник теплових насосів з прекрасними характеристиками, які підходять під наші цілі.[19]

Вибираємо відповідну нам систему з цих параметрів:

- Сор в режими B0W35: Теплоносій подається з температурою 0° С, а в систему опалення йде теплоносій з температурою 35 ° С. Такий режим буде використовуватися, коли при закінченні опалювального сезону, коли буде

використаний потенціал запасу тепла в сухому ґрунті. Сухий ґрунт - глина, пісок без води. Сор в режими B5W35: Теплоносій подається з температурою 5 ° С, а в систему опалення йде теплоносій з температурою 35 ° С

Але можна зробити так, щоб завжди використовувався режим B5W35, для цього необхідно виконати такі умови:

- Повинно бути достатня кількість свердловин.
- І низько температурна система опалення (тепла підлога або аналогічні системи).

Ось по одній з цих причин, ми і переходимо на систему тепла підлога, так як температура для нагріву це системи повинна бути не більше 60 ° С, тоді як у звичайній системі з радіаторним опаленням це 90 ° С.

Так само обираємо модель GS-12, так як вона оптимально підходить під наш об'єкт, а саме для його площі і тепловтрат [19].

Таблиця 3.1

Характеристики теплового насосу Geosun

Модель	GS-08	GS-10	GS-12	GS-16	GS-18	GS-21	GS-25
Теплова потужність в режимі B0W35, Квт./год.	8,84	10,50	12,70	16,65	18,45	21,40	25,80
Споживання в режимі B0W35, Квт./год.	2,16	2,54	3,00	3,87	4,22	4,88	5,58
Сор в режимі B0 W35	4,09	4,13	4,23	4,30	4,37	4,38	4,62
Теплова потужність в режимі B5W35, Квт./год.	10,16	12,07	15,92	19,25	21,50	25,10	30,14
Споживання в режимі B5W35, Квт./год.	2,20	2,59	3,23	3,88	4,27	4,91	5,67
Сор в режимі B5W35	4,61	4,66	4,92	4,96	5,03	5,11	5,31



Рис. 3.1 Тепловий насос Geosun

Водяна тепла підлога (ВТП) - це високоефективна технологія опалення об'єкта, використовуючи поверхню підлоги, як джерело ідеального розподілу тепла. Він розташовується між підлогою і покриттям підлоги і по ньому циркулює теплоносій. Для доцільності використання теплої підлоги і мінімізації втрат укладають шар теплоізоляції, індивідуально для кожного об'єкта [20]. Як це працює, теплоносій передає тепло навколо матеріалу труб і на поверхні, що знаходяться навколо контурів теплої підлоги (стяжка, пісок, метал тощо) і потім тепло передається вже на чистове покриття з його термічним опором. Тепла підлога володіє великою тепловіддачею, а значить відмінно випромінює тепло, яке відразу випромінює в

нижній частині кімнати, де знаходиться людина і рівномірно прогріває верх кімнати, коли ж звичайні радіаторні системи розповсюджують тепло безпосередньо в навколишній простір, залишаючи при цьому холодні і перегріті зони.

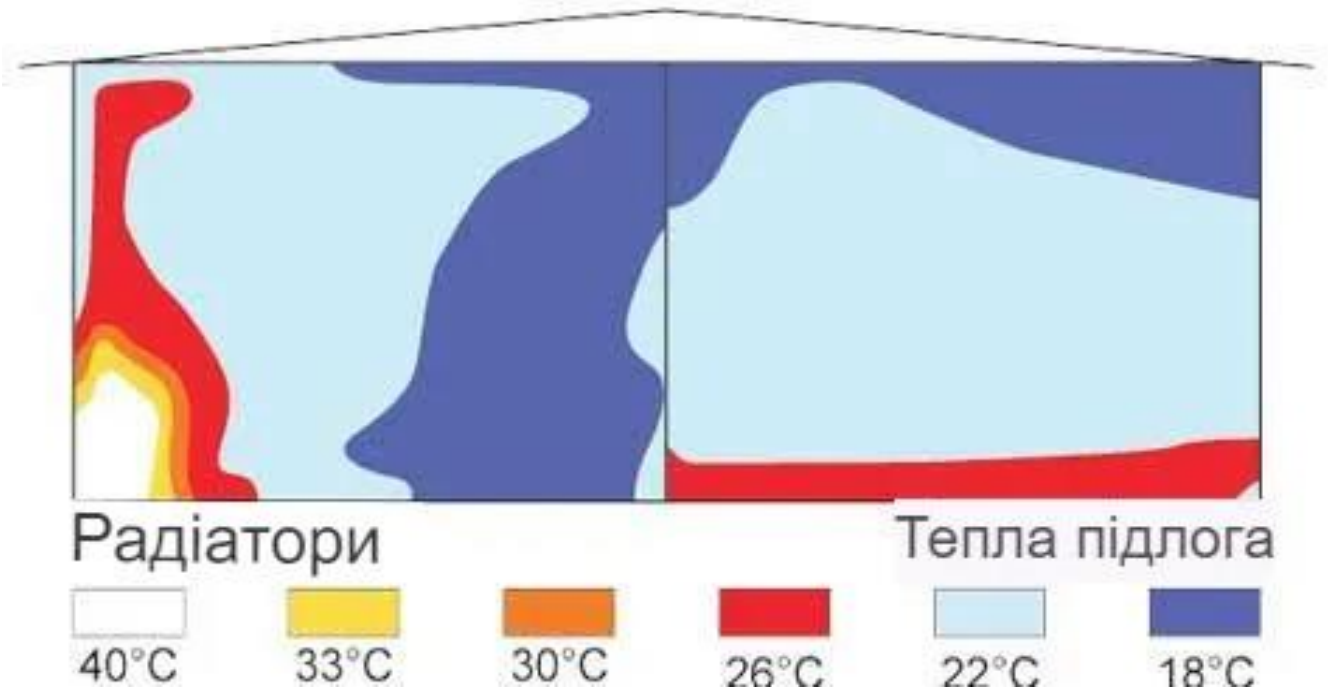


Рис. 3.2 Розподіл температури, радіаторна система та тепла підлога.

Як раніше було сказано, люди відчувають себе дуже добре, коли ноги в теплі, а голова на прохолодному рівні. І це ще один плюс на користь теплої підлоги, щодо радіаторної системи, де за рахунок конфекції повітря піднімається вгору, а потім охолоджується і опускається в низ. Використання плоского обігрівача, як тепла підлога створює сприятливий мікроклімат, де б вони не знаходилися, що не можна сказати про радіаторний тип.

3.2 Розрахунок довжини і об'єму контурів теплої підлоги

Щоб визначити якої потужності нам необхідний тепловий насос, необхідно дізнатися скільки необхідно енергії для нагріву теплої підлоги в нашому будинку і для гарячої води.

Щоб зрозуміти чи зможе ця система замінити нашу традиційну систему з радіаторним опаленням, а саме газовий котел. Для цього визначимо скільки буде води в нашій системі тепла підлога і для нагріву гарячої води.

У будинку постійно проживає 3 дорослих людини, візьмемо за норму для однієї людини в день 50л води, і всі інші побутові прилади, прання, миття посуду, це ще 40л води в день. Отже на добу нам необхідно в середньому 190л води.

Тепер потрібно з'ясувати скільки потрібно води для теплої підлоги, для цього потрібно розрахувати характеристики і розміри теплої підлоги, а так само діаметри труб і їх довжину.

Опалювати будемо тільки житлові кімнати, а так само кухню і туалет. Площа наших приміщень, зала - 19,1 квадратних метра, кухня - 9,9 квадратних метра, спальня 1 - 6,6 квадратних метра, спальня 2 - 8,2 квадратних метра, спальня 3 - 13,3 квадратних метра, кімната відпочинку - 14,6 квадратних метра і туалет - 3,6 квадратних метра. Загальна площа опалювальних приміщень - 75,3 квадратних метра.

Почнемо розрахунки нашої підлоги. Максимальна ефективна довжина теплої підлоги це 100м, через це ми його поділимо на різні контури, так як у довжину контурів падає тиск і їх ефективність зменшуються і нагрів відбувається не рівномірно і на виході температура води може стати холодною.

Для нашої системи будемо використовувати труби із зшитого поліетилена, так як система теплої підлоги вимагає якісних і надійних з'єднань, так як якщо станеться витік теплоносія, то буде необхідний ремонт ділянки, де це сталося з повною

заміною підлоги, краще зарання це передбачити. Ми будемо використовувати труби для теплої підлоги діаметром 16мм з кисневим бар'єром RBM PE-RT 16X2.[21]

Основні переваги труб з поліетілена:

- довговічність;
- простота експлуатації;
- легкість;
- гнучкість;
- екологічна безпека;
- стійкість до агресивних середовищ;

Для системи тепла підлога існують три способи укладання:

• Змійка

• Паралельна змійка (подвійна).

• Спіраль

Давайте дізнаємося, якої довжини буде контур в кімнаті 10 квадратних метрів, нам це необхідно, щоб визначити скільки контурів ми будемо робити в залі площею 20 квадратних метрів, з огляду на, що рекомендована довжина контрура 80м, а максимальна 100м. Використовуючи тип укладання теплої підлоги «Змійка».

Вибір укладання типу змійка був зроблений на підставі призначення нашого опалення, форми приміщення, а так важливо врахувати такі фактори, як:

• Труби повинні в першу чергу бути спрямовані до найхолоднішою зоні кімнати, це стіни (зовнішні), вікна та інші джерела підвищеної втрати тепла.

• Коливання температур в петлі має бути не більше 5 ° С, для максимальної ефективності та уникнення нерівномірного розподілу тепла.

• Матеріали повинні бути якісно підібрані і одного матеріалу.

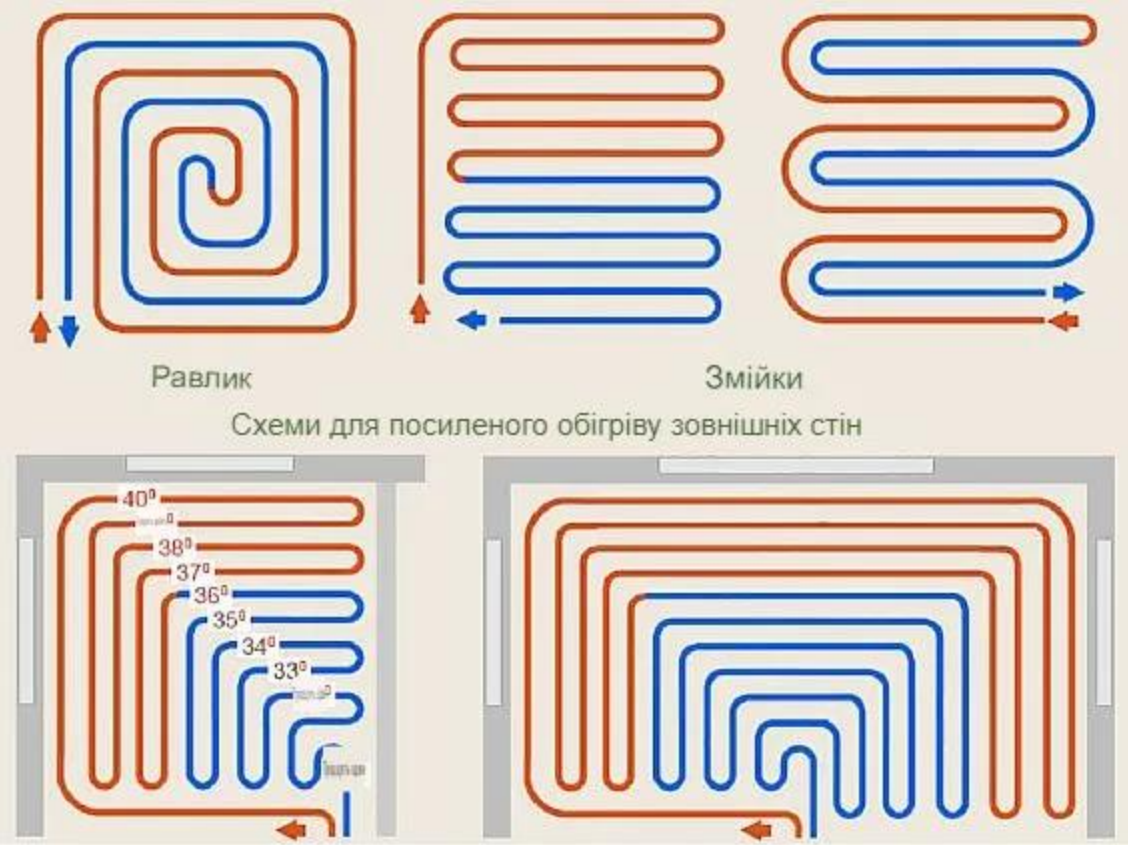


Рис. 3.3 Види укладання теплої підлоги

Для визначення довжини труб для одного контуру площею 10 квадратних метро скористаємося універсальною формулою для визначення довжини труб теплої підлоги типу «Змійка»[22]:

$$L=\left(\frac{S}{n}\right)\cdot 1{,}1+(L_0\cdot 2) \qquad (3.1)$$

де S – площа поверхні підлоги.

n – крок для укладання петель, який найчастіше дорівнює 200мм.

L_0 – довжина труби від нагрівача до контуру.

1,1 – коефіцієнт запасу.

Розрахунок для кімнати площею 10 квадратних метрів:

$$L_1 = \left(\frac{10}{0,2}\right) \cdot 1,1+(5 \cdot 2)=65м \quad (3.2)$$

На підставі розрахунків, довжина теплоносія нам ідеально підходить і менше 80м і буде оптимальною для одного контуру, отже приходимо до висновку, що залу ми розділимо на два контури. Для визначення довжини труб для зали площею 19,1 квадратних метра, ділимо її на два контури 9,5 квадратних метра и 9,6 квадратних метра. Розрахунок довжини труб для першого контуру зали, площею 9,5 квадратних метра:

$$L_1 = \left(\frac{9,5}{0,2}\right) \cdot 1,1+(5 \cdot 2)=62,25м \quad (3.3)$$

Розрахунок довжини труб для другого контуру зали, площею 9,6 квадратних метра:

$$L_2 = \left(\frac{9,6}{0,2}\right) \cdot 1,1+(7 \cdot 2)=66,8м \quad (3.4)$$

Розрахунок довжини труб для кухні, площею 9,9 квадратних метра:

$$L_3 = \left(\frac{9,9}{0,2}\right) \cdot 1,1+(1 \cdot 2)=56,45м \quad (3.5)$$

Розрахунок довжини труб для спальні 1, площею 6,6 квадратних метра:

$$L_4 = \left(\frac{6,6}{0,2}\right) \cdot 1,1+(5 \cdot 2)=46,3м \quad (3.6)$$

Розрахунок довжини труб для спальні 2, площею 8,2 квадратних метра:

$$L_5 = \left(\frac{8,2}{0,2}\right) \cdot 1,1+(7 \cdot 2)=59,1м \quad (3.7)$$

Розрахунок довжини труб для спальні 3, площею 13,3 квадратних метра:

$$L_4 = \left(\frac{13,3}{0,2}\right) \cdot 1,1+(5 \cdot 2)=83,15м \quad (3.8)$$

Розрахунок довжини труб для кімнати відпочинку, площею 14,6 квадратних метра:

$$L_5 = \left(\frac{14,6}{0,2}\right) \cdot 1,1+(5 \cdot 2)=90,3м \quad (3.9)$$

Розрахунок довжини труб для спальні 1, площею 3,6 квадратних метра:

$$L_4 = \left(\frac{3,6}{0,2}\right) \cdot 1,1+(7 \cdot 2)=33,8м \quad (3.10)$$

Тепер знайдемо суму всіх контурів, щоб дізнатися сумарну довжину системи теплої підлоги.

$$L=\sum L=498{,}15\text{м} \tag{3.11}$$

Наша довжина підлоги 498,15м, а його діаметр 0,016м, згідно з цими даними обчислимо обсяг води системи теплої підлоги, знаючи що тепловим носієм буде вода:

$$V=L\cdot\left(\frac{d}{2}\right)^2\cdot\pi=498{,}15\cdot\left(\frac{0{,}016}{2}\right)^2\cdot 3{,}14=0{,}100\text{м}^3=100\text{л} \tag{3.12}$$

Виходить для роботи системи потрібно використовувати 100л води і нагріти її для обігріву будинку. Тепер визначимо скільки потрібно води для потреб всього будинку, що враховує нагрів води і використання її для потреб жителів і приладів.

$$V=V_{\text{опалення}}+V_{\text{ГВС}}=190+100=290\text{л} \tag{3.13}$$

Що не відчувати проблем в опаленні і використанні приладів потрібен акумуляторний бак на 300л.

Потрібно дізнатися скільки енергії потрібно витратити на нагрів цього обсягу води в баку для опалення та гарячої води для будинку в добу:

$$Q=m\cdot c\cdot\Delta t=m\cdot c\cdot(t_{\text{гар}}-t_{\text{хол}}) \tag{3.14}$$

$$(x+a)^n=\sum_{k=0}^{n}\binom{n}{k}x^k a^{n-k} \tag{3.15}$$

Переведемо МДж у кВт на годину:

$$Q=\frac{50{,}4\text{МДж}}{3{,}6\text{МДж}}=11{,}2\text{кВт}\cdot\text{год} \tag{3.16}$$

Робимо висновок, що для нагріву системи з 290 літра води нам необхідний тепловий насос на 12кВт в режимі B0W35, який забезпечить нам запас в потужності при режимі B5W35, який видає 15кВт і вся ця геотермальна система забезпечить наші потреби на 100% по використанню води для опалення та користування сім'ї з 3-х чоловік.

Проаналізувавши нашу систему з 300л акумулятором можна зробити висновок, що це вигідніше в 5 разів відносно газової системи опалення і наша система забезпечить нас 100% наявністю гарячої води цілий рік без додаткових джерел живлення, що і було НЕ основною, але так само головною нашою метою. Це дозволяє нам відмовитись від системи з газовим котлом. А наша система може працювати до 50 років при належному догляді і сповна себе окупити багато разів відносно інших систем опалення.

ВИСНОВКИ

Завдяки виконаній роботі і моїми розрахунками, я вирішив поставлені завдання, які я хочу виділити:

- ✓ визначені зони з великими тепловтратами і проведені розрахунки і дані рекомендації для усунення проблемних зон
- ✓ зроблений вибір теплового насоса для максимально ефективного використання в нашому об'єкті
- ✓ була підібрана одна з найбільш ефективних систем опалення для геотермального джерела і визначена довжина системи ГВП
- ✓ підраховано скільки гарячої води необхідно і підібраний тепловий акумулятор для 100% задоволення потреб нашого об'єкта з підбором необхідного теплового насоса типу вода-вода

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронний ресурс «Energy Security | Cabinet of Ministers of Ukraine Енергетична безпека »: https://www.kmu.gov.ua/en/reformi/ekonomichne-zrostannya/reforma-energetichnogo-sektoru
2. Електронний ресурс «Геотермальна енергетика — Вікіпедія»: https://uk.wikipedia.org/wiki/Геотермальна_енергетика
3. Очеркасов С.В., Чурикова Т.Г. Бекмурзаева Л.Р., Гордейчик Б.Н. «GEOENERGY СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕО ТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»:, 2015. – 304-307 с.
4. Електронний ресурс «Виды геотермальных тепловых насосов»: https://aquatoria.kiev.ua/blog/alternativnaja-energetika/item/90-vidy-geotermalnykh-teplovykh-nasosov:
5. Електронний ресурс «Описание технологии отопления и кондиционирования геотермальными тепловыми насосами»: http://teplo.com/otoplenie_review92.html
6. Електронний ресурс «Геотермальное отопление загородного дома варианты и цены»: https://vemiru.ru/info/geotermalnoe-otoplenie-zagorodnogo-doma-varianty-i/
7. Електронний ресурс «ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ»: https://www.marpa.ru/-----c1mvq
8. Електронний ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/
9. Савенко В. В., Счастний Є. Є., Програма дисципліни “Експлуатація інженерних мереж і комунікацій” методичні вказівки до виконання контрольної (розрахунково-графічної) роботи до студентів спеціальностей ПЦБ та Тес.

Х.: УкрДУЗТ, 2002-55с.

10. Електронний ресурс:
    https://www.google.com.ua/maps
11. А Г. Смольяков, В. А. Глухарев (Госстрой СССР), доктора техн. наук Ф.В. Ушков, Ю.А. Табунщиков, кандидаты техн. наук Ю.А. Матросов, М.А. Гуревич (НИИСФ Госстроя СССР), канд. экон. наук И .А Апарин (НИИЭС Госстроя СССР) и канд. техн. наук Л.Н. Ануфриев (ЦНИИЭПсельстрой Госагропрома С С С Р). СНиП Н-3-79. «Строительная теплотехника/Госстрой СССР. — М.ЦИ ТП Госстроя СССР», - 1986 .- 32 с.
12. Счастний Є.Є., Алексахін О.О., Панчук О.В. «МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
    з дисциплін «Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря на залізничному транспорті» та «Теплогазопостачання і вентиляція»
    до виконання курсової, контрольної (розрахунково-графічної) роботи для студентів спеціальностей ПЦБ та ТЕ» - Харків , 2016. – 5 с.
13. Маляренко В.А., Редько А.Ф., Чайка Ю.И., Поволочко В.Б. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений – Х.: Рубикон, 2001. – 212-222 с.
14. ДБН В.2.6-31-2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Міністерство будівництва, архітектури та житлово- комунального господарства України, 2006.-72с
15. О. О. Алексахін, О. В. Панчук «ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЯ. ВИБРАНІ ЗАДАЧІ» Навчальний посібник. Харків , 2017. – 13 - 15 с.
16. Електронний ресурс «Теплопроводность утеплителя Эковата»:
    http://bydbym.in.ua/ru/pages/teploprovodnost-uteplitelja-ekovata-473.html/
17. Електронний ресурс «Пенопласт EPS 30 (9-9,9 кг/м³) | THERMOPLAST»:
    https://termoplast.com.ua/products/ukr-eps-30-9-10/
18. Електронний ресурс «Характеристики и описание стеклопакета 4i-14Ar-4-16Ar-4i»:

https://1-ok.com.ua/kharakteristiki-steklopaketov/steklopaket-4i-14ar-4-16ar-4i-kharakteristiki

19. Електронний ресурс «Тепловой насос украинского производства - Geosun»: https://geosun.com.ua/uk/teplovyi-nasos-ukrainskoho-vyrobnytstva/
20. Електронний ресурс «Как сделать водяной теплый пол своими руками»: https://www.domovoy.pl.ua/advices/otoplenie-i-vodosnabzhenie/184-kak-sdelat-vodyanoj-teplyj-pol-svoimi-rukami
21. Електронний ресурс «Труба для теплого пола RBM PE-RT»: https://teplo-klimat.com.ua/otoplenie-vodosnabzhenie-ru/trubi-teplogo-pola/rbm-PE-RT-16-2.html
22. Електронний ресурс «Труба для теплого пола: сколько надо на 1м2. Расчет длины контура»: https://vseprotruby.ru/teplyy-pol/raschet-dlinny-truby.html