

Яковенко Анастасія Ігорівна

# Тема: Підвищення енергоефективності систем опалення з використанням відновлювальних джерел енергії

Магістерська кваліфікаційна робота

Науковий керівник:

Кандидат технічних наук, доцент

Петрусь Віталій Володимироч

**Актуальність теми дослідження:** На протязі останнього десятиліття значно змінилось становище з енергозабезпеченням населення і виробничої сфери в нашому суспільстві.

Енергозбереження має бути направлено на економію енергоресурсів та зниження навантаження на навколишнє середовище. Побутовий сектор нашої країни відрізняється високим споживанням енергоресурсів, у порівнянні з Європейськими країнами.

Одним з варіантів економії енергоресурсів є використання низкопотенційних джерел тепла за допомогою теплових насосів та геліосистем для теплопостачання житлового будинку.

# Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами:

Магістерська кваліфікаційна робота тісно пов'язана з програмами, планами та темами, що розробляються на кафедрі «Інженерних систем у будівництві» ВНТУ, які висвітлені в наступних наукових публікаціях:

1. Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник / А. О. Редько, М. К. Безродний, М. В. Загорученко, Ратушняк, Г. С. [та ін.] ; під ред. академіка НАНУ А. А. Долинського. - Харків : ТОВ "Друкарня Мадрид". – 2016. – С. 412.
2. Перевага застосування теплових насосів в Україні. / М. Ф. Друкований, д.т.н., проф., В. П. Ковальський, к.т.н., доц. - Вінницький національний технічний університет. - УДК 620.9.
3. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.
4. Ратушняк Г. С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель: навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, О. Г. Ратушняк. - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 106 с.

# Мета і завдання дослідження.

**Метою роботи** є підвищення енергоефективності систем опалення з використанням відновлювальних джерел енергії.

## **Задачі досліджень:**

- провести аналіз існуючих теоретичних даних, а також методів розрахунку систем теплопостачання із геотермальними тепловими насосами які функціонують в комбінації з геліосистемою, обґрунтувати доцільність їх для покращення опалення приміщень призначених для постійного перебування людей;
- розрахувати тепловтрати будівлі для визначення параметрів джерел системи теплопостачання;
- розробити показники енергетичної ефективності систем опалення і провести їх аналіз

**Об'єкт дослідження:** система водяного обладнання житлового багатоквартирного будинку.

**Предмет дослідження:** теплові процеси та характеристики безпосереднього використання водяного опалення з умовою сумісної роботи їх з відновлювальними джерелами енергії та визначення її надійності та економічності.

Методи дослідження: Основні результати роботи одержано за допомогою сучасних методів дослідження:

- вивчення теми дослідження зі збиранням статистичних даних в існуючих наукових публікаціях та мережі Інтернет;
- проведення розрахунків та відповідних порівнянь згідно існуючих нормативних документів та сучасних розрахункових кошторисних програм та САД

# Наукова новизна:

- ◇ отримали подальший розвиток теоретичні дослідження комбінованих систем теплопостачання з використанням альтернативних джерел енергії, що дасть можливість використовувати результати для подальшого створення математичних моделей перетворення різних видів енергії;
- ◇ отримало подальший розвиток оцінювання технічного стану сонячних панелей методами нечіткої логіки, що дозволить в подальшому створити системи для прогнозування технічного стану подібних систем;
- ◇ розроблено наукові основи підвищення енергоефективності, екологічності, економічності, гнучкості, автономності та універсальності систем опалення з використанням відновлювальних джерел енергії

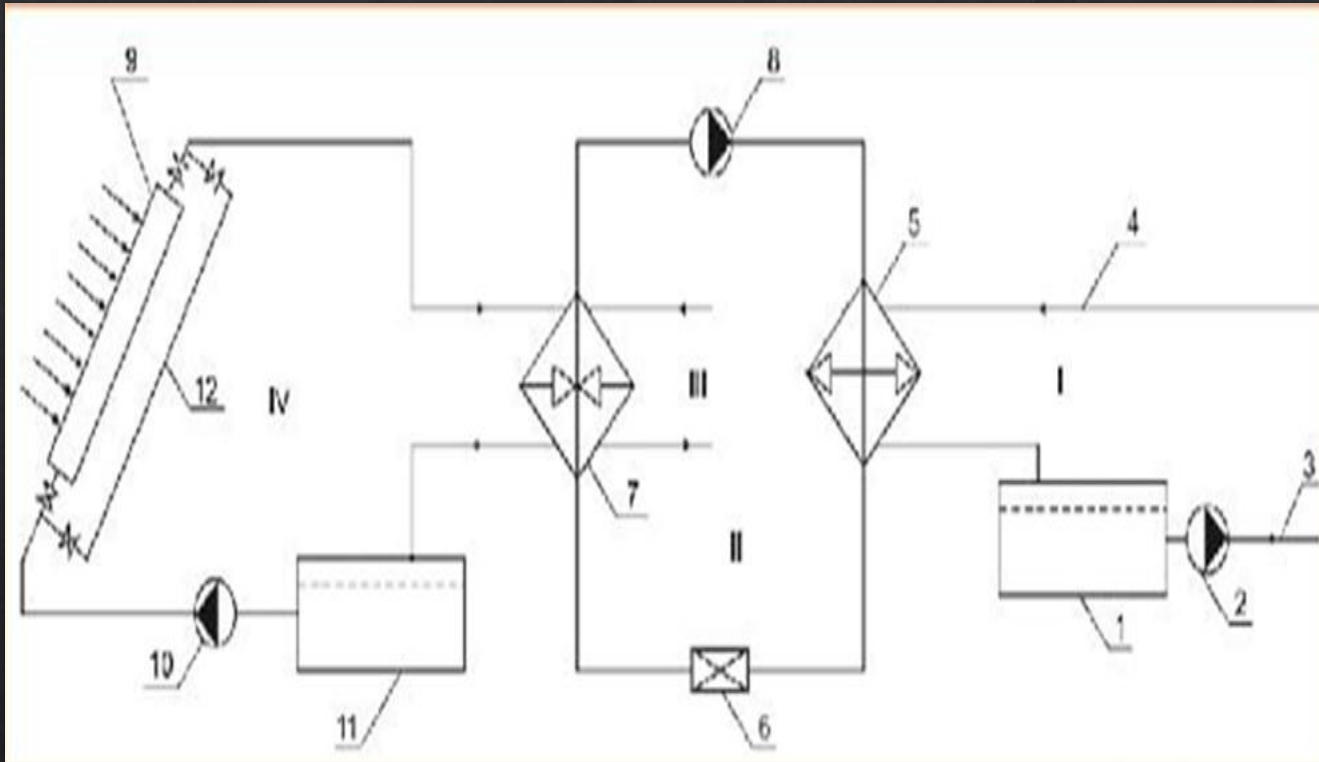
# Практична цінність:

- ◆ - розроблено варіант використання відновлювальних джерел енергії (сонячна енергія в комбінації з тепловим насосом), який дає можливість практичного його впровадження в системи теплопостачання;
- ◆ - запроектовано відповідну систему для забезпечення оптимальних умов мікроклімату в будівлі;
- ◆ - досліджено теоретично спільну роботу систем з безпосереднім та сумісним використанням теплоти навколишнього середовища та запропоновано методику проектного розрахунку подібних систем;
- ◆ - досліджені техніко-економічні аспекти використання різних джерел нагрівання енергоносія, що дозволить практично оцінити терміни окупності та доцільність впровадження систем з використанням альтернативних джерел енергії.



# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

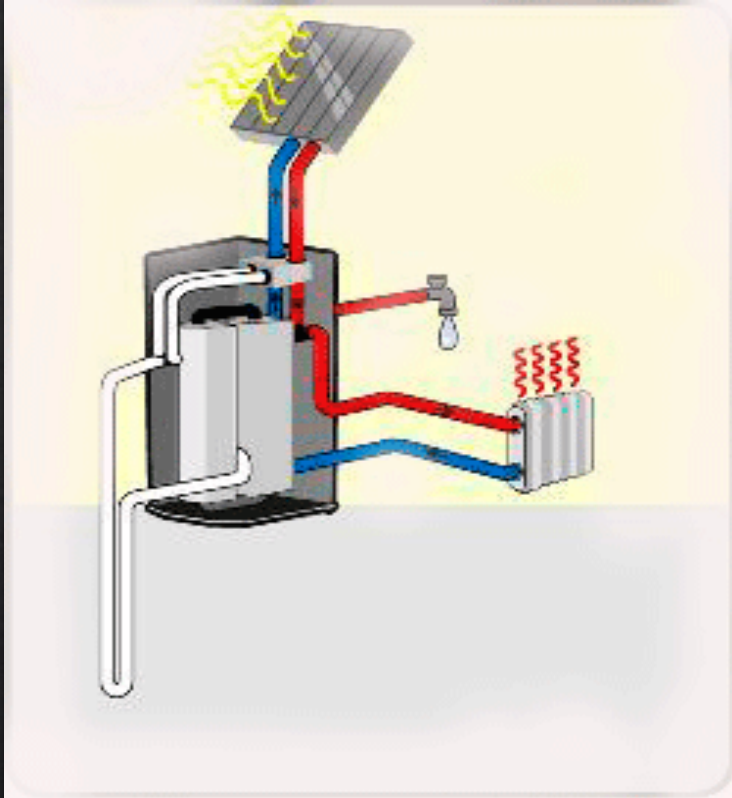
Принципова схема системи сонячного теплопостачання з низькотемпературними сонячними колекторами в комбінації з тепловим насосом



1 – бак-акумулятор; 2 – циркуляційний насос; 3,4 – подаючий та зворотній трубопроводи; 5 – конденсатор ТН; 6 – дросель; 7- випарник; 8 – компресор; 9 – низькотемпературний СК; 10 – насос; 11 – бак-акумулятор низькотемпературного джерела тепла; 12 – обвідний трубовід; I – контур циркуляції теплоносія; II – контур циркуляції холодоагента в ТН; III – контур подачі води з ґрунтового акумулятора в випарник ТН; IV – система утилізації сонячної енергії в НСК.

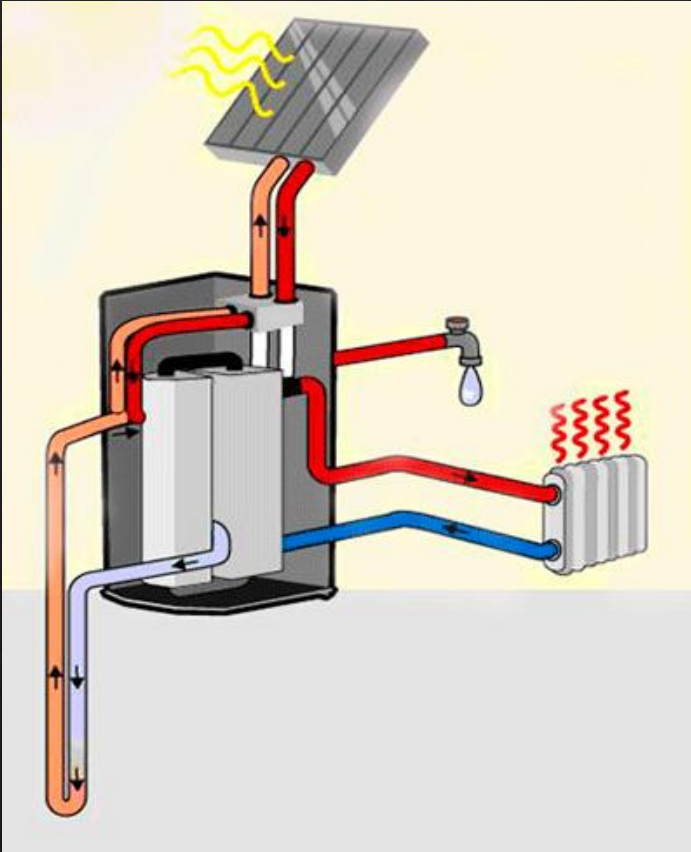
*Принцип роботи сонячного теплого насосу  
та режими роботи*

# 1-й режим



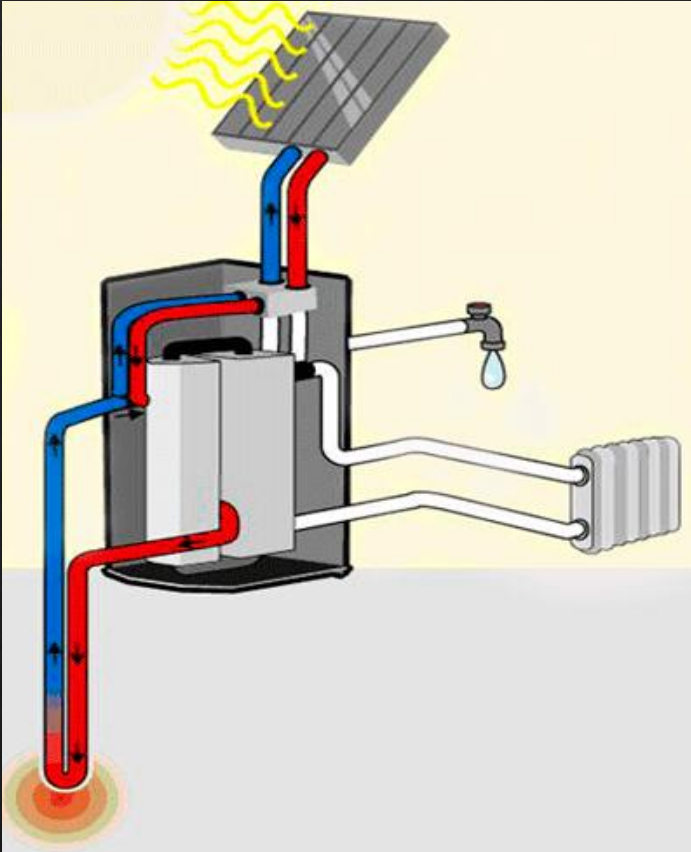
- ◆ У разі сприятливих кліматичних умов, також в місяці з хорошою, або підвищеною сонячною активністю в роботі сонячного теплового насоса беруть участь сонячні колектори. Відповідно при цьому режимі роботи нагріта вода за допомогою сонячного колектора безпосередньо подається в системи опалення, гарячого водопостачання

## 2-й режим



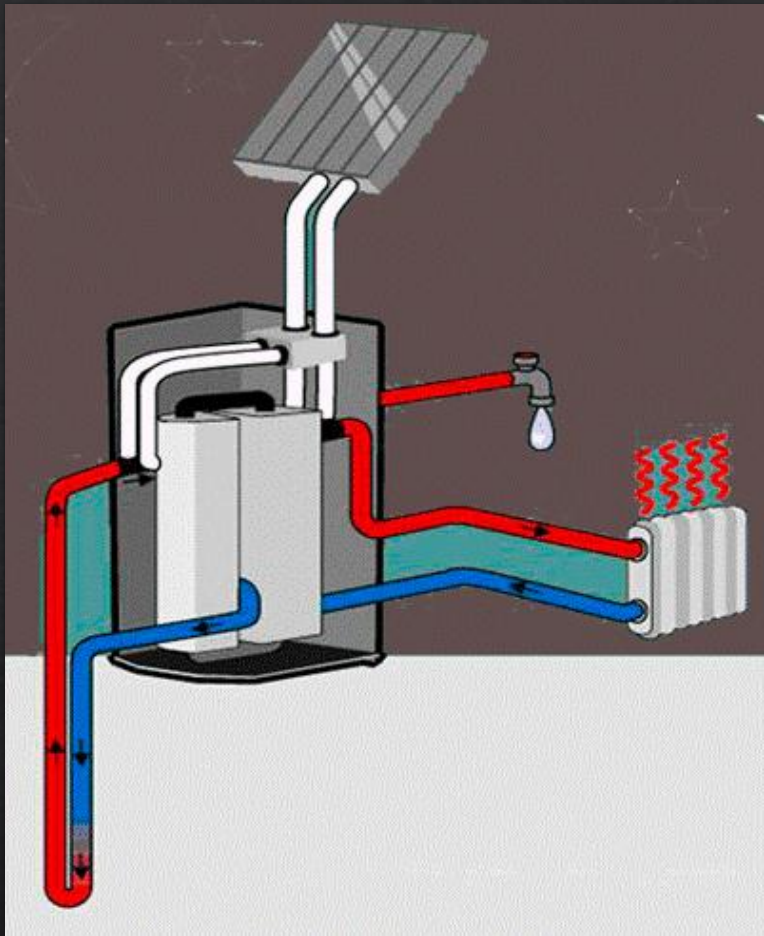
- ◆ Природно, що для найбільш ефективної роботи сонячного колектора необхідні обсяги сонячної енергії. У разі ненавмисного зниження температури теплоносія при подачі становить нижче  $50^{\circ}\text{C}$  на виході з сонячного колектора, підвищення температури теплоносія буде відбуватися за допомогою підігріву на виході з ґрунтового контуру

## 3-й режим



- ◆ Цей режим обумовлений акумулюванням сонячної енергії прямо в ґрунті. Початкові умови схожі з другим режимом - зміна температури теплоносія на виході з сонячного колектора. Даний режим актуальний при температурах теплоносія понад  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  на виході з сонячного колектора, при відсутності споживання згенерованого тепла. У разі виникнення такої ситуації, теплоносій підігрівается на виході з ґрунтового контуру шляхом сонячної енергії в проміжному теплообміннику, після чого теплоносій подається в ґрунтовий теплообмінний апарат, в якому ми можемо простежити акумулювання сонячної енергії.

## 4-й режим



Даний режим передбачає роботу системи тепlopостачання в відсутності сонячної енергії. У такому випадку система буде функціонувати, як тепловий насос, де джерелом енергії є ґрунт

В ході першого розділу було здійснено аналітичний огляд конструкційних рішень системи опалення. В результаті дослідження основних характеристик та пріоритетності в сучасних рішеннях відновлювальних джерел енергії виявлено, що для створення комфортних умов для постійного перебування та проживання людей, підвищення економічної та енергоефективності в зимовий період слід застосувати до монтажу систему опалення з фанкойлом та використанням металополімерних труб, як теплоносій використовується вода. Проаналізовано особливості використання комбінованої системи ВДЕ – сонячного теплового насосу.

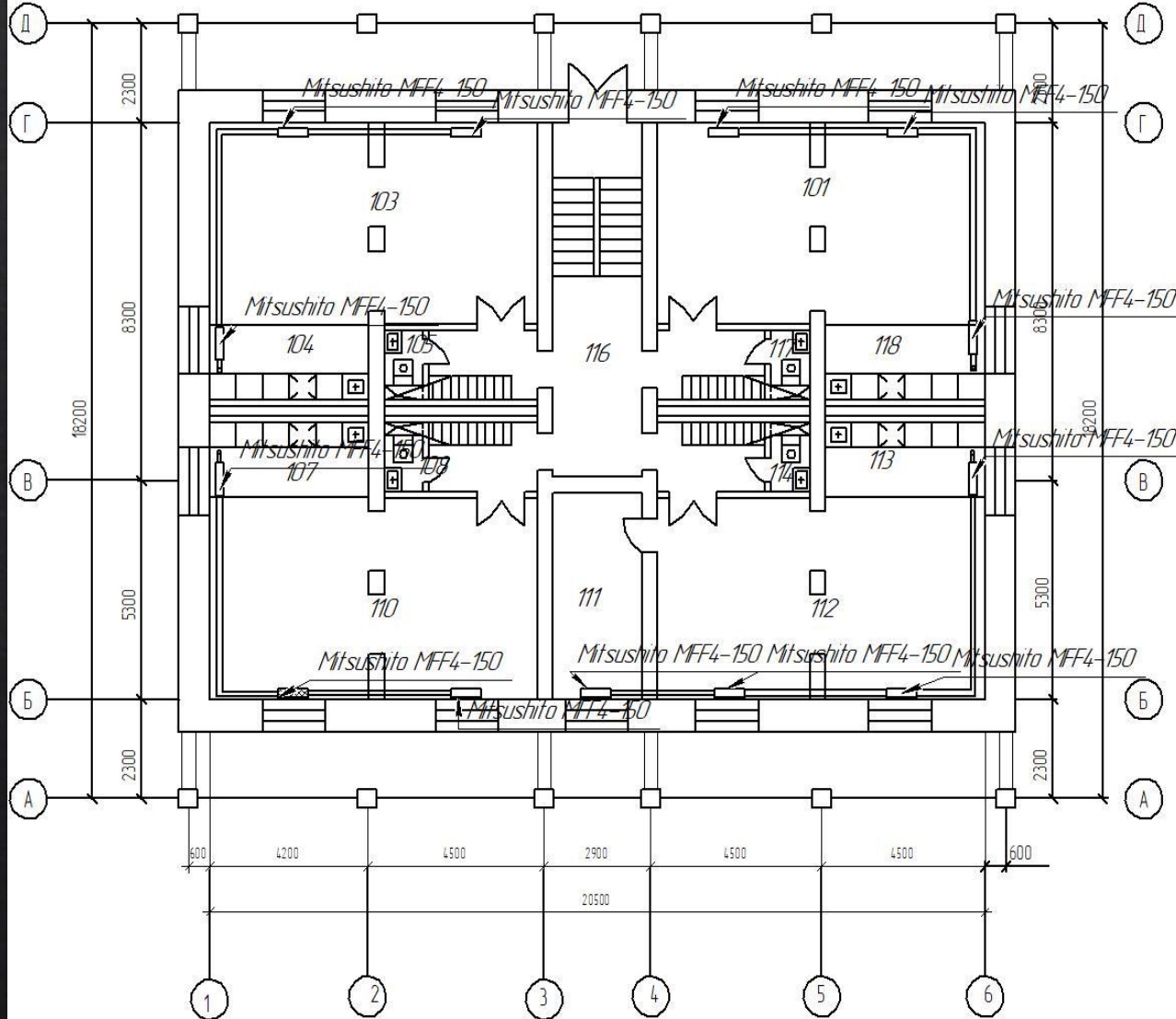
Здійснено порівняння поточних витрат на опалення для населення станом на жовтень 2019 року та порівняння вартості та потужності теплового насоса з іншими типами опалення. З метою модернізації та економії енергоресурсів запроєктована система опалення, що працює на комбінованій системі сонячному колекторі та тепловому насосі типу «грунт-вода» що з'єднанні в одну повноцінну систему. Результат показує, що в середньому є будинок площею 1800 кв.м. потребує 316 800 кВт · год тепла на рік. Отримаємо річну вартість опалення газовим котлом - 191 268 грн та річну вартість опалення тепловим насосом - 35640 грн. За розрахованих умов тепловий насос економить 155 628 грн. Це означає, що тепловий насос вартістю 300 000 грн буде прибутковим через 10 років. При комбінуванні з сонячними колекторами, ми маємо вигідну систему, що економічна та безперебійна у своїй роботі.

Отже, при розрахунку ТЕО, визначаємо, що монтаж комбінованої системи є рентабельним.



На наступних слайдах зображено схему системи опалення на планах 1-го, 2-го, 3-го та 4-го поверху житлового будинку який досліджується у даній МКР

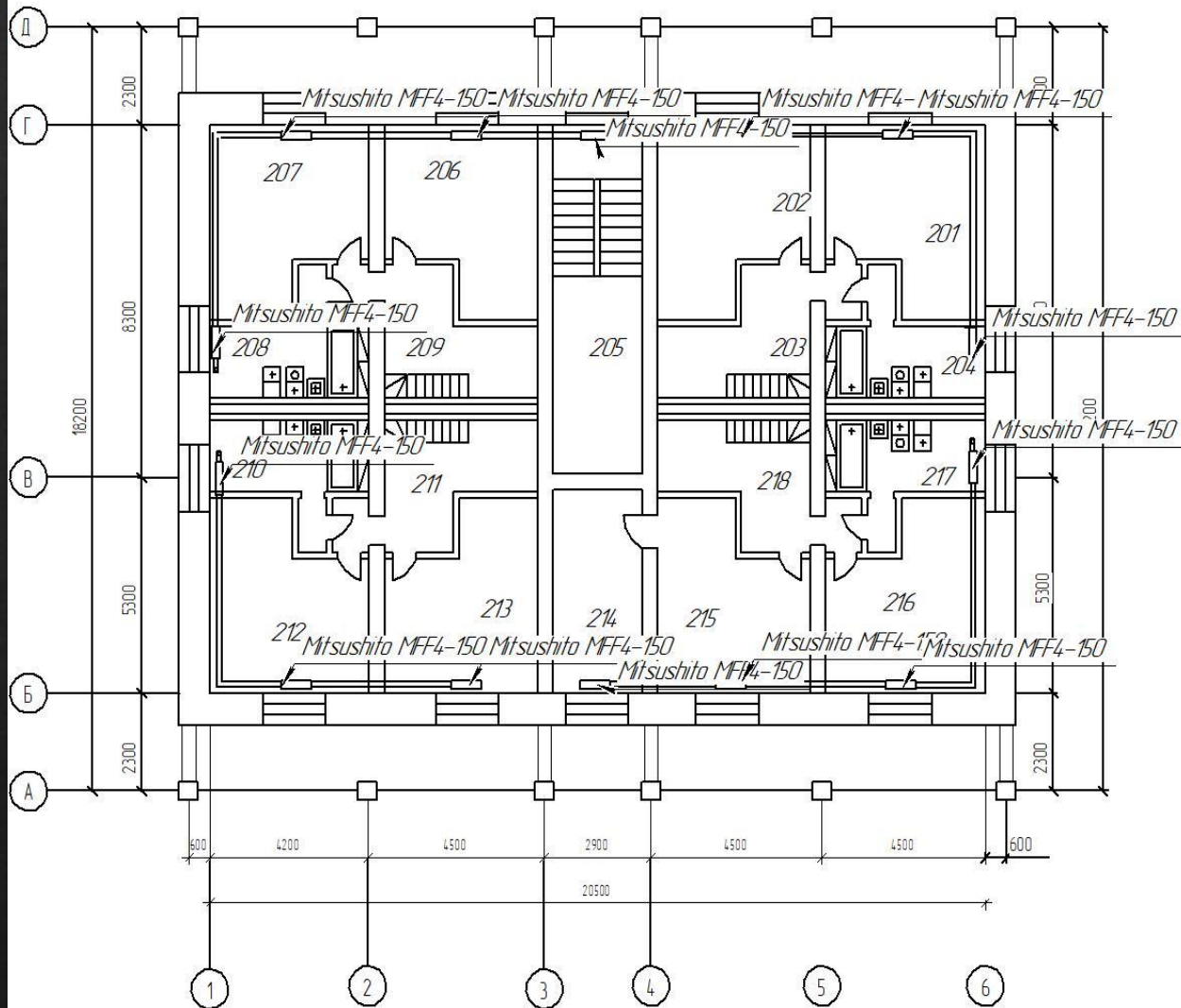
1-ий поверх M1:100



Експлікація приміщень першого поверху

№ приміщення	Назва приміщення	Площа	Примітки
101	Вітальня	44,1	
103	Вітальня	44,1	
104	Кухня	10,08	
105	Сан. вузол	3,02	
107	Кухня	10,02	
108	Сан. вузол	3,02	
110	Вітальня	47,7	
111	Спальня	12,19	
112	Вітальня	47,7	
113	Кухня	10,02	
114	Сан. вузол	3,02	
117	Сан. вузол	3,02	
118	Кухня	10,02	

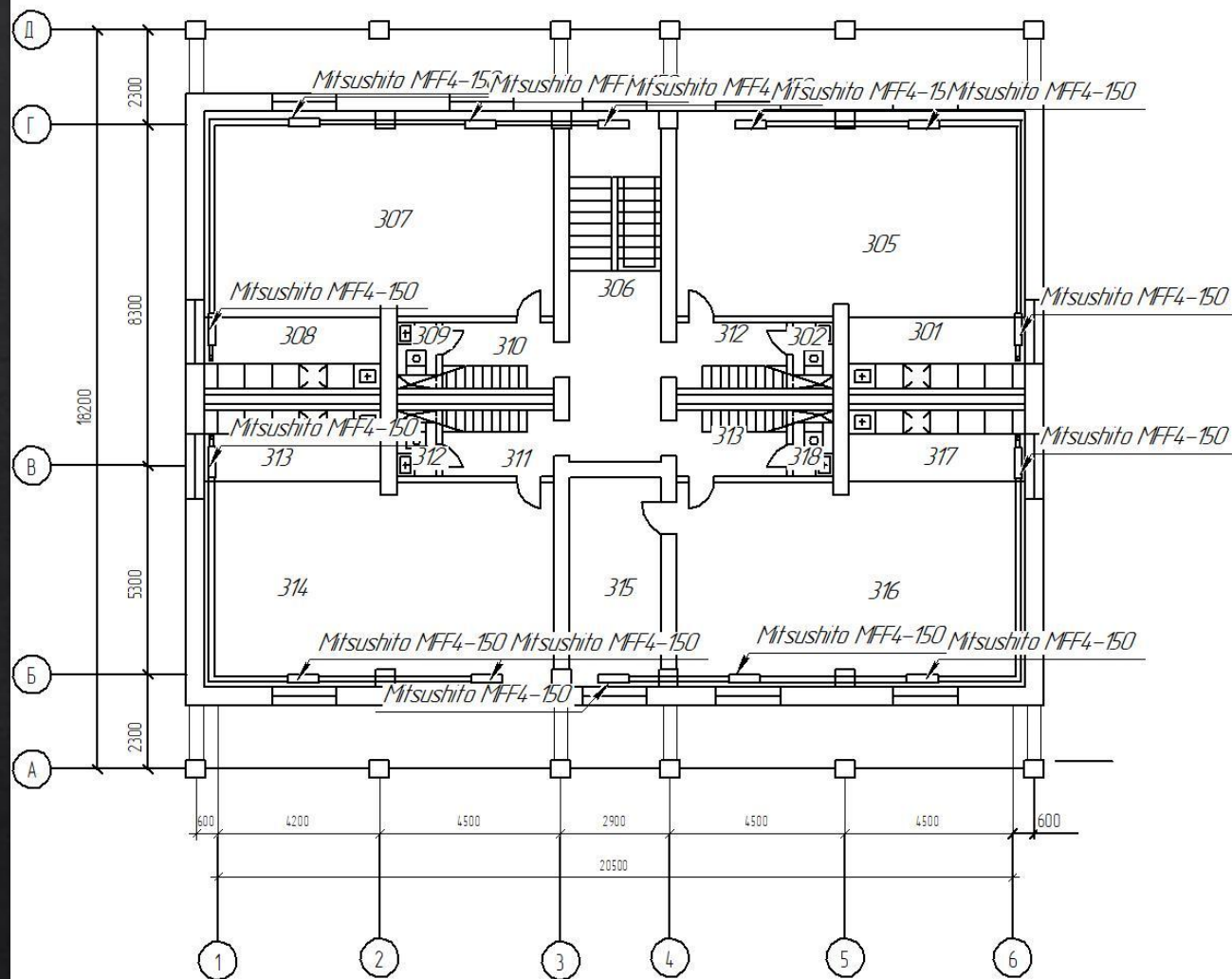
2-ий поверх M1:100



Експлікація приміщень другого поверху

№ приміщення	Назва приміщення	Площа	Примітки
201	Житлова кімната	23,85	
202	Житлова кімната	23,85	
203	Коридор	15,3	
204	Сан. вузол	15,3	
205	Тамбур	26,39	
206	Житлова кімната	23,85	
207	Житлова кімната	23,85	
208	Сан. вузол	15,3	
209	Коридор	15,3	
210	Сан. вузол	15,3	
211	Коридор	15,3	
212	Житлова кімната	23,85	
213	Жтлова кімната	23,85	
214	Спальня	12,19	
215	Житлова кімната	23,85	
216	Житлова кімната	23,85	
217	Сан. вузол	15,3	
218	Коридор	15,3	

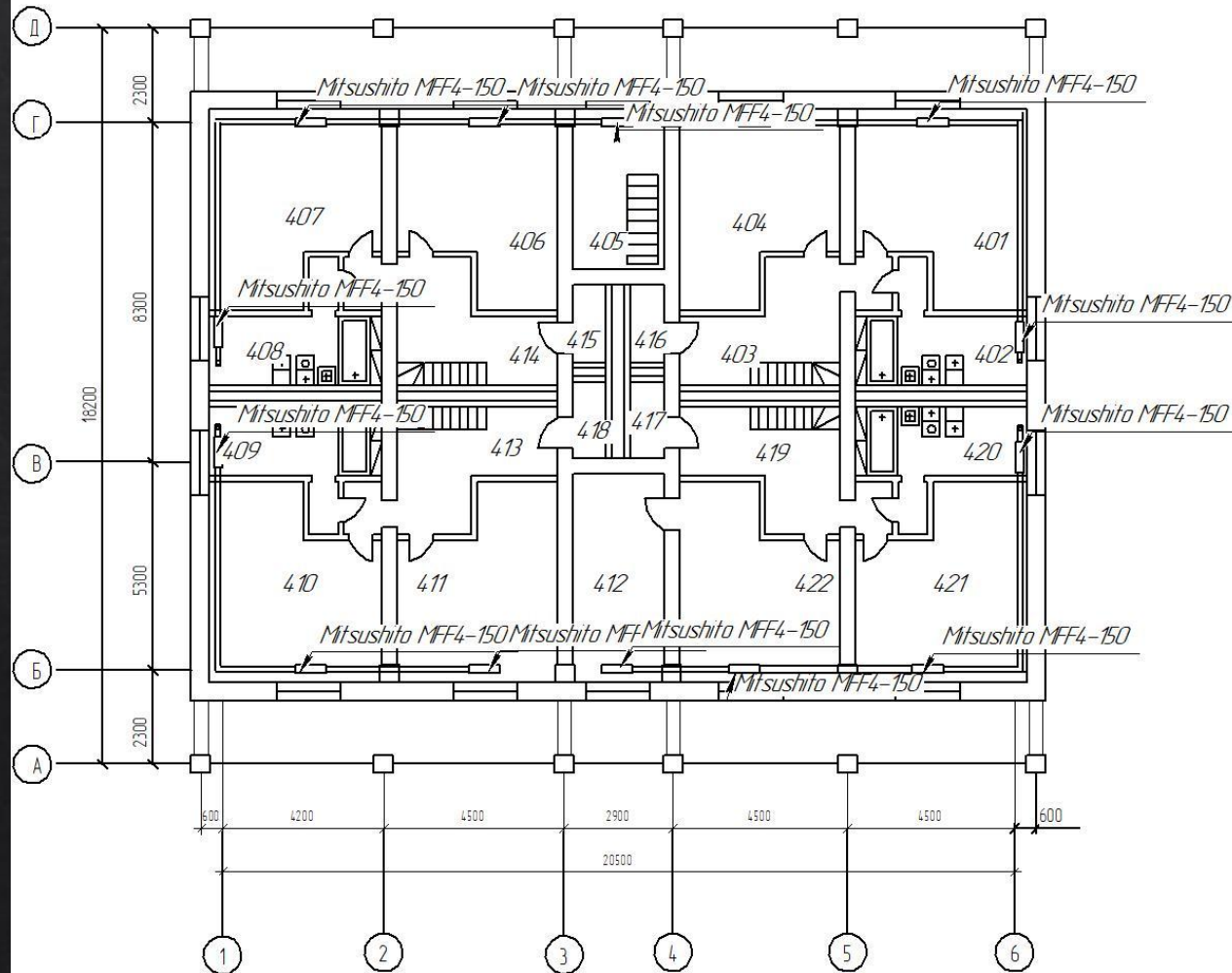
3-й поверх M1:100



Експлікація приміщень третього поверху

№ приміщення	Назва приміщення	Площа	Примітки
301	Кухня	10,08	
302	Сан. вузол	3,2	
305	Вітальня	44,1	
306	Тандур	26,39	
307	Вітальня	44,1	
308	Кухня	10,08	
309	Сан. вузол	3,2	
310	Коридор	15,3	
311	Коридор	15,3	
312	Сан. вузол	3,2	
313	Кухня	10,08	
314	Вітальня	47,7	
315	Спальня	12,19	
316	Вітальня	47,7	
317	Кухня	10,08	
318	Сан. вузол	3,2	

4-ий поверх M1:100



Експлікація приміщень четвертого поверху

№ приміщення	Назва приміщення	Площа	Примітки
401	Житлова кімната	23,85	
402	Сан. вузол	15,3	
403	Коридор	15,3	
404	Житлова кімната	23,85	
405	Тамбур		
406	Житлова кімната	23,85	
407	Житлова кімната	23,85	
408	Сан. вузол	15,3	
409	Сан. вузол	15,3	
410	Житлова кімната	23,85	
411	Житлова кімната	23,85	
412	Спальня	12,19	
413	Коридор	15,3	
414	Коридор	15,3	
415	Комора	152	
416	Комора	152	
417	Комора	152	
418	Комора	152	
419	Коридор	15,3	
420	Сан. вузол	15,3	
421	Житлова кімната	23,85	
422	Житлова кімната	23,85	

На підставі теоретичних даних виконано теплотехнічний та гідравлічний розрахунки для об'єкту: 4-х поверховий житловий будинок з використанням комбінованої системи опалення та електропостачання з використанням відновлюваних джерел енергії для підвищення енергоефективності, розташований у місті Вінниця.

Тепловтрати будинку, для якого проектується система опалення, становить 85 988 Вт.

Підібрано фанкойли Mitsushito MFF4-150.

Підібрано до встановлення циркуляційні насоси DAB VRH 120/280.50 M.

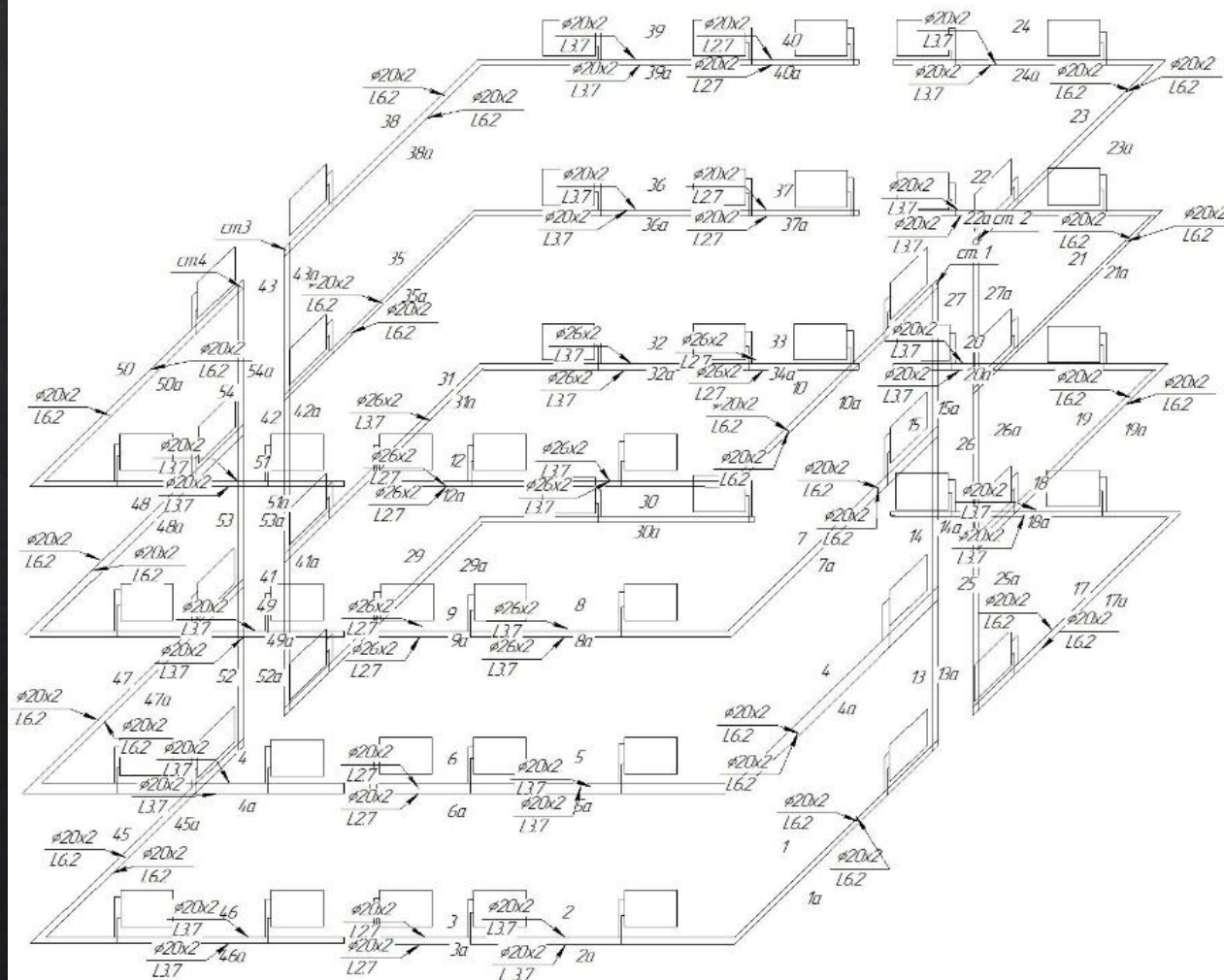
Підібрано балансувальний клапан ГЕРЦ- TS-90.

Розраховано геліосистему, яка складається з:

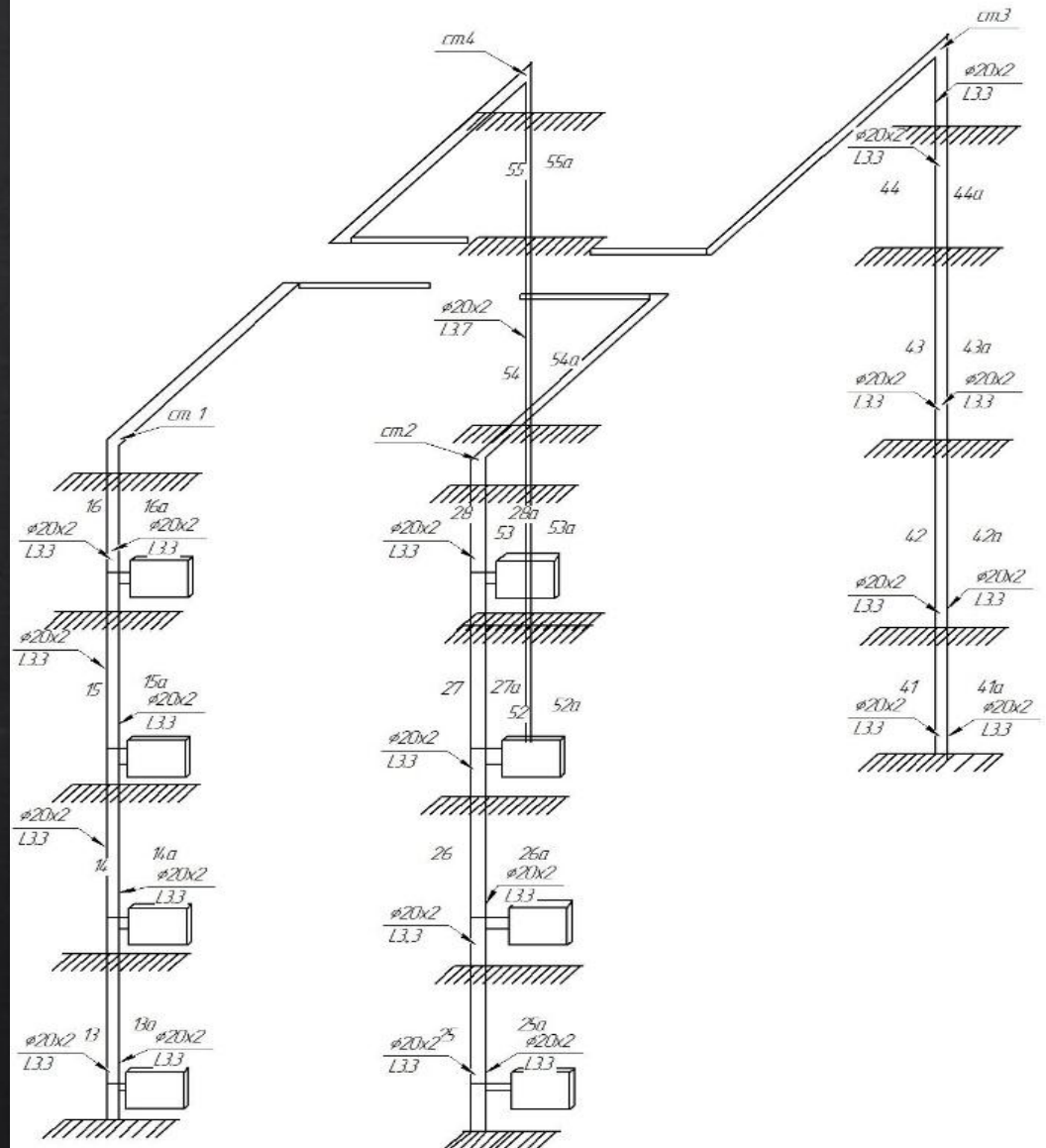
- 4 вакуумних колектора Атмосфера СВК-А 30 з комплектом кріплень,
- відведення повітря Caleffi,
- одноконтурна сонячна станція BRV S1 Solar 1 3/4 "з регулятором і насосом Wilo Star 25/6,
- одноконтурний бак-накопичувач Атмосфера TRM на 500 літрів,
- розширювальний бак Zilmet 80 л,
- протиопіковий термостатичний змішувач BRV,
- теплоносій Тепро 30-П Солар,
- контролер управління сонячною системою СК868С9,
- теплоакумулятор ЕкоЕнергія АБ -800л,
- поживач СК728С1.

Також, підібрано тепловий насос NIBE F1345-60.

АКСОНОМЕТРИЧНІ СХЕМИ  
СИСТЕМИ ОПОЛЕННЯ  
М 1:100



# АксонOMETPИЧНА СХЕМА СТОЯКІВ М 1:100





Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників.

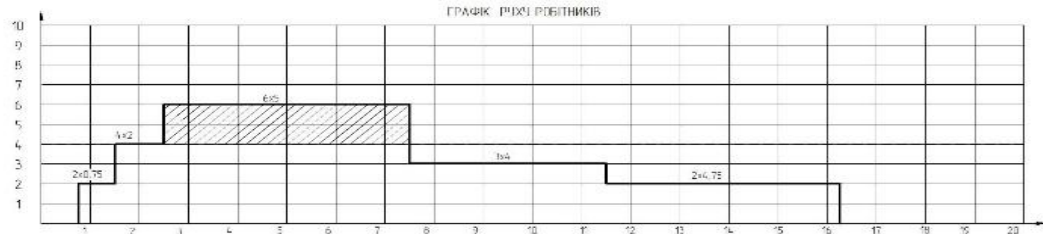
Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт 195 люд/дні та тривалість виконання монтажних робіт – 79 днів.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН МОНТАЖУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

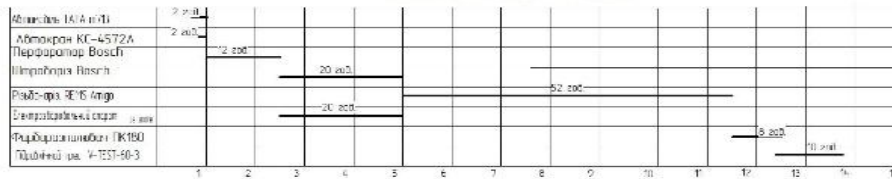
№ П/П	Найменування роботи	Одиниця вим.	Об'єкти	Нормативна ціна за 100% роботи	Трудозатрати	Склад бригади	Кількість бригад	Трибунальність	Шифр РЕКН	2020																											
										Червень																											
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Встановлення багаторічного опалювального котла	шт	2	2,1	6,0	1 шт - 1	1	0,7	01-1	2x0,25																											
2	Підготовка опалення	100 м	0,72	10,194	7,0	1 шт - 1	1	1,1	01-1	2x15																											
3	Підготовка опалення до монтажу	100 м	0,81	10,251	7,0	1 шт - 1	1	1,1	01-1	2x15																											
4	Підготовка опалення до монтажу	100 м	0,85	10,317	7,0	1 шт - 1	1	1,1	01-1	2x15																											
5	Монтаж фрезерів	шт	40	0,76	30,64	23,01	1	1,50	01-1	2x7																											
6	Встановлення опалювального котла	шт	1	10,71	7,0	1 шт - 1	1	1,15	01-1	2x1																											
7	Встановлення опалювального котла	шт	1	12,11	10,04	1 шт - 1	1	1,21	01-1	2x1																											
8	Монтаж котла	шт	1	10,71	7,0	1 шт - 1	1	1,15	01-1	2x2																											
9	Монтаж опалювального котла	шт	1	21,62	21,62	1 шт - 1	1	2,3	01-2	2x15																											
10	Встановлення опалювального котла	шт	1	10,71	1,0	1 шт - 1	1	0,9	01-1	2x0,5																											
11	Встановлення опалювального котла	шт	1	12,11	2,87	1 шт - 1	1	1	01-1	3x1																											
12	Встановлення опалювального котла	шт	1	10,71	0,42	1 шт - 1	1	0,75	01-1	2x1																											
13	Встановлення опалювального котла	шт	1	12,11	9,42	1 шт - 1	1	2,3	01-1	2x1																											
14	Встановлення опалювального котла	шт	1	10,71	0,85	0,85	1	1	01-1	2x1																											
15	Встановлення опалювального котла	шт	1	0,2	0,025	1 шт - 1	1	0,3	10-2	2x0,25																											
16	Встановлення опалювального котла	шт	1	0,2	0,025	1 шт - 1	1	0,3	01-1	2x0,25																											

### ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГРАФІКУ РУХУ РОБІТНИКІВ

№	Позначення	Формула	Результат	Об'єкт
1	$K_{\text{рух}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	100%	моб./дні
2	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	79%	дні
3	$K_{\text{тех}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	12%	дні
4	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	6%	дні
5	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	6%	дні
6	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	16,4%	моб./дні
7	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	0,66%	дні
8	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	0,05%	дні
9	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	0,9%	дні

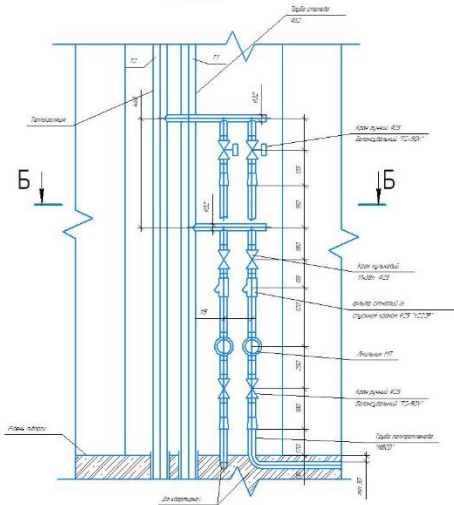


ГРАФІК РОБОТИ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ

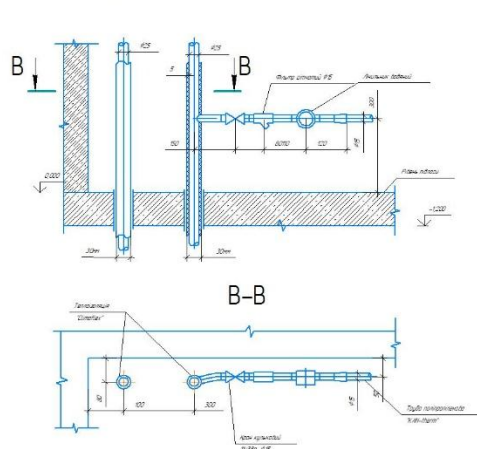


№	Позначення	Формула	Результат	Об'єкт
1	$K_{\text{рух}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	100%	моб./дні
2	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	79%	дні
3	$K_{\text{тех}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	12%	дні
4	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	6%	дні
5	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	6%	дні
6	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	16,4%	моб./дні
7	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	0,66%	дні
8	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	0,05%	дні
9	$K_{\text{вироб}}$	$\frac{1}{100} \frac{100}{100}$	0,9%	дні

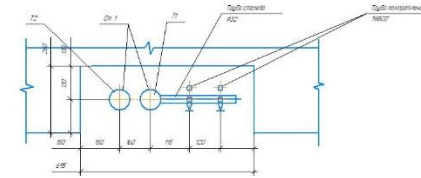
Вузол обліку I (1:5)



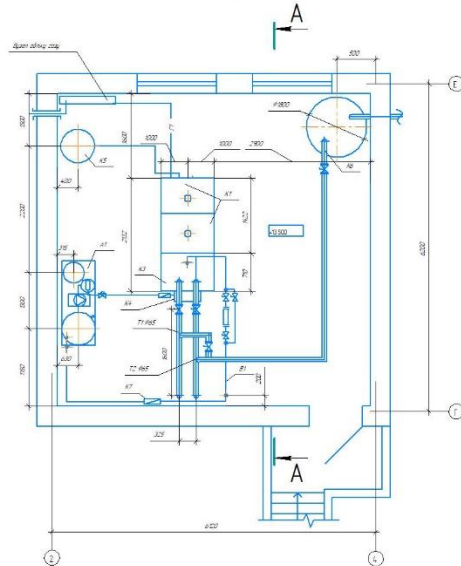
Вузол обліку II (1:5)



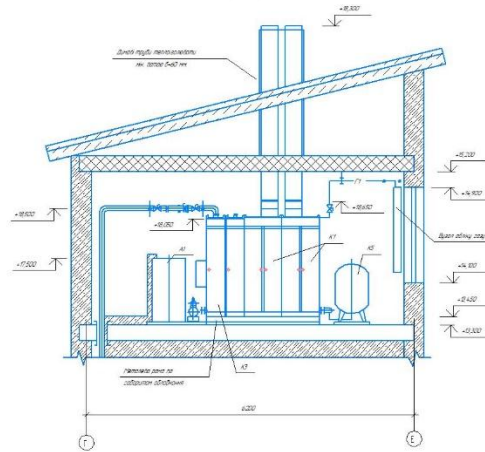
Б-Б



Фрагмент плану на позначці +13.200 (1:50)



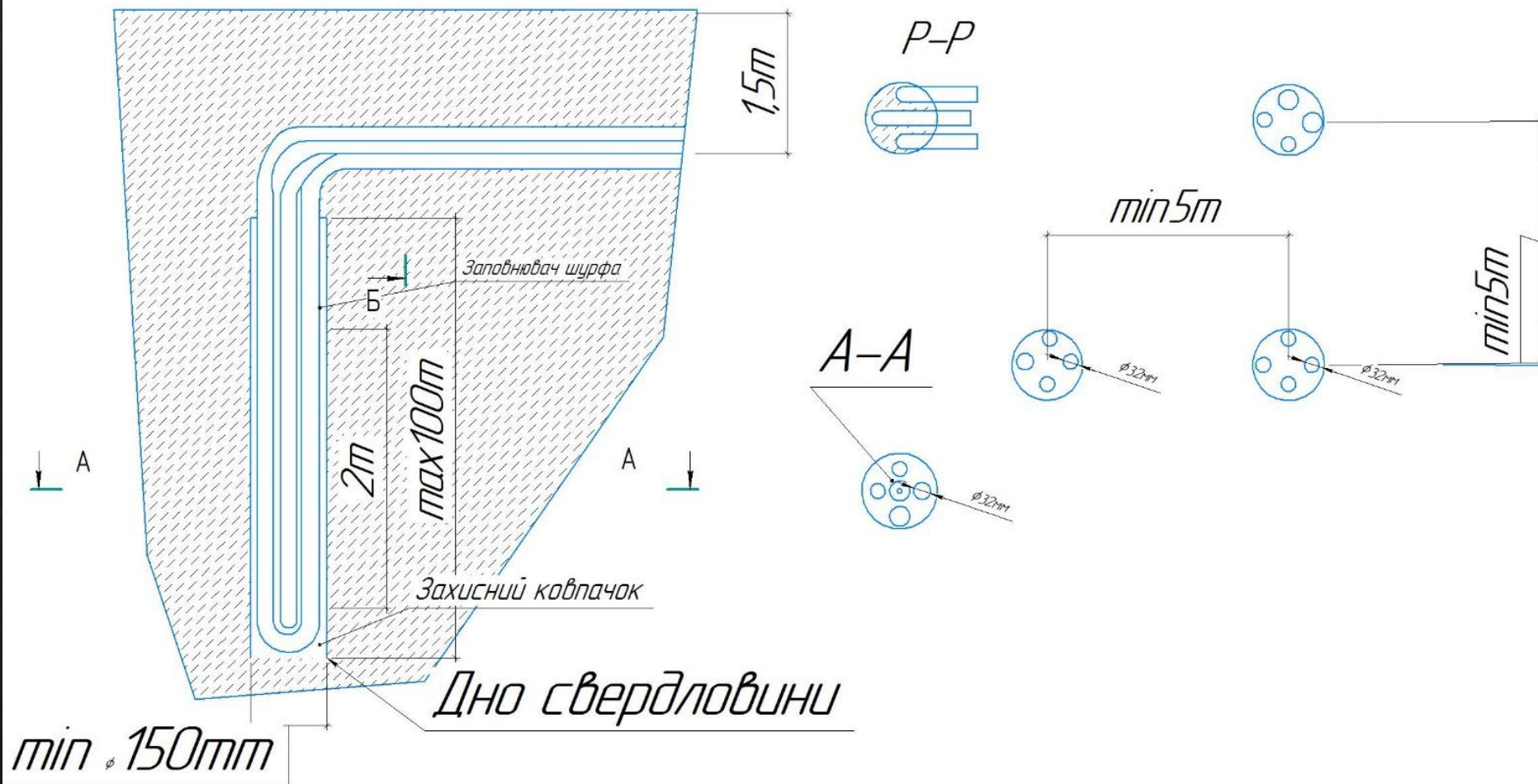
A-A (1:50)



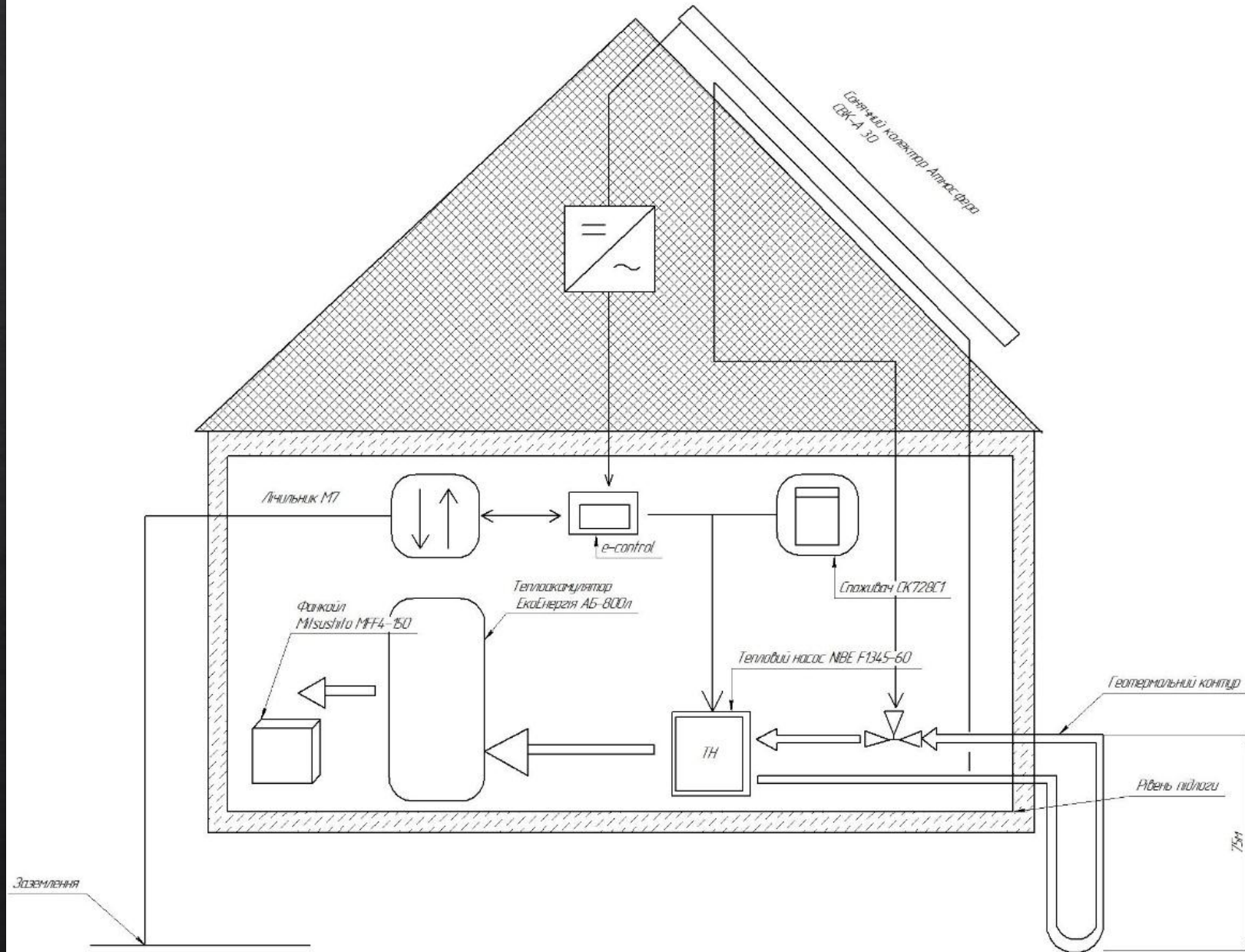
Відомість обладнання

Поз.	Позначення	Найменування	Одін. виміру	Кільк. шт.	Маса, кг.
K1	БК-500	Модуль нагріву Q=4,8кВт	шт.	1	1200
K3	МРТ	Модуль регулятор температури з насосами Wilo Star 25/7	шт.	1	222
K4	КПН	Комплект радіаторних частин з шаром керування. Блок з пристроєм для заповнення води, та ін.			
K5	Zilmet	Конденсатор об'єму V=60л, Ф450мм, H=600мм	шт.	1	250
K6	БМТ	Будівельна ємність V=15 мкуб	шт.	1	2300
K7		Вузол обліку води	шт.	1	
A1	ОНЕ-30/1-F	Блочна автоматична водопідготовка	шт.	1	580
08-12.МКР.007.04.000.08					
Підвищення енергоефективності систем опалення з використанням альтернативних джерел енергії					
Проектант	Ліцензія	Дата	Лист	Лист	Лист
Система опалення	Житлового будинку				1
Н. Кісько	Резюме	Відомість	Відомість	Відомість	Відомість
Вартість	Вартість	Вартість	Вартість	Вартість	Вартість
фракційний план на позначці +13.200, вузол					
ВНТУ ст.гр.ТГ-18м					

Б → Розріз геотермального контуру, 1:100



# Схема роботи сонячного теплового насосу



Також, було проведено аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт. В результаті виявленні основні небезпечні та шкідливі фактори праці та їх вплив на організм працюючих. Проведено розрахунок звукоізоляції приміщення, в якому буде встановлено технологічне обладнання, що дасть змогу робітникам працювати без шкідливого впливу шуму, а також буде забезпечений психологічний комфорт.

Складено локальний кошторис на підвищення енергоефективності системи опалення житлового будинку з використанням відновлювальних джерел енергії.

Згідно локального кошторису на будівельні роботи отримали, що кошторисна вартість становить 1413,177 тис. грн., кошторисна трудомісткість становить 6,087 тис.люд/год, кошторисна заробітня плата становить 128,108 тис. грн., а середній розряд працівників 3,9.

Орієнтовна вартість системи становить 1 413 177 грн.

# Загальні висновки:

Здійснено аналітичний огляд конструкційних рішень системи опалення. В результаті дослідження основних характеристик та пріоритетності в сучасних рішеннях відновлювальних джерел енергії виявлено, що для створення комфортних умов для постійного перебування та проживання людей, підвищення економічної та енергоефективності в зимовий період слід застосувати до монтажу систему опалення з фанкойлом та використанням металополімерних труб, як теплоносій використовується вода. Проаналізовано особливості використання комбінованої системи ВДЕ – сонячного теплового насосу.

Здійснено порівняння поточних витрат на опалення для населення станом на жовтень 2019 року та порівняння вартості та потужності теплового насоса з іншими типами опалення. З метою модернізації та економії енергоресурсів запроектована система опалення, що працює на комбінованій системі сонячному колекторі та тепловому насосі типу «грунт-вода» що з'єднанні в одну повноцінну систему. Результат показує, що в середньому є будинок площею 1800 кв. потребує 316 800 кВт · год тепла на рік. Отримаємо річну вартість опалення газовим котлом - 191 268 грн та річну вартість опалення тепловим насосом - 35640 грн. За розрахованих умов тепловий насос економить 155 628 грн. Це означає, що тепловий насос вартістю 300 000 грн буде прибутковим через 10 років. При комбінуванні з сонячними колекторами, ми маємо вигідну систему, що економічна та безперебійна у своїй роботі.

Отже, при розрахунку ТЕО, визначаємо, що монтаж комбінованої системи є рентабельним.

На підставі теоретичних даних виконано теплотехнічний та гідравлічний розрахунки для об'єкту: 4-х поверховий житловий будинок з використанням комбінованої системи опалення та електропостачання з використанням відновлюваних джерел енергії для підвищення енергоефективності, розташований у місті Вінниця.

Тепловтрати будинку, для якого проектується система опалення, становить 85 988 Вт.

Підібрано фанкойли Mitsushito MFF4-150.

Підібрано до встановлення циркуляційні насоси DAB VRH 120/280.50 M.

Підібрано балансувальний клапан ГЕРЦ- TS-90.

Розраховано геліосистему, яка складається з:

- 4 вакуумних колектора Атмосфера СВК-А 30 з комплектом кріплень,
- відведення повітря Caleffi,
- одноконтурна сонячна станція BRV S1 Solar 1 3/4 "з регулятором і насосом Wilo Star 25/6,
- одноконтурний бак-накопичувач Атмосфера TRM на 500 літрів,
- розширювальний бак Zilmet 80 л,
- протиопіковий термостатичний змішувач BRV,
- теплоносій Тепро 30-П Солар,
- контролер управління сонячною системою СК868С9,
- теплоакумулятор ЕкоЕнергія АБ -800л,
- поживач СК728С1.

Також, підібрано тепловий насос NIBE F1345-60.



Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників.

Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт 195 люд/дні та тривалість виконання монтажних робіт – 79 днів.

Проведено аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт. В результаті виявленні основні небезпечні та шкідливі фактори праці та їх вплив на організм працюючих. Проведено розрахунок звукоізоляції приміщення, в якому буде встановлено технологічне обладнання, що дасть змогу робітникам працювати без шкідливого впливу шуму, а також буде забезпечений психологічний комфорт.

Складено локальний кошторис на підвищення енергоефективності системи опалення житлового будинку з використанням відновлювальних джерел енергії.

Згідно локального кошторису на будівельні роботи отримали, що кошторисна вартість становить 1413,177 тис. грн., кошторисна трудомісткість становить 6,087 тис.люд/год, кошторисна заробітня плата становить 128,108 тис. грн., а середній розряд працівників 3,9.

Орієнтовна вартість системи становить 1 413 177 грн.