

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Навчально-науковий інститут будівництва та
архітектури

*Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної
техніки*

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи магістра
на тему «Дослідження використання
низькотемпературних джерел енергії для
громадських будівель на прикладі офісного
центру м. Рівне»

Виконав: студент групи ТГВ-51м
Одарчук Андрій Володимирович

Керівник: канд. техн. наук, доцент
Новицька Ольга Сергіївна

Рівне – 2024 року

Національний університет водного господарства та природокористування

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення будівництва та архітектури

Кафедра, циклова комісія теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Теплогазопостачання та вентиляція»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри ТГВ та СТ

_____ М.Д. Кізеєв

“ _____ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ Одарчуку Андрію Володимировичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне

керівник проекту (роботи) _____ Новицька Ольга Сергіївна, к.т.н., доцент _____,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “29” _____ 10 _____ 2024 року С№1420

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Розташування об'єкту та його характеристики, основні показники по системах водопостачання, інші статистичні дані

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Використання низькопотенційної теплової енергії. 2. Розрахунок системи опалення адміністративної будівлі. 3. Проектування системи опалення адміністративної будівлі. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Економіка. Техніко-економічне порівняння низькопотенційних джерел опалення.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Аркуш 1 – Низькопотенційні джерела теплової енергії. Аркуш 2 - Низькопотенційне джерело енергії – тепловий насос. Аркуш 3 – Система опалення (перша частина).

Аркуш 4 – Система опалення (друга частина). Аркуш 5 – Геотермальні теплові насоси. Аркуш 6 – Характеристика теплових насосів. Аркуш 7 – Принципові схеми

котельні. Аркуш 8 – Порівняння низькопотенційних джерел теплової енергії

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вихідні дані до роботи		
2	Використання низькопотенційної теплової енергії		
3	Розрахунок системи опалення адміністративної будівлі		
4	Проектування системи опалення адміністративної будівлі		
5	Економіка. Техніко-економічне порівняння низькопотенційних джерел опалення		
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
7	Оформлення графічної частини дипломного проекту		
8	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту		

Магістрант

(підпис)

Одарчук А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Новицька О.С.

(прізвище та ініціали)

Зміст

Завдання на магістерську роботу.....	2
Вступ.....	3
1. Використання низькопотенційної теплової енергії.....	6
1.1. Тепловий насос як низькотемпературне джерело тепло.....	7
1.2. Структурні схеми обігрівальних систем з використанням теплових насосів.....	13
1.3. Особливості використання теплових насосів.....	20
2. Розрахунок системи опалення адміністративної будівлі.....	25
2.1. Вихідні дані.....	25
2.2. Параметри зовнішнього повітря.....	25
2.3. Параметри внутрішнього повітря.....	25
2.4. Теплотехнічні показники матеріалів огороження.....	26
2.5. Теплотехнічний розрахунок огороження.....	28
2.6. Розрахунок проектного теплового навантаження будівлі.....	29
3. Проектування системи опалення адміністративної будівлі.....	34
3.1. Проектування системи опалення на основі теплового насосу типу «повітря-вода».....	34
3.2. Гідравлічний розрахунок системи опалення.....	35
3.3. Розрахунок підлогового опалення.....	35
3.4. Проектування системи опалення на основі теплового насосу типу «грунт-вода».....	38
3.5. Проектування системи опалення на основі теплового насосу типу «вода-вода».....	44
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	45
4.1. Охорона праці.....	45
4.1.1. Організація та управління охороною праці на підприємстві.....	45

					НУВГП			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				
Дипломник						Літера	Аркуш	Листів
Зав. кафедри							1	
Керівник						НУВГП ННІБА ТГВ VI курс ,Рівне, 2024		
Рецензент								
Н.контр.								

4.2.	Аналіз потенційних небезпек.....	48
4.3.	Заходи щодо забезпечення безпеки.....	49
4.4.	Заходи щодо виробничої санітарії та гігієни.....	54
4.5.	Заходи з пожежної безпеки.....	55
4.6.	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	56
5.	Економіка. Техніко-економічне порівняння низькопотенційних джерел опалення.....	61
	Висновки.....	70
	Список використаної літератури.....	72

ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

- Аркуш 1 – Відновлювальні джерела енергії
- Аркуш 2 - Низькопотенційне джерело енергії – тепловий насос
- Аркуш 3 – Система опалення (перша частина)
- Аркуш 4 – Система опалення (друга частина)
- Аркуш 5 – Геотермальні теплові насоси
- Аркуш 6 – Характеристика теплових насосів
- Аркуш 7 – Принципові схеми котельні
- Аркуш 8 – Порівняння низькопотенційних джерел опалення

					НУВГП	Арк
						2
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Мета і задачі дослідження. У даній роботі ми визначимо який природний ресурс найкраще використовується для отримання теплової енергії для задоволення потреб споживачів. Питання забезпечення сталого теплопостачання має бути розглянуте з метою забезпечення ефективного та економічного використання енергії для потреб теплопостачання будівель. Пошук ефективних рішень дозволяє не лише отримувати енергію, а й зберігати навколишнє середовище.

На сьогоднішній день одним з найкращих рішень у цьому випадку є використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Це пов'язано з виснаженням викопних палив та негативним впливом викидів парникових газів на якість повітря через споживання традиційних джерел енергії. На відміну від традиційних джерел енергії, відновлювані мають як економічні, так і екологічні переваги. В якості джерел низькопотенційної тепла можуть бути використані такі джерела відновлюваної енергії: повітря, ґрунт, вода, стічні води та сонячна енергія. Теплові насоси, що використовують ці джерела, є ефективними рішеннями для обігріву та охолодження будівель.

1. Тепло повітря як джерело енергії

Повітря є відновлювальним джерелом енергії з майже безмежним потенціалом. Більшість теплових насосів та кондиціонерів використовує саме повітря як низькопотенційне джерело енергії. Це зумовлено тим, що теплові насоси, які використовують тепло повітря, є більш доступними за ціною порівняно з іншими видами теплових насосів і є більш прості в установці та обслуговуванні. Однак вони мають обмеження в застосуванні при дуже низьких температурах повітря, оскільки ці умови можуть спричинити замерзання зовнішнього блоку теплового насоса і, відповідно, значне зниження його ефективності.

Технічні характеристики сучасних теплових насосів свідчать, що вони не можуть працювати при температурах нижче -25°C . Також, низька температура повітря знижує ефективність роботи таких систем: чим більша різниця температур між джерелом тепла та теплоносієм, тим нижчий коефіцієнт ефективності (COP) системи.

					НУВГП	Арк
						3
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

2. Тепло ґрунту як джерело енергії

Ґрунт, як і повітря, є накопичувачем тепла з практично безмежним потенціалом. Температурний режим ґрунту залишається стабільним протягом року, що дозволяє ефективно використовувати його як джерело енергії. Теплові насоси, що використовують тепло ґрунту, здатні забезпечити високий рівень ефективності, оскільки температура ґрунту зазвичай залишається в межах 5-15°C на глибині 1-2 метри. Це дає можливість досягти високого коефіцієнта ефективності, оскільки різниця температур між джерелом тепла та теплоносієм є відносно невеликою.

3. Тепло стічних вод як джерело енергії

Стічні води також можуть бути використані як джерело низькопотенційної енергії для систем з тепловими насосами. Враховуючи їх постійну витрату та незначні температурні коливання протягом року, стічні води є стабільним джерелом енергії для таких систем. Температура стічних вод у міських каналізаційних системах зазвичай коливається в межах 10-22°C в залежності від сезону, що дозволяє ефективно використовувати їх для обігріву будівель.

Системи з використанням теплових насосів, що працюють на теплі стічних вод, мають високий коефіцієнт ефективності, що робить їх привабливими для опалення офісних та комерційних будівель. У таких системах тепло обирається за допомогою спеціальних теплообмінників, встановлених у міських каналізаційних системах або в спеціальних колекторах.

4. Підсумок

У загальному контексті сталого теплопостачання для офісних будівель найефективнішим рішенням є використання теплових насосів, що використовують тепло ґрунту або тепло повітря. Це дозволяє досягти високої ефективності енергоспоживання, знизити витрати на енергію та зменшити викиди парникових газів. Завдяки відновлювальним джерелам тепла можна значно знизити залежність від традиційних джерел енергії, таких як газ або вугілля, що має важливе значення для енергетичної

					НУВГП	Арк
						4
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

безпеки та екологічної стійкості. Крім того, використання таких джерел тепла дозволяє зменшити енергетичні витрати офісних будівель, забезпечити комфортні температурні умови для співробітників протягом усього року та забезпечити більш стабільне та стійке теплопостачання.

					НУВГП	Арк
						5
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Використання низькопотенційної теплової енергії

Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів становить сьогодні є однією з глобальних світових проблем, успішне вирішення якої, мабуть, матиме визначальне значення не тільки для подальшого розвитку світової спільноти, а й для збереження середовища її проживання. Одним з перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є застосування нових енергозберігаючих технологій, які використовують нетрадиційні поновлювані джерела енергії. Виснаження запасів традиційного викопного палива і екологічні наслідки його спалювання зумовили в останні десятиліття значне підвищення інтересу до цих технологій практично у всіх розвинених країнах світу.

Переваги технологій теплопостачання, що використовують нетрадиційні джерела енергії в порівнянні з їх традиційними аналогами, пов'язані не тільки зі значними скороченнями витрат енергії в системах життєзабезпечення будівель і споруд, а й з їх екологічною чистотою, а також новими можливостями в області підвищення ступеня автономності систем життєзабезпечення. По всій видимості, в недалекому майбутньому саме ці якості матимуть визначальне значення у формуванні конкурентної ситуації на ринку теплогенеруючого обладнання.

При використанні тепла Землі можна виділити два види теплової енергії – високопотенційний і низькопотенційну. Джерелом високопотенційне теплової енергії є гідротермальні ресурси – термальні води, нагріті в результаті геологічних процесів до високої температури, що дозволяє їх використовувати для теплопостачання будівель. Однак використання високопотенційного тепла Землі обмежена районами з певними геологічними параметрами.

На відміну від «прямого» використання високопотенційного тепла (гідротермальні ресурси), використання низькопотенційного тепла Землі за допомогою теплових насосів можливо практично повсюдно. В даний час це одне з найбільш динамічно розвиваються напрямків використання нетрадиційних відновлюваних джерел

					НУВГП	Арк
						6
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

енергії. Низькопотенційне тепло Землі може використовуватися в різних типах будівель і споруд багатьма способами: для опалення, гарячого водопостачання, кондиціонування (охолодження) повітря, обігріву доріжок в зимову пору року, для запобігання обмерзання, підігріву полів на відкритих стадіонах і т.д. В англomовній технічній літературі такі системи позначаються як «GHP» - «geothermal heat pumps», геотермальні теплові насоси. Кліматичні характеристики країн Центральної і Північної Європи, які разом з США і Канадою є головними районами використання низькопотенційного тепла Землі, визначають головним чином потреба в опаленні; охолодження повітря навіть в літній період потрібно відносно рідко. Тому, на відміну від США, теплові насоси в європейських країнах працюють в основному в режимі опалення. У США теплові насоси частіше використовуються в системах повітряного опалення, суміщеного з вентиляцією, що дозволяє як підігрівати, так і охолоджувати зовнішнє повітря. В європейських країнах теплові насоси зазвичай застосовуються в системах водяного опалення. Оскільки ефективність теплових насосів збільшується при зменшенні різниці температур випарника і конденсатора, часто для опалення будівель використовуються системи підлогового опалення, в яких циркулює теплоносій низької температури (35-40 оС). Більшість теплових насосів в Європі, призначених для використання низькопотенційного тепла Землі, обладнано компресорами з електричним приводом.

1.1 Тепловий насос як низькотемпературне джерело енергії

В природі, промисловому виробництві, сільському виробництві, побуті є значні запаси розсіяної низькотемпературної теплової енергії, яку можна ефективно використати. Для її концентрації застосовують теплові насоси (ТН) - це пристрої, які за допомогою механічної або електричної енергії трансформують теплову енергію низького потенціалу в теплову енергію більш високих параметрів. Теплові насоси, є найбільш перспективними серед джерел «нетрадиційної енергетики» для вирішення проблем енергозбереження завдяки можливості «черпати» поновлювану енергію з навколишнього природного та техногенного середовища.

					НУВГП	Арк
						7
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Для роботи теплових насосів необхідно два джерела: нижнє – з якого відбирається теплова енергія; верхнє – з якого ця енергія передається. Досить суттєвим, з точки зору правильного вибору необхідного насоса, є: тип, якісні характеристики та кількісні параметри нижнього джерела тепла. До найважливіших характеристик та параметрів можна віднести: доступність джерела, корозійні характеристики джерела, температура джерела та його зміни з часом, енергетичні ресурси джерела та його зміни з часом, інвестиційні та експлуатаційні витрати.

Джерела низькотемпературної теплоти (нижнє джерело), які використовуються тепловими насосами, можна поділити на два види: природні джерела теплоти; техногенні джерела теплоти. До першого виду відносяться: вода (поверхнева, ґрунтова, геотермальна); повітря; ґрунтове середовище; сонячна радіація. До другого виду відносяться: повітря систем вентиляції та систем охолоджень; стічні води та води станцій аерацій; води систем технічного водопостачання підприємств; теплота повітря та води, що відводиться в 241 технологічних процесах. Температурний та енергетичний рівень низькотемпературних джерел наведено в табл.1.

Атмосферне повітря, як джерело, найчастіше використовується для живлення малих теплових насосів. Це пояснюється його доступністю. До недоліків цього джерела, як нижнього джерела, можна віднести погану когерентність та той факт, що тоді, коли необхідність у теплі велика, температура повітря дуже низька.

Енергія, що міститься у поверхневих водах (річках, озерах, водосховищах, морі), виділяється при тепловому обміні між водою та атмосферним повітрям, а також ґрунтом. Недоліками поверхневих вод, як нижнього джерела, є проблеми із одержанням енергії у холодний сезон при малій течії, а також обмерзання обмінників при температурі близько 0о С. Тому найсприятливішими періодами для використання цього джерела є рання осінь та весна.

Підземні води, що знаходяться у глибинних колодязях, характеризуються незначними коливаннями температури протягом року, яка становить 3-12°С. Ці води

					НУВГП	Арк
						8
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

можуть направлятися безпосередньо у випарник або, у випадку, якщо вони сильно засолені, через проміжний теплообмінник. Особливим питанням є використання геотермальних вод, які іноді можуть використовуватися в якості нижнього джерела теплових насосів.

Таблиця 1

Температурний та енергетичний рівень джерел низькопотенціальних джерел енергії

Вид джерела низькотемпературної теплоти					
Природні джерела теплоти	Температурний рівень джерела, °C	Енергетичний рівень джерела, МВт	Техногенні джерела теплоти	Температурний рівень джерела, °C	Енергетичний рівень джерела, МВт
Вода: поверхнева грунтова геотермальна	4...18 6...15 35...70	0,9...51,6 1...2 0,29...3	Вода: стічна технічна технологічна	10...17 15...30 40...70	0,3...90 2,4...10,6 39,5...54,9
Повітря	-5...20	0,3...18,4	Повітря	0...50	0,3...22,1
Грунтове середовище	4...12	0,1...5,9	-	-	-
Сонячна радіація	0...75	0,1...150	-	-	-

Грунт може бути нижнім джерелом лише у невеликих теплових насосах, оскільки дає невеликий потік тепла. Установка обмінників вимагає серйозних розкопок і у зв'язку з цим може проводитись під площами, не засадженими деревами і не освоєними територіями.

До техногенних нижніх джерел тепла відносимо: залишкову теплоту технічних процесів, що виникає при виконанні різноманітних технологічних процесів в промисловості, енергетиці, комунальному господарстві тощо. Ці джерела, із врахуванням їх складу, вимагають індивідуального рішення всіх аспектів, які можуть виникати при їх використанні (вид речовини, агресивність, придатність до теплообміну тощо). До аналізу джерела слід додати також його параметри: потужність, температурний діапазон та їх зміни (у добовому, тижневому та річному масштабі). Температури

					НУВГП	Арк
						9
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

техногенних джерел зазвичай вищі температур природних джерел (за виключенням геотермальних вод).

Найбільший температурний та енергетичний рівень джерел теплоти має сонячна радіація, а найменший – ґрунтова вода (табл.1). Температурний та енергетичний рівень води і повітря техногенних джерел теплоти є вищим, ніж природних джерел, що пов’язано з недосконалістю технологічних процесів та технічних систем, і, як наслідок, втратами теплової енергії в навколишнє середовище, але масштаби використання природних низькопотенціальних джерел енергії є більшими.

За результатами аналізу видів низькопотенціальних джерел енергії, та їх характеристик, встановлено доцільність використання теплових насосів, як перетворювачів теплової енергії низького потенціалу в теплову енергію більш високих потенціалів та можливість їх використання майже в усіх галузях економіки: у промисловості, побуті, сільському господарстві тощо. В промисловості основними є техногенні джерела низькотемпературної теплоти. Це промислові стічні води та комунально-побутові (рис.1), вода технологічного та енергетичного обладнання підприємств, охолоджуюча вода, вентиляційні викиди. Теплові насоси в промисловому виробництві використовують для опалювання виробничих побутових приміщень, підігрівання води для виробничих потреб та для кондиціювання.

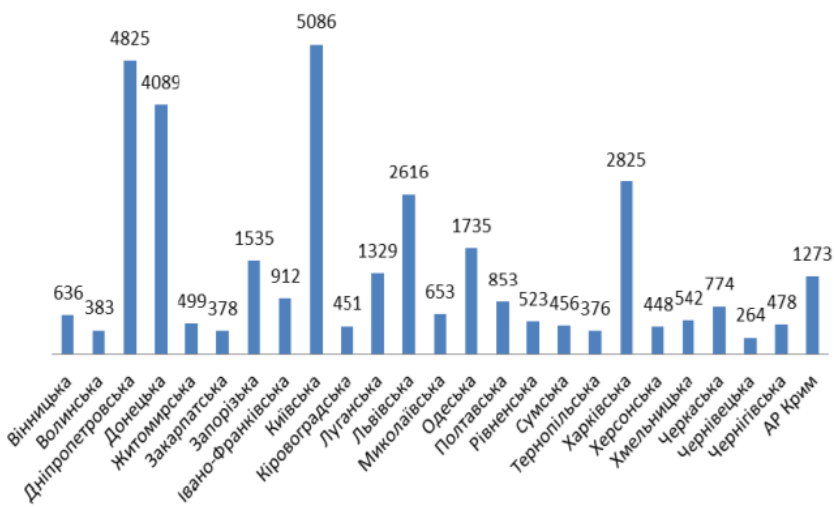


Рис.1. Енергетичний потенціал низькотемпературної теплової енергії стічних вод в областях України (тис. МВт-год/рік)

В Україні загальний річний об'єм комунально-побутових стоків становить близько 3740 млн. м³. Температура стоків становить 12–20°C залежно від сезону. В Україні каналізаційні системи централізованого відведення комунально-побутових стоків функціонують в 427 містах, 515 селищах міського типу, 856 селах. Питомий обсяг комунально-побутових стоків становить 0,15–0,4м³ на одного жителя за добу [1]. Цей показник значною мірою залежить від доступності води та соціально-економічних умов в окремих регіонах. Теоретичні ресурси низькотемпературної теплової енергії стічних вод можуть бути розрахованими, виходячи з загального обсягу каналізаційних стоків відповідної області, а ресурси для технічного використання можуть розраховуватись, виходячи з загального обсягу очищених каналізаційних стоків (рис.1). Технічний енергетичний потенціал низькотемпературної теплової енергії стічних вод в Україні становить 33939 тис.МВт·год/рік. Найбільші його значення припадають на Київську, Дніпропетровську та Донецьку області і знаходяться в межах 4089-5086 тис. МВт·год/рік, а найменші – на Чернівецьку, Тернопільську, Закарпатську та Волинську області – 264 - 383тис. МВт·год/рік.

В побуті основними є природні джерела низькотемпературної теплоти. Це вода (поверхнева та ґрунтова), повітря, ґрунтове середовище, сонячна радіація. Теплові насоси в побуті використовують для опалювання будинків, підігрівання води для побутових потреб та для кондиціонування. На сьогодні в Україні експлуатується 9,3 млн. садибних будинків з загальною площею 515,8 млн.м². Для їх теплопостачання можна влаштовувати ґрунтові теплообмінники з теоретичним запасом теплової енергії 525855 тис. МВт·год на рік. Ці теоретичні ресурси теплової енергії ґрунту та ґрунтових вод визначаються на основі статистичних даних, вони значно перевищують потреби енергії для опалення садибних житлових будинків.

Теплова енергія ґрунту (рис. 2) та ґрунтових вод може використовуватися для обігріву та вентиляції приміщень.

					НУВГП	Арк
						11
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

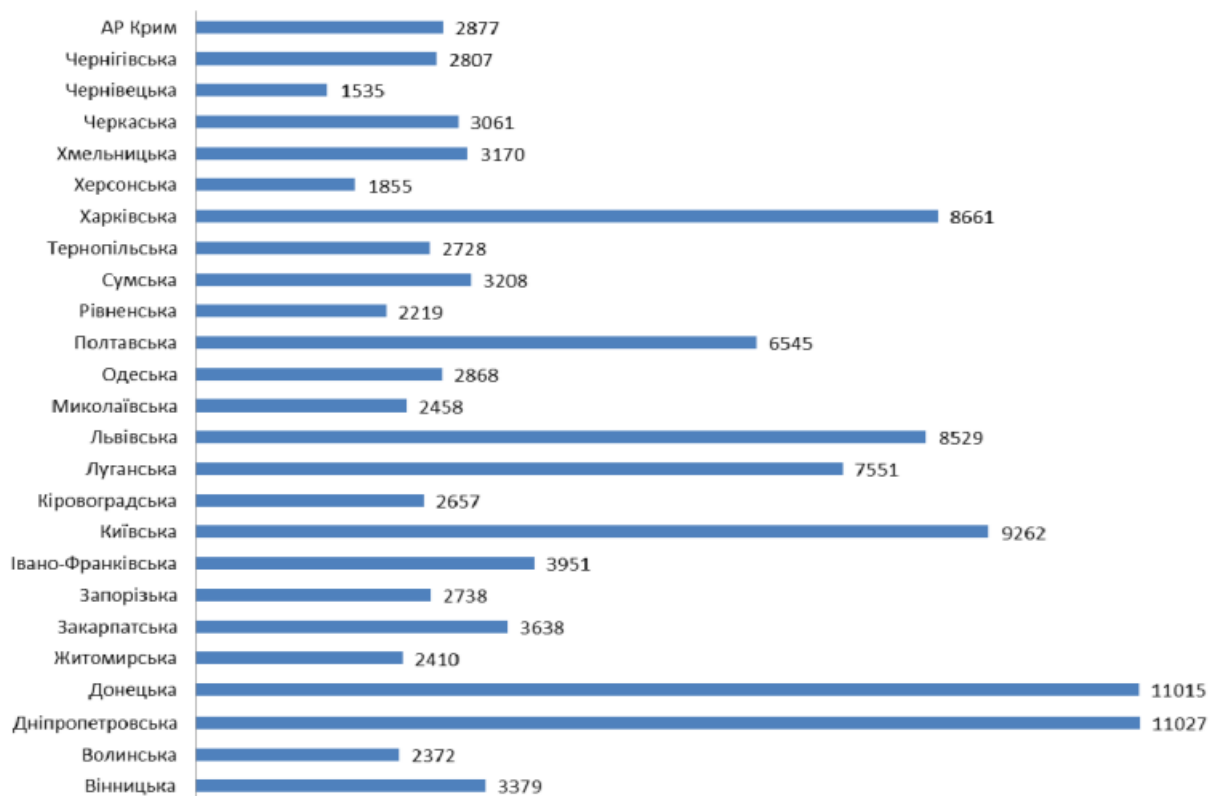


Рис.2. Енергетичний потенціал низькотемпературної теплоти ґрунту та ґрунтових вод в областях України (тис. МВт·год/рік).

Відбір теплової енергії від ґрунту може здійснюватися за допомогою ґрунтових теплообмінників різних типів. Температура теплоносія в ґрунтовому теплообміннику становить від мінус 5–7 до плюс 10–12 °С і є придатною для виробництва теплоносія з температурою 40–70 °С за допомогою теплових насосів. Досвід провідних країн свідчить, що енергію ґрунту найчастіше використовують в теплонасосних установках потужністю до 70–100 кВт, які обслуговують окремі невеликі будинки, головним чином садибні житлові будинки. В умовах України це можуть бути садибні будинки міст та сіл. Технічний енергетичний потенціал низькотемпературної теплової енергії теплоти ґрунту та ґрунтових вод в Україні становить 112521 тис. МВт·год/рік. Найбільші його значення припадають на Дніпропетровську, Донецьку, Київську, Львівську та Харківську області і знаходяться в межах 8529–11027 тис. МВт·год/рік, а найменші – на Чернівецьку та Херсонську області (1535–1855 тис. МВт·год/рік).

					НУВГП	Арк
						12
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1.2. Структурні схеми обігрівальних систем з використанням теплових насосів.

В залежності від середовища, з якого отримується і береться тепло, можна виділити декілька обігрівальних систем: повітря – повітря, повітря – вода, вода – вода. Це спрощена класифікація, а визначення „вода” означає будь-який рідкий носій тепла, визначення „повітря” означає в загальному газу, топкові газу, пари тощо. До складу обігрівальних систем, крім представлених елементів теплових насосів, входять внутрішні та зовнішні обмінники тепла, структура яких залежить від виду обігрівальної системи. Задача внутрішніх обмінників тепла полягає в передачі тепла у внутрішній простір будинку чи до установки нагрівання води, або ж у прийомі теплоти з вищевказаних джерел. Задачею зовнішніх обмінників тепла є: створення можливості приймання теплоти із середовища, що знаходиться поза будинком або з іншого доступного джерела тепла, або ж передача тепла у це середовище. Обігрівальна система типу повітря – повітря. У цій системі теплота береться із зовнішнього повітря або ж засмоктується з опалюваного приміщення і передається до опалювальної установки. Теплові насоси з такими системами на сьогодні широко використовуються. Їх застосовують для опалювання приміщень, підготовки теплої води та кондиціонування приміщень.

В опалювальній системі типу повітря – вода (рис. 3) тепло береться із зовнішнього повітря, при цьому повітря може надходити до теплового насоса за рахунок природної тяги або засмоктується із навколишнього середовища, далі тепло передається воді за рахунок циркуляції холодоагента в тепловому насосі. Теплота може використовуватись безпосередньо в для отримання гарячої та для опалювання приміщень (рис. 4).

					НУВГП	Арк
						13
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

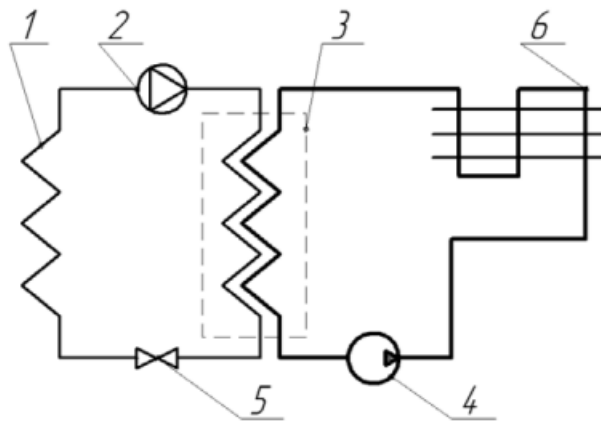
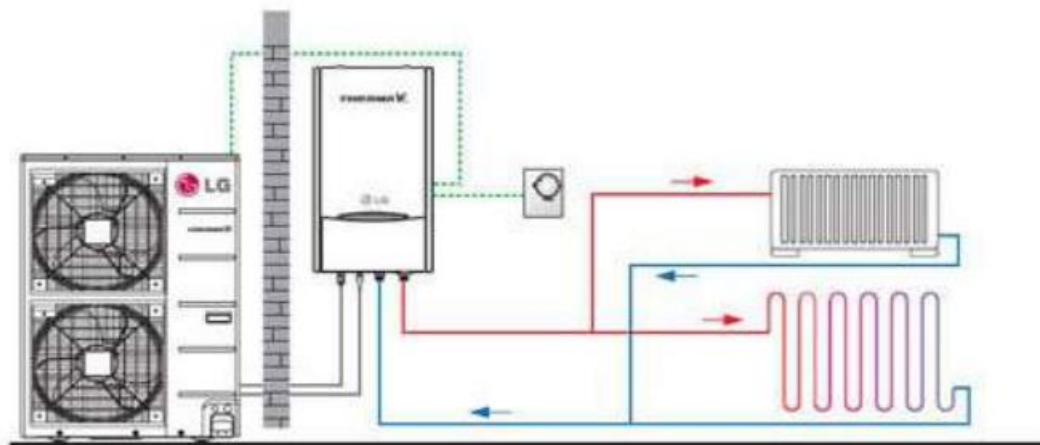
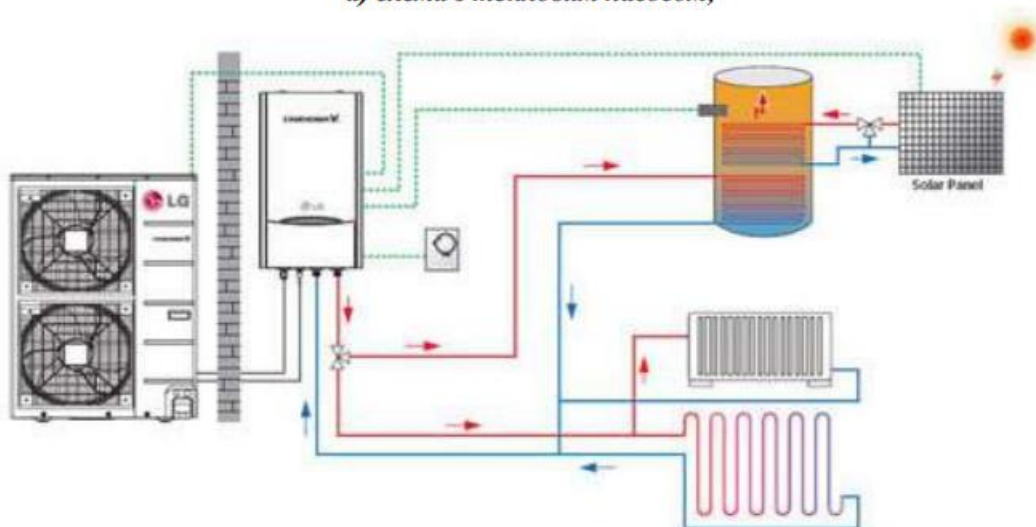


Рис. 3 Схема опалювальної системи типу повітря – вода [2]:
 1 – випарник; 2 – компресор; 3 – конденсатор; 4 – водний насос;
 5 – дросельований вентиль; 6 – обігрівач



а) схема з тепловим насосом;



б) схема з тепловим насосом, гелеоколектором, та енергоакумулятором
Рис. 4 Технологічна схема опалювання з використанням теплового насоса

В обігрівальній системі типу вода – вода тепло береться від води і передається циркуляцією теплового насоса до споживача (рис. 5), при цьому в якості низько потенційного джерела теплоти можуть використовуватись ґрунтові, поверхневі води та ґрунт (рис. 6, 7).

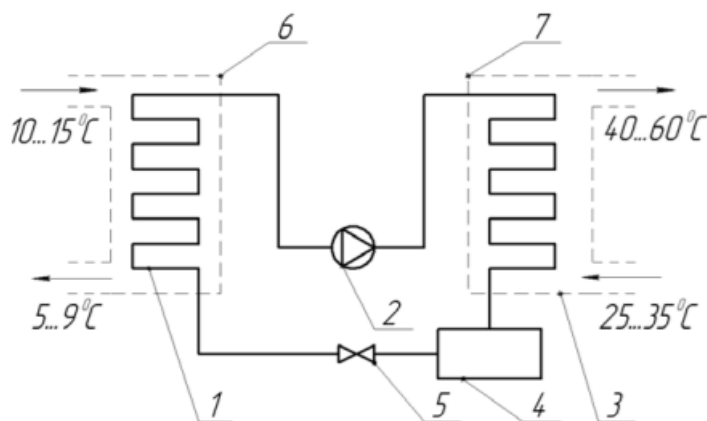


Рис. 5 Структурна схема опалювальної системи типу вода – вода [2]:
 1 – випарник; 2 – компресор; 3 – конденсатор; 4 – резервуар;
 5 – дросельований вентиль; 6 – резервуар, від якого випарник одержує тепло; 7 – резервуар для нагрівання води

Обігрівальні системи такого типу використовують для опалювання приміщень, а також для приготування теплої води для побутових цілей (рис. 6, 7).

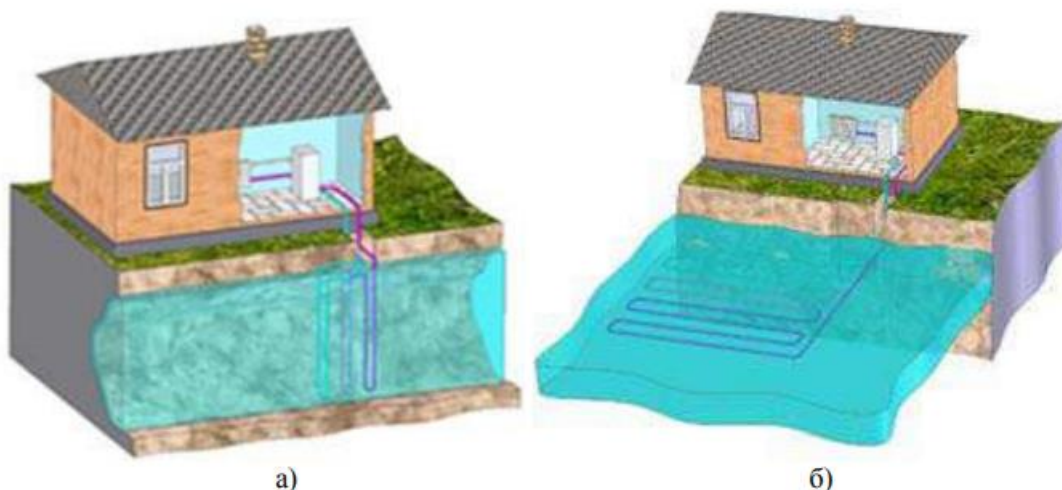


Рис. 6 Схема використання ґрунтових та поверхневих вод для теплового насоса в опалювальній системі будинку: а) з використанням ґрунтових вод; б) з використанням поверхневих вод

При використанні енергії ґрунтової води (рис. 6, а) необхідно враховувати її доступність на необхідній глибині, при цьому застосовується тепловий насос типу “вода-

					НУВГП	Арк
						15
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

вода” або “вода-повітря”. Оскільки вода має високу теплоємність, то ефективність системи буде досить висока. А постійна температура ґрунтових вод біля $+8^{\circ}\text{C}$ - $+12^{\circ}\text{C}$ гарантує оптимальне джерело низкопотенційного тепла. При цьому ґрунтові води направляються з однієї свердловини в тепловий насос, віддають там теплову енергію, а потім перекачуються в іншу свердловину, що розміщена на деякій відстані від першої.

При використанні енергії поверхневої води (рис.6, б) необхідно враховувати її доступність на необхідній відстані від будинку, при цьому застосовується тепловий насос із закритим циклом (рис.6, б) і водорозміщеним теплообмінником – спеціальна рідина (теплоносії) прокачується по колекторах (трубках), що знаходяться у водоймі, і віддає або забирає тепло у води. Будинок має сенс опалювати тепловою енергією відкритої водойми в тому випадку, якщо будинок знаходиться від водойми ближче 100 метрів, і глибина водойми, а також берегова лінія відповідають умовам, необхідним для прокладки колектора. Таким чином, для встановлення теплового насоса продуктивністю 10кВт необхідно укласти в озеро контур довжиною 300 метрів. Перевагою такого способу є його відносна дешевизна.

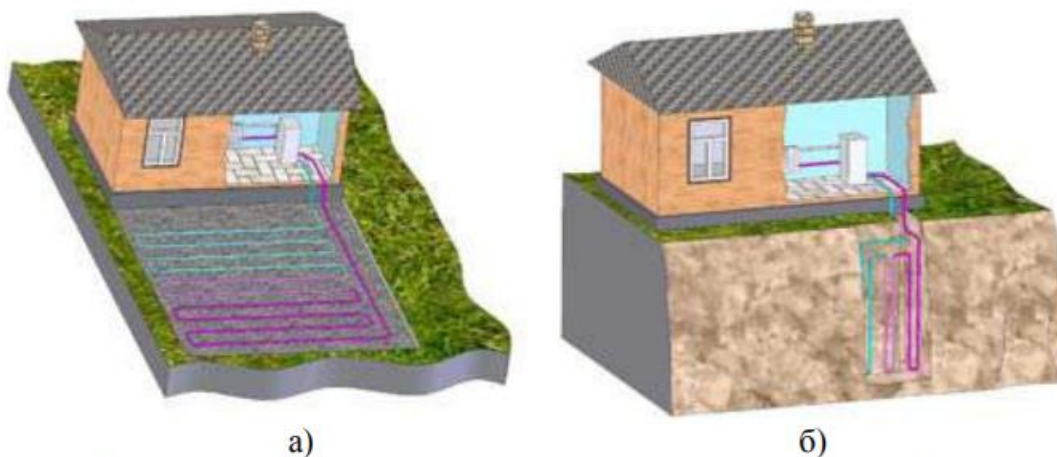


Рис. 7 Схема використання ґрунтового середовища для теплового насосу в опалювальній системі будинку: а) з використанням горизонтального колектора; б) з використанням вертикального колектора

При використанні енергії ґрунту використовують горизонтальний колектор (рис.7, б), який розташовується на глибині близько 1,2-1,3 м. Горизонтальний колек-

					НУВГП	Арк
						16
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

тор застосовується, якщо є достатньо площі для його вкладання. Для застосування траншейного колектора необхідно трохи менше простору. Буде потрібно приблизно в 1-1,5 рази більше площі, ніж опалювальний простір. Набагато менше місця вимагають вертикальні геотермальні теплообмінники (рис.7, б), що складаються з трубок, через які прокачується теплоносії. Вони розміщуються вертикально в землі й ідуть в глибину до 200 метрів (найчастіше 50 - 100 метрів). Такі зонди вводяться буровим інструментом. Геотермальні зонди складаються з замкнених труб, що відбирають тепло так само, як ґрунтовий колектор. Кількість тепла, що відбирає зонд, складає від 30 до 100Вт на метр зонда, що значною мірою залежить від особливостей ґрунту. Даний метод має саму високу ефективність роботи теплонасоса, мала витрата електроенергії і відносно дешеве тепло – на 1кВт електроенергії одержують до 5 кВт теплової енергії, але вимагає великих попередніх капіталовкладень. З точки зору способу роботи розрізняють наступні системи теплових насосів: моновалентна, бівалентна, бівалентно – паралельна, альтернативна. Робота теплового насоса у моновалентній системі полягає у тому, що тепловий насос являється єдиним джерелом, що забезпечує постійну подачу теплоти до опалювальної установки. Ця система використовується лише тоді, коли джерело теплової енергії має відносно постійну та високу температуру протягом усього року, наприклад, комунальні стоки. Бівалентна система роботи теплового насоса полягає в тому, що вона працює разом з іншими опалювальними установками такими як на рис. 8, рис. 3 та рис. 10. Тепловий насос доставляє тепло до якогось моменту або „пункту перемикавання”, після чого опалювання приймає інша традиційна нагрівальна установка. Пункт перемикавання визначає температуру на виході із теплового насоса, при якій забезпечується необхідна теплова потужність для обігрівання.

					НУВГП	Арк
						17
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

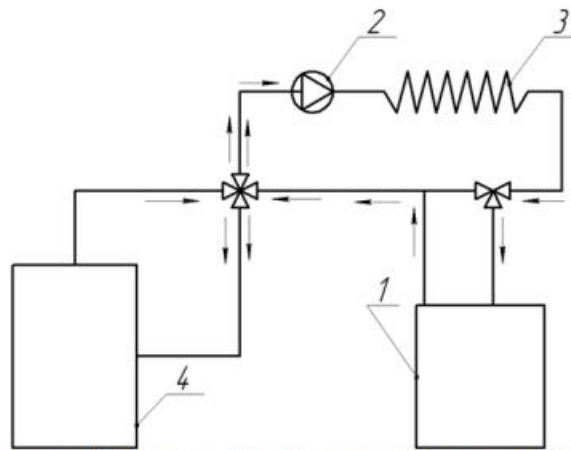


Рис. 8 Схема роботи теплового насоса у бівалентній системі [2]:
1 – випарник; 2 – компресор; 3 – конденсатор; 4 – традиційна опалювальна установка

Цю систему часто застосовують на практиці, оскільки сама система теплового насоса, особливо у холодний сезон, не завжди в змозі забезпечити температурні вимоги. Принцип роботи теплового насоса бівалентно-паралельної системи схожий на принцип роботи теплового насоса за бівалентною схемою. У бівалентно-паралельній системі, як і в системі, представлений вище, тепловий насос працює разом з іншою нагрівальною установкою. Різниця між цими системами полягає лише у тому, що у бівалентно-паралельній системі, якщо тепловий насос не може досягти необхідної температури, вмикається інший нагрівальний пристрій. Робота теплового насоса в альтернативній системі полягає в тому, що тепловий насос, в залежності від існуючих потреб, працює як нагрівальний пристрій, або як охолоджувальний (рис.9). Триходовий вентиль, що керується термостатом, викликає зміну напрямку протікання робочого середовища. Кожен обмінник тепла працює періодично як конденсатор або як випарник. Завдяки цьому, наприклад, вода, що перекачується через нагрівальні пристрої, в залежності від потреб, нагрівається (опалення приміщень) або охолоджується (кондиціювання приміщень).

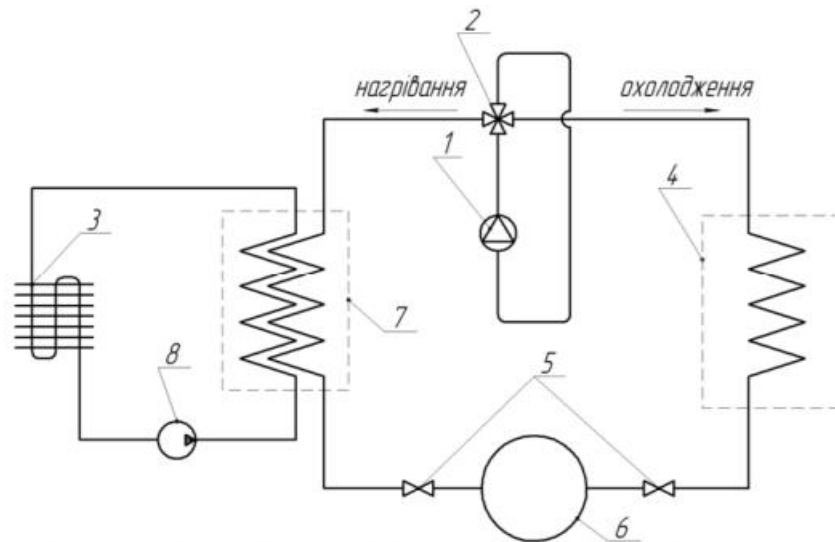


Рис. 9 Схема теплового насоса в альтернативній системі [2]:
 1 – компресор; 2 – триходовий вентиль; 3 – нагрівальний (охолоджуючий) пристрій; 4 – конденсатор-випарник; 5 – дроселюючий вентиль; 6 – резервуар; 7 – теплообмінник; 8 – насос

На рис. 10 представлена схема опалення та гарячого водопостачання бівалентної паралельної системи на основі теплового насоса 4 із сонячним колектором 2, що слугує для опалювання приміщень та підігрівання теплої води для побутових потреб. В цілому для опалювання домашнього господарства необхідно понад 12кВт, а продуктивність побутового теплового насоса складає близько 9 кВт, при температурі конденсації 60°C. Додаткове газове опалювання 1 представляє собою резерв у випадку відпрацювання тепловим насосом малого теплового потоку. Абсорбоване сонячним колектором тепло зберігається у водному тепловому акумуляторі 3 ємністю близько 10 м³, при необхідності водний резервуар може бути використаний як нижнє джерело теплоти для теплового насоса. Поверхня колекторів не повинна бути меншою за 40 м². За допомогою сонячної енергії та роботи теплового насоса можна покрити близько 65% річних потреб у теплі. Іншу частину покриває додаткове опалювання (газове). Акумулятор тепла слугує, головним чином, для вирівнювання добових коливань потреб у теплі. Його заряджає тепловий насос до температури близько 55-60 °C.

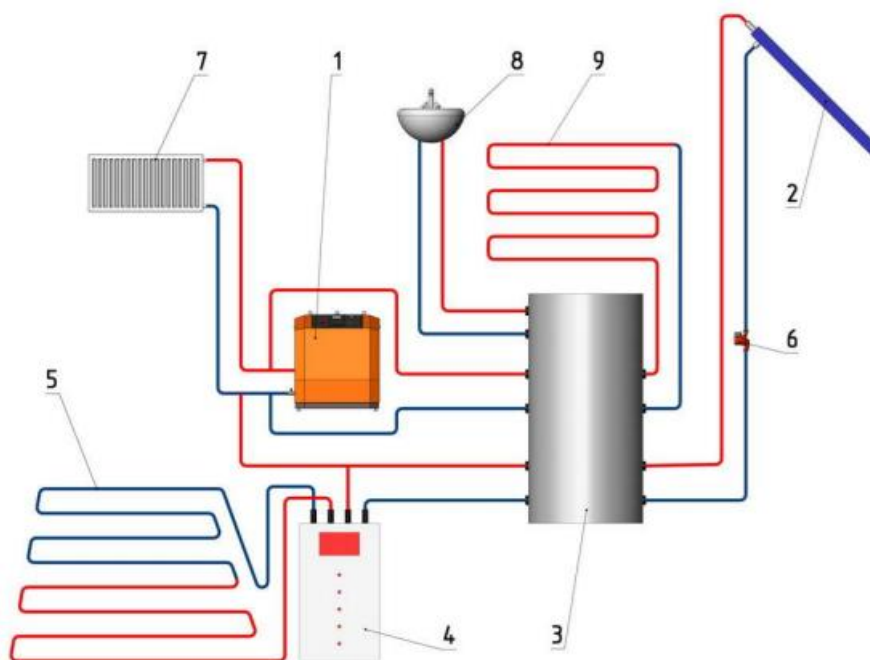


Рис. 10 Схема установки теплового насоса із сонячним колектором, яка слугує для обігрівання приміщень та приготування теплої води для побутових потреб [2]: 1 – газовий котел (теплогенератор); 2 – сонячний колектор; 3 – резервуар для води; 4 – тепловий насос; 5 – нижнє джерело теплоти (випарник); 6 – насос системи сонячного колектора; 7 – радіатор опалення; 8 – гаряча вода для побутових потреб; 9 – система опалення «тепла підлога»

1.3 Особливості використання теплових насосів.

Використання теплових насосів буде визначатись їх особливостями експлуатації перевагами та недоліками конструкції та систем в яких вони використовуються. Особливості використання теплових насосів полягають у можливості їх використання в технічних системах із забезпеченням оптимальних значень характерних технічних параметрів та величин. Так, тепловий насос виправдує себе тільки в добре утепленому будинку, тобто з тепловтратами не більше 100 Вт/м^2 . Чим тепліше будинок, тим більше вигода. Чим менша різниця між температурою джерела теплоти та температурою теплоносія в опалювальному контурі, тим більший коефіцієнт перетворення тепла (термічний ККД). Тому вигідніше опалювати приміщення низько-

					НУВГП	Арк
						20
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

температурними системами опалення: системою «тепла підлога» або повітряним опаленням, тому що в цих випадках температура теплоносія за медичними вимогами і будівельними нормами не повинна бути вище 35°C.

З метою забезпечення максимальної ефективності використання теплових насосів практикується їх експлуатація у парі з додатковим генератором тепла (у таких випадках говорять про використання бівалентної схеми опалення). У будинку з великими тепловтратами ставити насос великої потужності (більше 30 кВт) не вигідно. Він громіздкий, а працювати буде на повну потужність незначний час. Адже кількість дійсно холодних днів не перевищує 10-15% від тривалості опалювального сезону. Тому часто потужність теплового насоса призначають рівною 70-80% від розрахункової опалювальної. Вона буде покривати всі потреби будинку в теплі доти, поки вулична температура не опуститься нижче певного розрахункового рівня (температури бівалентності), наприклад, мінус 5-10°C. Із цього моменту в роботу включається другий генератор тепла. Є різні варіанти його використання. Найчастіше таким помічником служить невеликий електронагрівник, але можна поставити й рідкопаливний котел. Можливі й більш складні теплові бівалентні схеми, наприклад включення сонячного колектора. Для цього, у деяких серійних системах теплових насосів і сонячних колекторів така можливість передбачена в конструкції. У цьому випадку, змішування тепла, що йде від теплового насоса (це досить інерційна система) і від сонячного колектора (малоінерційна система) відбувається в бойлері.

Чим більший коефіцієнт завантаження теплового насосу, тим доцільніше його використання. Наприклад, системи нагріву води для ферм працюють у постійному режимі, протягом всього року. Їх коефіцієнт завантаження (використання потужності протягом року) може сягати 80%. В системах опалення коефіцієнт завантаження обладнання складає близько 30-40%. Відповідно в першому випадку річна економія від застосування теплового насосу рівної потужності буде в 2-3 рази більше, ніж в другому, а строки окупності обладнання в 2-3 рази менше.

					НУВГП	Арк
						21
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Чим більша теплова потужність необхідна, тим доцільніше використання теплових насосів. По-перше, питома вартість для теплових насосів великої потужності (встановлена вартість 1-го кВт енергії) в 3-5 разів нижча, ніж для теплових насосів малої потужності. А по-друге, чим більші обсяги споживання теплоти, тим більша економія від застосування теплових насосів в абсолютному вимірі. Перевагами у використанні теплових насосів є економічність, можливість використання, екологічність, універсальність, безпека.

Економічність. Ефективність використання теплових насосів вища, ніж у будь-яких котлів, що спалюють паливо, а коефіцієнт ефективності (продуктивності, термічний ККД) теплових насосів завжди більше одиниці. Термічний ККД (E_t) (також це поняття називається коефіцієнтом трансформації тепла, потужності, перетворення температур, перетворення тепла) – це показник, за яким порівнюють ефективність теплових насосів. Він показує відношення одержуваного тепла до витраченої енергії. Приміром, $E_t=4,5$ означає, що номінальній (споживаній) потужності теплового насоса 1 кВт, на виході відповідає 4,5 кВт теплової потужності, тобто 3,5 кВт тепла ми одержуємо із низькотемпературного джерела.

Широкий спектр застосування. На планеті існує безліч розсіяного тепла. Земля й повітря є скрізь, також більшість людей не мають проблем з водою. Саме вони містять в собі природну та антропогенну теплову енергію. Теплові насоси незалежно від погодних умов, падіння тиску в газовій трубі зберуть це тепло для вас. Усе, що потрібно для цього, – електрична енергія. Але, якщо її немає, це теж не проблема – деякі моделі теплових насосів можуть використовувати дизельне паливо або бензин для своєї роботи.

Екологічність. Тепловий насос не тільки заощаджує гроші, але й береже навколишнє середовище. Прилад не спалює паливо, а значить, не утворюються шкідливі окиси типу CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂. Застосовувані ж у теплових насосах хладони не містять хлорвуглеводнів і озонобезпечних речовин.

					НУВГП	Арк
						22
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Універсальність. Теплові насоси, обладнані реверсивним клапаном, працюють як на опалення, так і на охолодження. Теплонасос може відбирати тепло з повітря будівлі, прохолоджуючи його. Влітку надлишкове тепло можна використовувати для підігріву побутової води.

Безпека. Теплові насоси вибухово- і пожежобезпечні. У процесі опалення відсутні небезпечні гази, відкритий вогонь або шкідливі суміші. Деталі теплонасоса не нагріваються до високих температур, здатних стати причиною пожежі. Зупинка теплового насоса не приведе до його поломки, ним можна сміло користуватися після тривалого простою. Також виключене замерзання рідин у компресорі або інших складових частинах.

До недоліків теплових насосів, які використовуються для опалення, слід віднести велику вартість встановленого обладнання та зворотна залежність їх ефективності від різниці температур між джерелом теплоти і споживачем. Так, зворотна залежність ефективності використання теплових насосів від різниці температур між джерелом теплоти і споживачем накладає певні обмеження на використання систем типу «повітря - вода». Реальні значення коефіцієнту трансформації сучасних теплових насосів становлять 2 при температурі джерела -20°C , і порядку 4 при температурі джерела $+7^{\circ}\text{C}$. Це призводить до того, що для забезпечення заданого температурного режиму споживача при низьких температурах повітря необхідно використовувати обладнання зі значною надлишковою потужністю, що пов'язане з нераціональним використанням капіталовкладень (втім, це стосується і будь-яких інших джерел теплової енергії). Вирішенням цієї проблеми є застосування бівалентної схеми опалення, при якій основне (базове) навантаження несе тепловий насос, а пікові навантаження покриваються допоміжним джерелом (газовий або електрокотел). Оптимальна потужність теплонасосної установки становить 60...70% від необхідної встановленої потужності, що також впливає на закупівельну вартість установки опалення тепловим насосом. У цьому випадку тепловий насос забезпечує не менше 95% потреби споживача в тепловій енергії за весь опалювальний сезон. При

					НУВГП	Арк
						23
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

такій схемі середньосезонний коефіцієнт перетворення енергії для кліматичних умов Центральної Європи становить 3.

Висновок.

Використання відновлюваних джерел енергії для побутових потреб є надзвичайно важливим для України, що в першу чергу пов’язано з енергодефіцитністю і негативними тенденціями в галузі існуючої вітчизняної енергетичної системи та незадовільним станом довкілля. Ефективне використання енергії відновлюваних джерел сприятиме не тільки сталому енергозабезпеченню, але й поліпшенню стану довкілля і зменшенню ризиків для здоров’я населення.

					НУВГП	Арк
						24
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Розрахунок системи опалення адміністративної будівлі

2.1 Вихідні дані

Даний об'єкт знаходиться за адресою м. Дубно, Рівненський район, Рівненська область. Приміщення адміністративного типу, бізнес-центр класу Б. Будівля складається з чотирьох поверхів на яких розташовуються офісні приміщення, конференц-зали та тренажерний зал.

2.2 Параметри зовнішнього повітря

1. Географічний пункт будівництва м. Дубно.
2. Температура зовнішнього повітря в холодний період року: $\theta_e = -21^\circ\text{C}$ (температура найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0,92) [5, табл.2].
3. Температурна зона району будівництва – I [1, дод.А].
4. Тривалість опалювального сезону – 182 діб [5, табл.2].
5. Кількість градусодіб опалювального періоду – 3658 градусо-діб [5, додаток В].
6. Напрямок та швидкість вітру в січні з повторюваністю не менше 15% [5, табл.5].

2.3 Параметри внутрішнього повітря

Ці величини зручно представляти у вигляді таблиці (таблиця 2.1), в яку заносять характерні значення для даного адміністративного будинку.

Для зазначених приміщень за [25, табл.4] приймають:

1. Температуру внутрішнього повітря – $t_{int}, ^\circ\text{C}$.
2. Відносну вологість внутрішнього повітря – $\phi_v, \%$.

Режим вологості експлуатації зовнішніх і внутрішніх огорожень прийнятий нормальний.

Для зазначених приміщень приймають:

1. Температуру внутрішнього повітря – $t_{int}, ^\circ\text{C}$.
2. Відносну вологість внутрішнього повітря – $\phi_v, \%$.

					НУВГП	Арк
						25
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Режими вологості приміщень

№ з/п	Назва приміщення	Результуюча температура повітря, t_v , °C	Відносна вологість, ϕ_v , %	Режим вологості приміщення
1	Офісні приміщення	20	55	Нормальний
2	Санвузол, душова	24		Нормальний
3	Конф. зал	20		Нормальний
4	Коридор, хол	18		Нормальний
5	Вестибюль	18		Нормальний
6	Тренажерний зал	20		Нормальний
7	Кухня	21		Нормальний

Умови експлуатації огорожень

Умови експлуатації матеріалу огорожень прийнято за [1, дод. В] залежно від режиму вологості приміщень виробничої будівлі. Для нормального режиму вологості умови експлуатації Б.

2.4 Теплотехнічні показники матеріалів огороження

Прийнято матеріал зовнішніх стін будинку та матеріал для влаштування теплоізоляції підвального та горішнього перекриттів, а також густина цих матеріалів у сухому стані, ρ_o , кг/м³. Схеми прийнятих огорожень (зовнішньої стіни, підвального та горішнього перекриттів) наведені в табл. 2.2.

Для матеріалів, з яких складається конструкція огороження, визначино, враховуючи умови експлуатації, розрахункові коефіцієнти теплопровідності, λ_p , Вт/(м·К), за [1] і занесено ці дані в табл. 2.2 для теплотехнічного розрахунку огорожень.

Детальні теплотехнічні показники матеріалів для всіх видів огорожень наведені в додатку А [1].

					НУВГП	Арк
						26
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

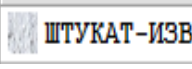
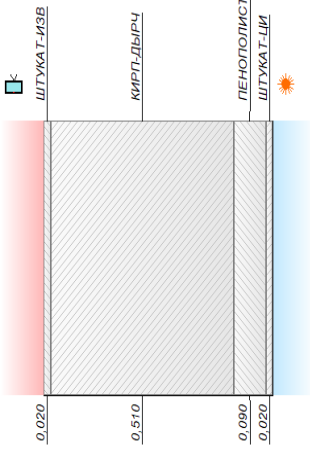
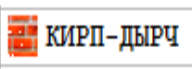
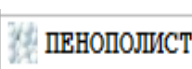
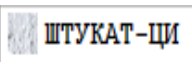
Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожень

Залежно від температурної зони експлуатації будинку для кожного виду зовнішнього огороження (зовнішня стіна, підвальне та горішнє перекриття, вікна, вхідні двері, тощо) прийнято за [1] мінімально допустимі значення опору теплопередачі, R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$:

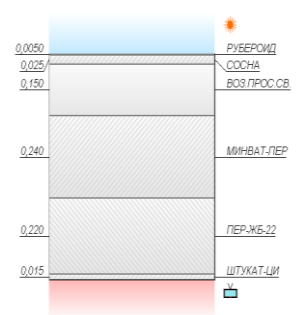
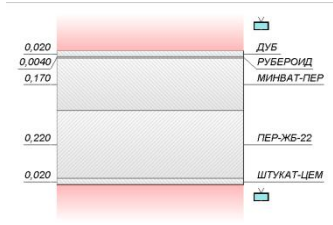
1. Зовнішні стіни: $R_{qmin}^{ст} = 3,3 m^2 \cdot K/Вт$
2. Горішнє перекриття: $R_{qmin}^{г.п} = 4,95 m^2 \cdot K/Вт$
3. Підвальне перекриття: $R_{qmin}^{п.п} = 3,75 m^2 \cdot K/Вт$
4. Вікна: $R_{qmin}^в = 0,75 m^2 \cdot K/Вт$
5. Двері: $R_{qmin}^д = 0,5 m^2 \cdot K/Вт$

Таблиця 2.2

Теплотехнічні показники матеріалів огорожень

Символ	Найменування матеріалу	Густина, $кг/м^3$	Товщина шару, δ , м	Коефіцієнт теплопровідності, λ_p , $Вт/(м \cdot K)$	Схема огороження
1	2	3	4	5	6
Зовнішня стіна					
	Штукатурка вапняна	1700	0,02	0,700	
	Кладка з цегли дірчасто-круглої	1400	0,51	0,620	
	Пінополістирол	30	0,09	0,045	
	Штукатурка цементно-вапняна	1850	0,02	0,820	

продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
Горищне перекриття					
 РУБЕРОИД	Рубероїд	1000	0,005	0,18	
 СОСНА	Деревина сосни поперечно волокниста	550	0,025	0,16	
 МИНВАТ-ПЕР	Мати мінераловатні прошивні	70	0,24	0,052	
 ПЕР-ЗБ-22	Перекриття залізобетонне 22 см.	1251	0,22	2,04	
 ШТУКАТ-ЦИ	Штукатурка цементно-вапняна	1850	0,015	0,82	
Підвальне перекриття					
 ДУБ	Деревина дуба поперечно волокниста	800	0,02	0,22	
 РУБЕРОИД	Рубероїд	1000	0,004	0,18	
 МИНВАТ-ПЕР	Мати мінераловатні прошивні	70	0,17	0,052	
 ПЕР-ЗБ-22	Перекриття залізобетонне 22 см.	1251	0,22	2,04	
 ШТУКАТ-ЦЕ	Штукатурка цементна	2000	0,02	1,00	

					НУВГП	Арк
						28
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

2.5 Теплотехнічний розрахунок огорожень

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення товщини шару теплоізоляції зовнішньої стіни, підвального та горішнього перекриттів, а також фактичний опір та коефіцієнт теплопередачі усіх зовнішніх огорожень.

В якості матеріалу теплоізоляції підвального та горішнього перекриттів прийнято плити пінополістирольні екструзійні (вміст в'язучого за масою від 3,5% до 4,2%).

Обчислену товщину заокруглено в більшу сторону до двох знаків після коми, оскільки стандартна товщина більшості утеплювачів кратна 0,01 м.

Розрахунок виконаний за допомогою комп'ютерної програми OZC 6.9.Значення обчислених товщин утеплювача наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Товщини утеплювача

Назва огороження	Товщина утеплювача $\delta_{\text{ут}}^{\text{ст.}}$, м
Зовнішня стіна	0,09
Горішнє перекриття	0,24
Підвальне перекриття	0,17

За відомої товщини утеплювача, розрахований фактичний опір теплопередачі R_{ϕ} , який має бути більшим або рівним мінімально допустимому значенню для даного огороження, R_{qmin} , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Результати теплотехнічного розрахунку занесено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Теплотехнічні показники огорожень

Назва огороження	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$		Коефіцієнт теплопередачі, K , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$
	R_{qmin}	R_{ϕ}	
Зовнішня стіна	3,3	3,55	0,29
Підвальне перекриття	3,75	3,92	0,26
Горішнє перекриття	4,95	5,13	0,20
Вікна і балконні двері	0,75	0,75	1,33
Вхідні двері	0,65	0,65	1,54

2.6 Розрахунок проектного теплового навантаження будівлі

Теплова потужність системи опалення залежить від тепловтрат будинку, які дорівнюють сумі розрахункових втрат тепла опалюваними приміщеннями Q , кВт.

До початку розрахунку на плані поверху пронумеровано усі приміщення, де будуть встановлені опалювальні прилади. Згідно ДБН п. 6.3.4. «Опалення, вентиляція та кондиціювання» [2, п. 6.3.4.], теплове навантаження системи опалення слід визначати згідно з ДСТУ Б EN 12831.

Проектне теплове навантаження всієї будівлі обчислюють за формулою:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \text{ Вт.} \quad (2.1).$$

Згідно стандарту EN 12831 [3] розрахунок проектних втрат тепла опалюваного простору за рахунок теплопередачі визначається за формулою:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (2.2).$$

Значення коефіцієнта втрат тепла $H_{T,ie}$ за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відділяють опалюваний простір від зовнішнього середовища, таких як: стіни, підлоги, покриття, двері, вікна. Згідно зі стандартом EN 12831[3], також враховують вплив лінійних теплових мостів, що визначається за формулою:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/К} \quad (2.3).$$

Коефіцієнт $H_{T,ij}$ враховує втрати тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) за суттєвої різниці температур. У випадку розрахунку втрат тепла в суміжний опалюваний простір з нижчою температурою не враховують вплив теплових мостів. Суміжним опалюваним простором може бути сусіднє приміщення в тій самій квартирі або приміщення в іншій квартирі чи навіть у прилеглому будинку. Коефіцієнт $H_{T,ij}$ обчислюють за виразом:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/К} \quad (2.4).$$

					НУВГП	Арк
						30
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між температурою суміжного опалюваного простору та проектною зовнішньою температурою, який визначають за виразом

$$f_{ij} = (\theta_{\text{int},i} - \theta_j) / (\theta_{\text{int},i} - \theta_e). \quad (2.5).$$

Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла опалюваного простору:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де: $H_{V,i}$ – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К;

Мінімальна об'ємна витрата повітря, згідно з гігієнічними вимогами, надходить в опалюваний простір (i), може бути обчислена за таким виразом:

$$\dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.7)$$

де: n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну згідно з гігієнічними вимогами, год^{-1} , в магістерській роботі прийнятий $n_{\text{min}} = 0,5 \text{ год}^{-1}$ [26, табл. 12]; V_i – об'єм опалюваного простору (i), обчислений на підставі внутрішніх розмірів (у світлі стін і перекриттів), м^3 .

Запас теплової потужності для компенсації наслідків пониження продуктивності опалення визначається за виразом:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

де: A_i – внутрішня площа підлоги опалюваного простору (i), м^2 ; f_{RH} – питома надбавка нагрівання, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Обрахунок тепловтрат будинку виконаний в програмі OZC 6.9. Детальні розрахунки тепловтрат всіх приміщень наведені в додатку Б, а узагальнені дані для проектування системи опалення в табл. 2.5.

					НУВГП	Арк
						31
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок втрат тепла у приміщеннях

Номер приміщення	Розрахункова внутрішня температура, $\Theta_{\text{int}}, ^\circ\text{C}$	Тепловтрати приміщення, $\Phi_{\text{HL}}, \text{Вт}$	Опис приміщення
1	2	3	4
Перший поверх			
101	18,0	1000	Вестибюль
102	18,0	1100	Коридор
103	24,0	500	Санвузол
104	24,0	500	Санвузол
105	16,0	1400	Котельня
106	20,0	1900	Логістичний відділ
107	20,0	1900	Відділ ІТ
108	20,0	1850	Відділ ІТ
109	18,0	650	ІТ сервіс
110	18,0	200	ІТ сервіс
111	20,0	1000	Відділ маркетингу
112	21,0	2900	Бух. відділ
113	20,0	800	Гол. Бух.
114	20,0	350	Каса
Разом		16 050	
Другий поверх			
201	18,0	900	Хол
202	18,0	950	Коридор
203	24,0	1050	Санвузол
204	20,0	1400	Комерційний відділ
205	20,0	3750	Комерційний відділ
206	20,0	3100	Комерційний відділ
207	20,0	1700	Комерційний відділ
208	20,0	1900	Комерційний відділ
209	20,0	1350	Кадровий відділ
Разом		15 050	

					НУВГП	Арк
						32
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Третій поверх			
301	18,0	1200	Хол
302	18,0	800	Коридор
303	24,0	1050	Санвузол
304	20,0	1650	Кабінет
305	20,0	5100	Конф.зал
306	20,0	4050	Кабінет
307	20,0	400	Кабінет
308	24,0	250	Санвузол
309	24,0	250	Душова
310	20,0	1600	Кабінет
Разом		16350	
Четвертий поверх			
401	18,0	450	Коридор
402	24,0	250	Рукомийка
403	24,0	150	Санвузол
404	24,0	250	Санвузол
405	24,0	350	Душова
406	21,0	5750	Кухня
407	20,0	5100	Тренажерний зал
Разом		12 300	
Разом		59 750	

Розрахункову річну потребу в теплі системи опалення визначають за формулою [2]:

$$Q_{річ} = 0,086 \cdot Q \cdot S \cdot \frac{a \cdot b \cdot c}{(t_e - t_s)}, \text{ ГДж} \quad (2.9)$$

де Q - теплова потужність системи опалення, кВт; S- розрахункова кількість градусодіб опалювального періоду; a - коефіцієнт, який для будинку дорівнює 1; b - коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними терморегуляторами, за цієї умови він дорівнює 0,9; c - коефіцієнт, який необхідно враховувати, якщо в системі опалення передбачена можливість фасадного автоматичного регулювання, за цієї умови він дорівнює 0,95.

$$Q_{річ} = 0,086 \cdot 59,750 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,95 / (20 - (-21)) = 385,76 \text{ ГДж}$$

					НУВГП	Арк
						33
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3. Проектування системи опалення адміністративної будівлі

3.1 Проектування системи опалення на основі теплового насосу типу “повітря-вода”

У котельні передбачено влаштування індивідуального теплового пункту. Тепловий пункт будівлі складається з внутрішніх модулів теплових насосів «повітря-вода», VWL 127/5 IS, які працюють у бівалентному режимі у поєднанні з електричними котлами eIoBLOCK VE 28. Зовнішні модулі теплового насосу VWL 125/5 AS знаходяться ззовні споруди і з'єднуються із внутрішніми фреоном контуром. Приготування гарячої води здійснюється за рахунок водонагрівача.

Параметри системи опалення: 55/45° С.

Проектом запроектована підлогова система опалення. На кожний поверх проектом передбачено окрема насосна група, яка знаходиться у котельні. Контури підлогового опалення виконано з поліетиленових труб марки Kanfloor. Розподіл контурів виконано за допомогою розподільчого колектора для регулювання витрати теплоносія. Трубопровід кожного з контурів підлогового опалення підключають до окремої пари приєднувальних штуцерів розподільвача, що дає можливість регулювати витрату теплоносія, а відповідно, і теплову потужність системи в кожному приміщенні будівлі індивідуально. Розподільвач складається з подавального та зворотного колекторів. Подавальний колектор має можливість індивідуального відключення кожного з контурів системи підлогового опалення на ротаметрі або запірному клапані. Зворотний колектор обладнаний вбудованими клапанами з попередньою настройкою пропускної здатності, що дозволяє забезпечити оптимальне гідравлічне балансування системи. Для керування контуром підлогового опалення клапан може бути оснащений термоелектричним приводом або термостатичним елементом прямої дії з виносним регулятором температури. При застосуванні термоелектричного привода керуючий сигнал надходить від електронного регулятора в залежності від потреби приміщення в тепловій енергії. Також у колекторі передбачений ручний повітровідвідник та дренажний кран.

					НУВГП	Арк
						34
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Регулювання кожного приміщення здійснюється за допомогою термоелектричного привода, який застосовується спільно з електронними кімнатними термостатами для регулювання витрати теплоносія в системах підлогового опалення.

3.2 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Гідравлічний розрахунок систем опалення проведений за методикою, що наведена в літературі [2, 15].

Розрахунок виконаний за допомогою комп'ютерної програми СО, результати розрахунку наведені на листі №3-4.

3.3 Розрахунок підлогового опалення

Вихідними даними до розрахунку підлогового опалення є тепловтрати приміщення Q , в якому влаштовують опалення, а також розміри та конструкція покриття підлоги цього приміщення.

За розрахованими тепловтратами приміщення Q , Вт, і площею поверхні підлоги для нагрівання F , m^2 , визначають потрібну тепловіддачу (щільності теплового потоку) $q_{оп}$, Вт/ m^2 :

$$q_{оп} = \frac{Q}{F}. \quad (3.1)$$

Приймають температуру води на вході і виході з контуру підлогового опалення і обчислюють середній температурний напір, $^{\circ}C$:

$$\Delta t_{сер} = 0,5(t_{вх} + t_{вих}) - t_{с}. \quad (3.2)$$

За [15, табл. 6.30] залежно від середньої температури води у нагрівальному контурі та температури повітря у приміщенні вибирають відстань між трубами нагрівального контуру a , м, за якої тепловіддача буде приблизно рівною, розрахованій за формулою (4.18); при цьому слід дотримуватись допустимої температури підлоги [15, табл. 6.29].

Відстань між трубами (модуль укладання труб) a , прийнято 0,3.

Тепловіддачу 1 п. м зміювика, Вт/м, обчислюють за формулою:

$$q_{num} = q \cdot a, \quad (3.3)$$

					НУВГП	Арк
						35
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

де q – фактична щільність теплового потоку Вт/м².

Потрібна довжина змійовика, м:

$$l = \frac{Q}{q_{\text{нм}}}. \quad (3.4)$$

Якщо $l > 120$ м [31], то змійовик потрібно розділити на декілька контурів, для яких роблять окремі розрахунки за теплом і гідравлічними параметрами.

Витрату води в трубопроводі змійовика визначають за формулою:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{q_{\text{нм}}}, \quad (3.5)$$

де Q – теплове навантаження ділянки, Вт.

Втрати тиску від руху води змійовиком, Па:

$$\Delta P = R \cdot l + \Delta P_{\text{м}}, \quad (3.6)$$

де R – питомі втрати тиску по довжині змійовика, Па/м; $\Delta P_{\text{м}}$ – втрати тиску в місцевих опорах, Па.

Для полегшення розрахунків використана комп'ютерна програма С.О.

Результати розрахунків наведені в табличній формі.

Таблиця 3.1

Результати розрахунку контурів підлогового опалення

№ прим.	Матеріал покриття підлоги	Площа контура А, м ²	Довжина труб L, м	Крок b, м	Діаметр труб d, мм	Проектна тепло-віддача Ф _{нл} , Вт	Середня температура поверхні підлоги	Витрата G, кг/с	Втрати тиску Δр, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101	Керамічна плитка	9,7	44,0	0,20	16х2	500	24,80	0,0120	1107
101	Керамічна плитка	10,0	51,8	0,20	16х2	500	24,51	0,0120	1185
102	Керамічна плитка	11,1	53,0	0,20	16х2	550	24,98	0,0132	1119
102	Керамічна плитка	10,8	52,3	0,20	16х2	550	24,96	0,0132	1139
103	Керамічна плитка	5,9	57,0	0,10	16х2	500	31,54	0,0120	1103
104	Керамічна плитка	5,9	57,4	0,10	16х2	500	31,35	0,0120	1185
105	Керамічна плитка	10,6	49,8	0,20	16х2	700	24,03	0,0168	1722
105	Керамічна плитка	9,1	46,5	0,20	16х2	700	24,18	0,0168	1728
106	Керамічна плитка	12,1	69,6	0,20	16х2	950	27,02	0,0228	6345
106	Керамічна плитка	14,7	77,5	0,20	16х2	950	26,80	0,0228	6315
107	Керамічна плитка	12,8	68,3	0,20	16х2	950	26,94	0,0228	6216
107	Керамічна плитка	17,1	83,6	0,20	16х2	950	26,65	0,0228	6172
108	Керамічна плитка	13,5	71,5	0,20	16х2	925	26,98	0,0222	5466
108	Керамічна плитка	16,4	80,1	0,20	16х2	925	26,71	0,0222	5423

					НУВГП				Арк
									36
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

109	Керамічна плитка	8,7	44,9	0,20	16x2	650	25,70	0,0156	1335
110	Керамічна плитка	3,1	13,7	0,20	16x2	200	25,22	0,0048	157
111	Керамічна плитка	14,9	78,0	0,20	16x2	1000	26,77	0,0239	7796
112	Керамічна плитка	13,1	67,6	0,20	16x2	967	27,67	0,0232	6523
112	Керамічна плитка	17,0	82,8	0,20	16x2	967	27,44	0,0232	6525
112	Керамічна плитка	14,6	75,7	0,20	16x2	967	27,65	0,0232	6582
113	Керамічна плитка	10,9	62,8	0,20	16x2	800	26,59	0,0192	3538
114	Керамічна плитка	5,9	28,1	0,20	16x2	350	26,13	0,0084	560
201	Керамічна плитка	9,9	47,2	0,20	16x2	450	24,07	0,0108	1114
201	Керамічна плитка	7,5	39,3	0,20	16x2	450	24,57	0,0108	1076
202	Керамічна плитка	14,6	63,3	0,20	16x2	950	25,98	0,0228	4645
203	Керамічна плитка	6,1	59,7	0,10	16x2	525	31,62	0,0126	1179
203	Керамічна плитка	5,8	57,1	0,10	16x2	525	31,75	0,0126	1136
204	Керамічна плитка	10,7	56,6	0,20	16x2	700	26,41	0,0168	2250
204	Керамічна плитка	8,5	49,0	0,20	16x2	700	26,60	0,0168	2264
205	Керамічна плитка	17,2	84,0	0,20	16x2	938	26,48	0,0225	6411
205	Керамічна плитка	14,7	79,4	0,20	16x2	938	26,71	0,0225	6474
205	Керамічна плитка	14,4	70,3	0,20	16x2	938	26,73	0,0225	6185
205	Керамічна плитка	10,8	57,2	0,20	16x2	938	26,98	0,0225	6268
206	Керамічна плитка	16,4	77,7	0,20	16x2	1033	26,91	0,0247	8027
206	Керамічна плитка	14,8	73,0	0,20	16x2	1033	26,93	0,0247	8098
206	Керамічна плитка	12,5	70,0	0,20	16x2	1033	27,14	0,0247	8243
207	Керамічна плитка	11,3	59,7	0,20	16x2	850	27,02	0,0204	3844
207	Керамічна плитка	14,6	69,3	0,20	16x2	850	26,74	0,0204	3808
208	Керамічна плитка	15,3	73,9	0,20	16x2	950	26,90	0,0228	5883
208	Керамічна плитка	12,9	68,4	0,20	16x2	950	27,08	0,0228	5932
209	Керамічна плитка	18,1	90,4	0,20	16x2	1350	27,38	0,0323	13623
301	Керамічна плитка	12,4	58,1	0,20	16x2	600	24,42	0,0144	1740
301	Керамічна плитка	10,9	57,1	0,20	16x2	600	24,57	0,0144	1887
302	Керамічна плитка	15,5	76,9	0,20	16x2	800	25,01	0,0192	3070
303	Керамічна плитка	6,1	59,5	0,10	16x2	525	31,61	0,0126	1198
303	Керамічна плитка	6,0	59,1	0,10	16x2	525	31,61	0,0126	1203
304	Керамічна плитка	10,3	60,2	0,20	16x2	825	26,80	0,0198	3882
304	Керамічна плитка	12,8	66,8	0,20	16x2	825	26,60	0,0198	3822
305	Керамічна плитка	12,9	66,6	0,20	16x2	1020	27,06	0,0244	7697
305	Керамічна плитка	16,6	80,7	0,20	16x2	1020	26,84	0,0244	7712
305	Керамічна плитка	17,2	83,2	0,20	16x2	1020	26,88	0,0244	7492
305	Керамічна плитка	11,5	60,5	0,20	16x2	1020	27,22	0,0244	7688
305	Керамічна плитка	14,7	78,0	0,20	16x2	1020	27,00	0,0244	7731
306	Керамічна плитка	16,4	81,3	0,20	16x2	1013	26,89	0,0242	7602
306	Керамічна плитка	15,5	78,1	0,20	16x2	1013	26,79	0,0242	7974
306	Керамічна плитка	11,6	67,7	0,20	16x2	1013	27,08	0,0242	8038
307	Керамічна плитка	5,7	27,2	0,20	16x2	400	26,73	0,0096	591
308	Керамічна плитка	2,8	27,6	0,10	16x2	250	30,89	0,0060	327
309	Керамічна плитка	2,4	23,2	0,10	16x2	250	30,34	0,0060	390
310	Керамічна плитка	13,1	63,9	0,20	16x2	800	26,80	0,0192	2964
310	Керамічна плитка	10,8	57,7	0,20	16x2	800	27,01	0,0192	3008
401	Керамічна плитка	6,8	28,6	0,20	16x2	450	26,02	0,0108	500
402	Керамічна плитка	2,6	24,8	0,10	16x2	250	31,96	0,0060	235
403	Керамічна плитка	1,2	10,9	0,10	16x2	150	32,43	0,0036	70

					НУВГП				Арк
									37
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

404	Керамічна плитка	2,5	24,1	0,10	16x2	250	31,81	0,0060	250
405	Керамічна плитка	3,9	36,0	0,10	16x2	350	31,87	0,0084	477
406	Керамічна плитка	13,3	71,3	0,20	16x2	958	27,68	0,0230	6374
406	Керамічна плитка	12,2	58,7	0,20	16x2	958	28,16	0,0230	4790
406	Керамічна плитка	13,3	60,4	0,20	16x2	958	27,85	0,0230	6401
406	Керамічна плитка	14,3	77,8	0,20	16x2	958	27,71	0,0230	6408
406	Керамічна плитка	13,0	64,1	0,20	16x2	958	27,92	0,0230	5355
406	Керамічна плитка	13,9	66,9	0,20	16x2	958	27,95	0,0230	5123
407	Керамічна плитка	14,6	84,4	0,20	16x2	1020	27,10	0,0244	7736
407	Керамічна плитка	14,3	76,9	0,20	16x2	1020	27,08	0,0244	7513
407	Керамічна плитка	18,0	87,9	0,20	16x2	1020	26,72	0,0244	7791
407	Керамічна плитка	15,1	79,4	0,20	16x2	1020	26,98	0,0244	7721
407	Керамічна плитка	10,7	60,3	0,20	16x2	1020	27,35	0,0244	7353

Фактичні характеристики опалювальних приладів приймаються за каталогами комп'ютерної програми С.О.

3.4 Проектування системи опалення на основі теплового насосу “грунт-вода”

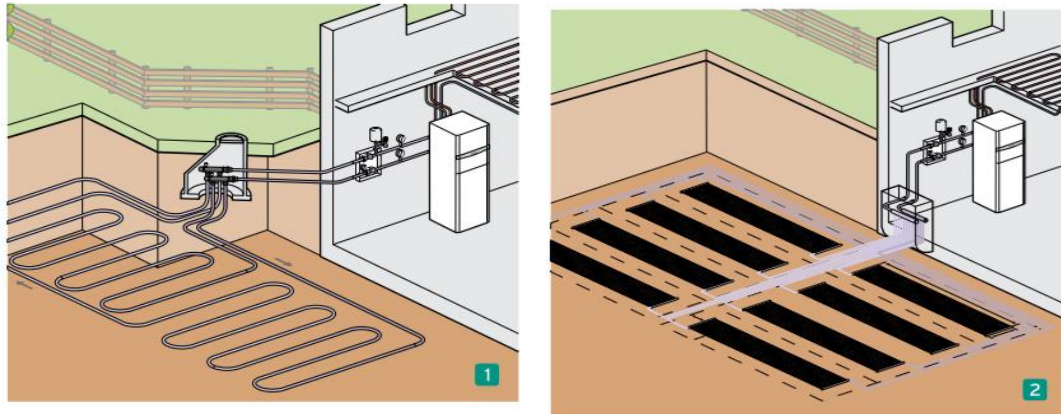
Систему опалення ми залишаємо ідентичну, змінюємо тільки джерело відновлювальної енергії теплового насосу та підбираємо додаткове обладнання.

Грунт — це джерело низькопотенційної енергії з найбільшою тепловіддачею протягом усього року. Тепло ґрунту може бути вилучено за допомогою ґрунтового колектора, ґрунтового зонда і компактного колектора.

Грунтовий колектор(1). Грунт акумулює сонячну енергію. Ця енергія сприймається ґрунтом або безпосередньо у формі сонячної радіації, або опосередковано, у формі тепла, одержуваного від дощу або з повітря. Горизонтальний ґрунтовий колектор складається з системи труб, покладеної на земельному майданчику на 20 см нижче межі рівня промерзання. На такій глибині цілий рік зберігається температура 5–15 °С. Колектор особливо підходить для будинків, розташованих на великих земельних ділянках. Тепловіддача залежить від властивостей ґрунту. Чим вологіший ґрунт, тим вища тепловіддача. Для добре теплоізовованого будинку жит-

					НУВГП				Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					38

ловою площею 150 м² і з потребою в теплі 7,5 кВт для укладання горизонтального ґрунтового колектора потрібна земельна ділянка площею близько 250 м².



Теплофізичні характеристики ґрунтів для застосування горизонтального колектора:

Характеристика ґрунту	Питомий теплотієм ¹ [Вт/м ²] (1800 год/рік)	Питомий теплотієм ¹ [Вт/м ²] (2400 год/рік)
Середній показник: в'язкий ґрунт з залишк. вмістом води	30	24
Сухий нев'язкий ґрунт	10	8
В'язкий ґрунт, вологий	20-30	16-24
Пісок, щебінь, насич. водою	40	32

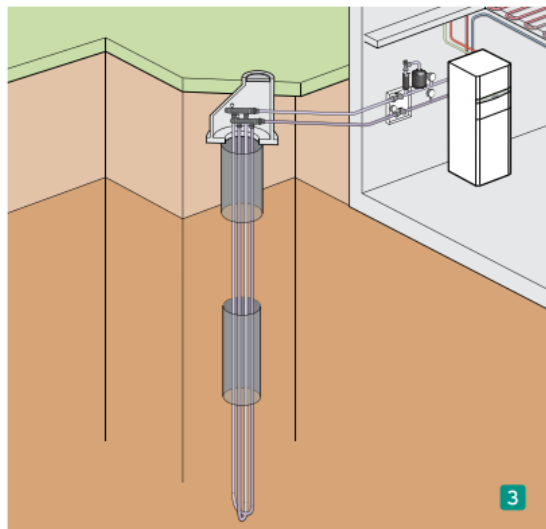
¹Мається на увазі кількість тепла, яку тепловий насос фактично відбирає від ґрунту з урахуванням середньої роботи компресора 1800 і 2400 годин за рік відповідно. Не враховується теплота, яка виділяється в компресорі (приблизно 25%).

Час роботи компресора залежить від режиму роботи теплового насоса. Для моновалентного режиму роботи можна обирати значення теплотієму за умови 1800 год/рік. Для бівалентного – 2400 год/рік і більше, залежно від значення точки бівалентності.

Табл. 3.2 Теплофізичні характеристики ґрунтів для застосування горизонтального колектора

Компактний колектор (2) складається з декількох колекторних матів, до яких входить безліч тонких пластикових трубок. Цей тип ґрунтового колектора потребує меншої площі для встановлення. Окремі колекторні мати з'єднуються паралельно за допомогою комбінації розподільника/збірника. Система розташовується також приблизно на 20 см нижче за межу промерзання ґрунту. Необхідно врахувати, що поверхня землі над полем укладання горизонтальних колекторів повин-

на добре освітлюватися сонцем. Це необхідно для того, щоб земля мала можливість відновити ту кількість тепла, яку було відібрано тепловим насосом.



Вертикальний ґрунтовий зонд(3) — найбільш популярний спосіб відбору ґрунтового тепла. На графіку показані коливання температури ґрунту протягом року. На глибині від 18 метрів температура землі позитивна (до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) і постійна протягом усього року. Буріння свердловини проводиться зазвичай на глибину до сотні метрів, у неї опускається спеціальна конструкція з пластикових труб. У цих трубах циркулюватиме незамерзаюча рідина, що називається розсалом. Розсіл передає тепло землі через теплообмінник у тепловий насос. Свердловина заливається розчином (тампонажною сумішшю), що створює теплопровідний моноліт. Ця конструкція являє собою вертикальний ґрунтовий зонд.

За необхідності довжину зонда можна розподілити на декілька свердловин. Вертикальний ґрунтовий зонд особливо добре підходить для земельних ділянок невеликої площі, на яких немає достатнього простору для укладання ґрунтового колектора. Для добре теплоізовованого будинку з житловою площею 150 м^2 і потребою в теплі $7,5\text{ кВт}$ потрібен ґрунтовий зонд довжиною близько 110 м .

					НУВГП	Арк
						40
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Теплофізичні характеристики ґрунтів для застосування вертикальних зондів:

Характеристика ґрунту	Питомий теплотієм ¹ [Вт/м²] (1800 год/рік)	Питомий теплотієм ¹ [Вт/м²] (2400 год/рік)
Нормально насичене осадове відкладення	60	50
Сухе осадове відкладення	25	20
Середній показ. осад. віклад.	50	40
Гравій/галька, пісок сухий	<25	<20
Гравій/галька, пісок вологий	65-80	55-65
Глина, суглинок вологий	35-50	30-40
Вапняний камінь	55-70	45-60
Піщаник	65-80	55-60
Граніт	65-85	55-70

¹ Мається на увазі кількість тепла, яку тепловий насос фактично відбирає від ґрунту з урахуванням середньої роботи компресора 1800 і 2400 годин за рік відповідно. Не враховується теплота, яка виділяється в компресорі (приблизно 25%).

Час роботи компресора залежить від режиму роботи теплового насоса. Для моновалентного режиму роботи можна вибирати значення теплотієму за умови 1800 год/рік. Для бівалентного – 2400 год/рік і вище, залежно від значення точки бівалентності.

Табл. 3.3 Теплофізичні характеристики ґрунтів для застосування вертикальних зондів

Розрахунок горизонтального ґрунтового колектора.

Обираємо тепловий насос flexoTHERM VWF 197/4 з корисною тепловою потужністю в режимі B0/W55 20,0 кВт та споживаною електричною потужністю 4,7 кВт.

Розраховуємо площу ділянки:

$$S = (Q - P) / q, \text{ м}^2 \quad (3.7)$$

Q — корисна теплова потужність теплового насоса, кВт. P — споживана електрична потужність теплового насоса, кВт. q — питомий теплотієм для фактичного типу ґрунту, Вт/м² (табл.3.2)

$$S = (20\,000 - 4\,700) / 30 = 510 \text{ м}^2$$

Крок укладання труб не повинен бути менше 0,7 м для ефективної роботи колектора.

Загальна довжина труби:

					НУВГП	Арк
						41
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$L = S / h = 510 / 0,7 = 728\text{м} \quad (3.8)$$

h — мінімальний крок укладання трубопроводу, м.

Рекомендується використовувати один контур довжиною не більше 150 м через великий гідравлічний опір. Виходячи з цього, слід встановити 6 колекторів по 121 м.

Розрахунок вертикального зонда.

Обираємо тепловий насос flexoTHERM VWF 197/4 з корисною тепловою потужністю в режимі B0/W55 20,0 кВт та споживаною електричною потужністю 4,7 кВт.

Глибина свердловин:

$$L = (Q - P) / q, \text{ м} \quad (3.9)$$

$$L = (20\,000 - 4\,700) / 35 = 437\text{м}$$

Q — корисна тепла потужність теплового насоса, кВт P — споживана електрична потужність теплового насоса, кВт q — питомий тепловий опір для фактичного типу ґрунту, Вт/м² (табл.3.3)

Максимальна довжина одного зонда не повинна перевищувати 100 м через великий гідравлічний опір. Тому слід встановлювати декілька зондів, наприклад, 5 зондів по 87 метрів. Прокладання зондів виконано з поліетиленових труб.

Для нашої адміністративної будівлі проектуємо встановлення вертикальних ґрунтових зондів, так як вони займаються меншу монтажну площу.

Параметри системи опалення: 55/45° С.

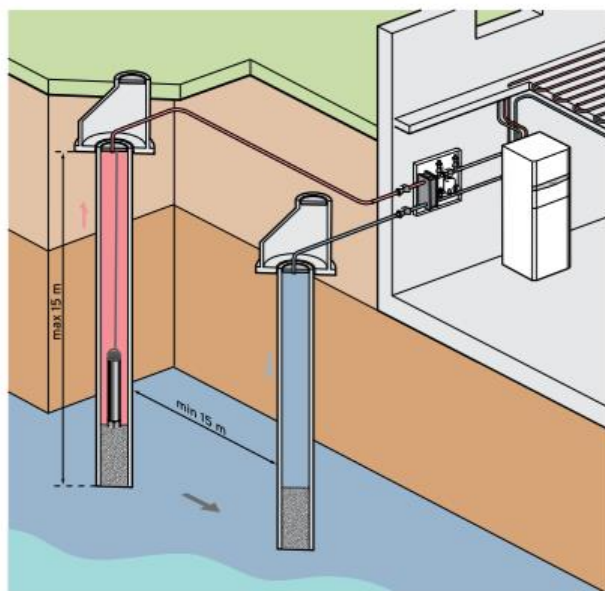
У котельні передбачаємо встановлення двох модулів теплових насосів «ґрунт-вода», flexoTHERM VWF 197/4. які працюють у бівалентному режимі у поєднанні з електричним котлом eLoBLOCK VE 28. Приготування гарячої води здійснюється за рахунок водонагрівача.

					НУВГП	Арк
						42
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Принципова схема опалення на аркуші №7. Розрахунок контурів підлогового опалення наведено у табл.3.1.

3.5 Проектування системи опалення на основі теплового насосу “вода-вода”

Грунтові води є найбільш продуктивним джерелом тепла. Порівняно постійна протягом усього року температура 8–10 °С дозволяє забезпечити найвищу серед усіх систем тепловіддачу. Через подавальну свердловину ґрунтові води подаються до теплового насоса за допомогою занурюваного насоса, а потім скидаються в приймальну свердловину.



Подавальна та приймальна свердловини встановлюються на відстані близько 15 м одна від одної в напрямку течії ґрунтових вод. Встановлюючи тепловий насос для ґрунтових вод, необхідно передбачити наступні умови:

- Переконатися в наявності достатніх запасів ґрунтових вод на глибині не більше 15 м.
- Максимальна кількість і якість ґрунтових вод, що відбираються, має відповідати потужності теплового насоса.

					НУВГП	Арк
						43
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Якщо у ґрунтових водах містяться речовини, які призводять до корозії/зamuлювання випарника теплового насоса, то між свердловиною ґрунтових вод і тепловим насосом необхідно встановити теплообмінник.

Для даного виду джерела енергії нам потрібно виконати будівельні роботи, а саме – буріння двох свердловин, подавальної з якої ми будемо забирати енергію до теплового насоса та зворотної свердловини у яку ми будемо скидати уже використану воду. Також потрібно підібрати відповідно потужності свердловинних насосів.

У котельні передбачаємо встановлення двох модулів теплових насосів «вода-вода», flexoTHERM VWF 197/4, які працюють у бівалентному режимі у поєднанні з електричним котлом eloBLOCK VE 28. Приготування гарячої води здійснюється за рахунок водонагрівача.

За технічними характеристиками даного теплового насоса об'ємні витрати в контурі розсолу номінальні при $dT=3K$ становлять $4,8 \text{ м}^3/\text{год}$. Для контуру опалення при $dT=5K$ дорівнює $4,0 \text{ м}^3/\text{год}$. Відповідно до цих даних підбираємо свердловинні насоси та насоси на систему опалення.

Рохрахунок контурів підлогового опалення наведено у табл.3.1. Принципова схема опалення на аркуші №7.

Висновок: проектування системи опалення геотермальним та гідротермальним способом є найвигіднішим з точки зору економічності використання енергоресурсів, але й найдорожчий в плані початкових інвестицій. Він передбачає, крім вартості самого насоса, реалізацію комплексу будівельно-монтажних робіт: буріння свердловин для укладання зондів чи облаштування колекторного поля на прибудинковій ділянці.

Тому для нашої адміністративної будівлі я обираю варіант з тепловим насосом типу «повітря-вода», так як об'єкт знаходиться у центрі міста і немає можливості для виконання будівельно-монтажних робіт.

					НУВГП	Арк
						44
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1 Охорона праці

4.1.1 Організація та управління охороною праці на підприємстві

Права та обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці

Керівник підприємства зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці. [16]

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- Створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції з їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;

- Розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- Забезпечує усунення причин, які призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- Організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам з охорони праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, контролює виконання заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

Обов'язки, права та відповідальність посадових осіб за виконання покладених на

					НУВГП	Арк
						45
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

них функцій з питань охорони праці мають передбачатися у посадових інструкціях, форма яких розроблена Держнаглядом охорони праці та узгоджена з Державним комітетом по стандартизації, метрології та сертифікації і Головним архівним управлінням при Кабінеті Міністрів України

У рамках цих заходів *працівник зобов'язаний*:

- Знати і виконувати вимоги нормативних актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- Дотримуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачені колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;
- Проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;
- Співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посилюючих заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації.

Види інструктажів

За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. [16]

Вступний інструктаж провадиться з усіма працівниками, які щойно прийняті на постійну чи тимчасову роботу; з працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі;

Мервинний інструктаж проводиться до початку роботи з працівником, новоприйнятим на підприємство;

					НУВГП	Арк
						46
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Мовторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою один раз у квартал, на інших роботах — один раз на півріччя.

Мозаплановий інструктаж проводиться при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, внесенні змін та доповнень до них; при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування; при порушенні працівником нормативних актів про охорону праці;

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, не пов'язаних з їх безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства тощо);

Відповідальність роботодавця та працівника щодо порушення вимог з охорони праці.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законом.

Дисциплінарна відповідальність регулюється Кодексом законів про працю і передбачає такі види покарання, як догана та звільнення.

Адміністративна відповідальність регулюється Кодексом про адміністративні правопорушення і передбачає накладення на службових осіб, громадян-власників штрафів у розмірі від 2 до 14 неоподаткованих мінімумів доходів громадян.

Матеріальною відповідальністю передбачено відшкодування збитків, завданих підприємству працівником або завданих підприємством працівникам (або членам їх сімей), які постраждали від нещасного випадку або профзахворювання.

Посадові особи підприємств або громадяни - суб'єкти підприємницької діяльності, винні у порушенні вимог законодавства про охорону праці, якщо це порушення заподіяло шкоду здоров'ю потерпілого, притягаються до кримінальної відповідальності: штрафом до 50 неоподаткованих мінімумів доходів громадян або виправними роботами на тер-

					НУВГП	Арк
						47
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

мін до 2-х років. А якщо ці порушення спричинили загибель людей, то посадові особи можуть бути позбавлені волі на термін до 7-ми років.

4.2. Аналіз потенційних небезпек

Основними потенційними небезпеками при проведенні робіт в офісі є такі:

- небезпека ураження електричним струмом, внаслідок недотримання правил електробезпеки або виходу з ладу електроприладів;
- порушення роботи кістково-м'язового апарату внаслідок тривалих статичних навантажень при роботі з ПК.
- нервово-психічні перевантаження внаслідок постійного контакту з клієнтами, колегами по роботі, керівництвом при вирішенні робочих питань, які можуть носити конфліктний характер і призвести до емоційного дискомфорту, внутрішнього роздратування, емоційної нестабільності та захворювань нервової системи;
- незадовільні ергономічні характеристики робочого місця внаслідок нераціонального планування робочого місця, що може призвести до механічних травм, уражень електричним струмом та порушень кістково-м'язового апарату;
- негативний вплив недостатнього освітлення робочої зони на зір та продуктивність роботи працюючого, внаслідок несправності освітлювальних приладів або неправильного проектування освітлювальної системи;
- негативний вплив незадовільних параметрів повітряного середовища робочої зони на здоров'я працюючого, внаслідок неправильного проектування системи вентиляції або несправності її несправності;
- негативний вплив підвищеного рівня шуму на психоемоційний стан працюючого, який пов'язаний з використанням застарілої периферійної техніки, кондиціонерів, копіювальної техніки, освітлювальних приладів;
- небезпека загоряння у зв'язку із несправністю електричного обладнання, недотримання, або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, що може призвести до пожежі.

					НУВГП	Арк
						48
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- неправильні дії персоналу у надзвичайних ситуаціях.

4.3. Заходи щодо забезпечення безпеки

Приміщення офісу, в яких перебувають співробітники галузі управління персоналом, відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом. Обладнання, що використовується в цих приміщеннях є споживачем електроенергії, що живиться від змінного струму 220 В від мережі з заземленою нейтраллю, та відноситься до електроустановок до 1000В закритого виконання. За способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідає згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» І (стаціонарні комп'ютери,) та ІІ (освітлювальні прилади, кондиціонери, опалювальні пристрої, ноутбуки, сканери) класу захисту.

Згідно «Правилам улаштування електроустановок» (далі «ПУЕ») виконані такі групи заходів з електробезпеки:

Конструктивні заходи забезпечують захист від випадкового дотику до струмопровідних частин за допомогою їх ізоляції та захисних оболонок.

Згідно з ГОСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» у приладах ІІ класу захисту використовується подвійна ізоляція - електрична ізоляція, що складається з робочої і додаткової ізоляції.

Так як згідно з НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок» офісні приміщення у більшості своїй відносяться до класу пожежебезпечної зони П-Па (приміщення, в яких містяться тверді горючі речовини), тому передбачений ступінь захисту ізоляції обладнання IP44.

Схемно-конструктивні заходи. Призначені для забезпечення захисту від ураження електричним струмом при дотику до металевих оболонок, які можуть опинитися під напругою в результаті аварій.

Згідно з ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» у приміщеннях галузі управління персоналом влаштовується занулення.

					НУВГП	Арк
						49
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Організаційні заходи. Експлуатація електроустановок і електроустаткування проводиться відповідно до НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» (далі «ПБЕЕ») та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (далі «ПБЕЕС»).

Для запобігання статистичного навантаження при користуванні ПК рекомендовано використовувати перерви в роботі 10 хв. через кожні дві години. Синдром зап'ястного каналу, або тунельний синдром зап'ястя, який може бути наслідком хронічної травми, трапляється у людей внаслідок тривалої роботи з мишею: постійні напруга і здавлювання приводить до мікротравм, здавлювання нерва прилеглими оточуючими тканинами, через що виникає набряк.

Щоб тунельний синдром вас не турбував, потрібно дотримуватися кількох правил організації робочого місця:

- оптимальна висота клавіатури від підлоги – 65-75 см;
- наявність ергономічних і зручних особисто для вас миші і клавіатури;
- можливість регулювання висоти і нахилу клавіатури (відстань від поверхні стола до середини клавіатури – не більше 30 мм, кут підйому клавіатури – від 2° до 15°);
- наявність у клавіатури підставки для рук;
- наявність килимка для миші з захистом від тунельного синдрому (спеціальний виступ забезпечує правильне положення кисті);
- наявність стільця або крісла з підлокітниками;

При роботі з мишкою і клавіатурою також слід дотримуватися певних правил. Коли ви набираєте текст, рука повинна бути зігнута в лікті під прямим кутом (90°), а при роботі з мишкою стежте, щоб кисть була прямою і лежала на столі якнайдалі від краю. До речі, час роботи з комп'ютером слід обмежити до дійсно необхідного.

Щоб попередити тунельний синдром потрібно робити спеціальні вправи для кистей – чим частіше, тим краще. Ці вправи допоможуть поліпшити кровообігу в м'язах і розтягнути їх. Комплекс вправ потрібно повторювати приблизно кожні 45 хвилин, тривалість однієї вправи – 1-2 хв.

					НУВГП	Арк
						50
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Нервові напруження впливає на серцево-судинну систему, збільшуючи артеріальний тиск і частоту пульсу, а також на терморегуляцію організму та емоційні стани працівника. Особливу роль у запобіганні втоми працівників відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці і відпочинку тощо. Боротьба зі втомою, в першу чергу, зводиться до покращення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища (ліквідація забруднення повітря, шуму, вібрації, нормалізація мікроклімату, раціональне освітлення тощо).

Крім того, для профілактики втоми працівників застосовуються специфічні методи, до яких можна віднести засоби відновлення функціонального стану зорового та опорно-рухового апарату, зменшення гіподинамії, підсилення мозкового кровообігу, оптимізацію розумової діяльності.

Загальні ергономічні вимоги встановлено ДСТУ ISO 9241-1:2003 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 1. Загальні положення». Організація робочого місця передбачає: правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні; вибір ергономічно обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини; раціональне компонування обладнання на робочих місцях; врахування характеру та особливостей трудової діяльності. В результаті технічного переоснащення, що базується на впровадженні інформаційних технологій у приміщенні, що знаходиться на другому поверсі виробничого корпусу заплановано встановити комп'ютери. Визначимо скільки комп'ютеризованих робочих місць, оснащених відеодисплейними терміналами (ВДТ) можна встановити у даному приміщенні і як їх розташувати відповідно до встановлених норм та правил з охорони праці. Розміри приміщення: довжина $a = 5,1$ м, ширина $b = 4,1$ м, висота $h = 2,5$ м. Перш за все необхідно проаналізувати чи підходить дане приміщення для того, щоб розмістити в ньому комп'ютеризовані робочі місця.

Відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» є неприпустимим розташування приміщень, призначених для роботи з ВДТ у підвалах та цокольних поверхах. Також забороняється

					НУВГП	Арк
						51
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

розташування вибухонебезпечних приміщень категорії А і Б (НАПБ Б.03.002-2007 «Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности») та виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщенням, де розташовуються ЕОМ (ПЕОМ), а також над такими приміщеннями, або під ними. Окрім того, виробничі приміщення для роботи з ВДТ не повинні межувати з приміщеннями, у яких рівень шуму і вібрації перевищує допустимі значення.

Вибране приміщення відповідає вищезазначеним вимогам, тому переходимо до наступного етапу, а саме, до визначення кількості комп'ютеризованих робочих місць, що можна розмістити в даному приміщенні. Оскільки площа приміщення становить $S_{ПР} = 20,91 \text{ м}^2$, а площа, на якій розташовується одне робоче місце з ВДТ, відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» повинна становити не менше $6,0 \text{ м}^2$, то в даному приміщенні можна розмістити щонайбільше три комп'ютеризованих робочих місць. Такої кількості достатньо для технічного переоснащення виробництва.

Перевіримо, чи відповідає це число нормативу щодо мінімального об'єму приміщення на одне робоче місце з ВДТ, відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ($V_{P.M.Min} = 20 \text{ м}^3$). Об'єм приміщення становить $52,275 \text{ м}^3$, а об'єм, що припадає на одне комп'ютеризоване робоче місце - $V_{P.M.} = 17,425 \text{ м}^3$. Таким чином норматив щодо об'єму приміщення на одне робоче місце з ВДТ не виконується. Тому розміщаємо в даному приміщенні щонайбільше два комп'ютеризованих робочих місць.

Планування розміщення комп'ютеризованих робочих місць у приміщенні проводимо із врахуванням наступних вимог:

- робочі місця з ВДТ розміщуються на відстані не менше 1 м від стіни зі світловими прорізами;
- відстань між бічними поверхнями ВДТ має бути не менше за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не повинна бути меншою за 2,5 м;

					НУВГП	Арк
						52
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м. Необхідно також врахувати розміри меблів на комп'ютеризованих робочих місцях, зокрема робочого столу. Відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» рекомендовані розміри столу для робочого місця з ВДТ становлять: висота – 725 мм, ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм. Приймаємо, що робочий стіл має такі розміри: ширина – 1200 мм, глибина – 800 мм. Найкраще розмістити комп'ютеризовані робочі місця рядами вздовж стіни з вікнами. Це дасть змогу унеможливити дзеркальне відбиття на екрані ВДТ джерел природного світла (вікон) та потрапляння останніх у поле зору операторів, що погіршує умови їх зорової роботи.

На рис. 4.1 наведено план приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями.

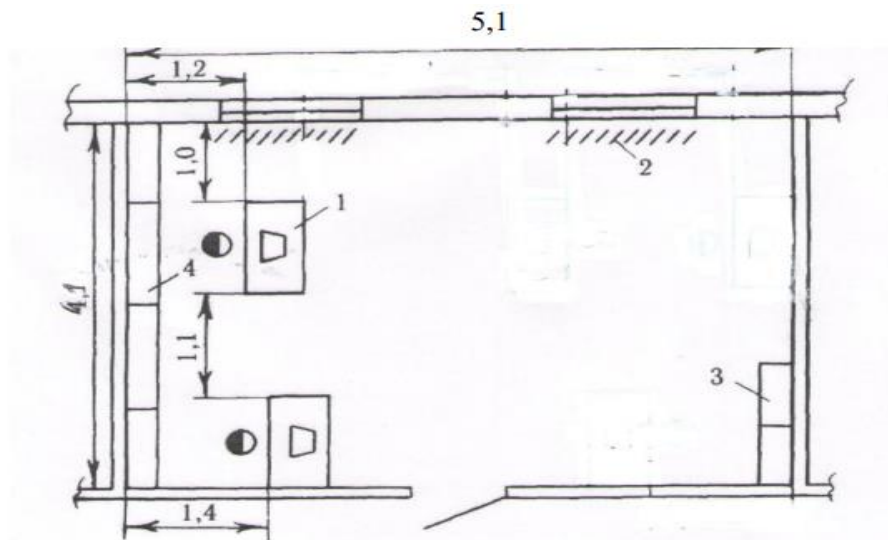


Рис. 4.1. План приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями:

1 - комп'ютеризоване робоче місце з ВДТ; 2 - сонцезахисні жалюзі; 3 - шафи для зберігання дискет та програмного забезпечення; 4 - шафи для зберігання документації та фахової літератури.

4.4. Заходи щодо виробничої санітарії та гігієни праці

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» в офісних приміщеннях використовується природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, використовуються сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори. Штучне освітлення в приміщенні здійснено системою загального рівномірного освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів становить 300-500 лк. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Показники мікроклімату в офісних приміщеннях відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Роботи в приміщеннях обслуговування туристів, належать до категорії Іб - легка робота, тому встановлені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21-23 °С; вологість: 60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 22-24 °С; вологість: 60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Оптимальні рівні позитивних (п+) і негативних (п-) іонів у повітрі приміщення з ПК нормовані згідно ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» і становлять: п+=1500-30000 (шт. на 1см³); п- = 3000-5000 (шт. на 1см³). Підтримка оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечено за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

Дотримання вимог цих документів досягається оснащенням приміщень і транспортних засобів пристроями кондиціонування і вентиляції, дезодорації повітря, опалювання згідно

					НУВГП	Арк
						54
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у приміщенні нормуються згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою:

- використання більш сучасного обладнання;
- розташування принтерів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників;
- переведення жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу;
- використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках.

4.5. Заходи з пожежної безпеки

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Для забезпечення пожежної безпеки в установах проводять пожежну профілактику, яка включає в себе комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожежі, обмеження її поширення, а також на створення умов для успішного гасіння пожежі.

Для ліквідації пожежі у початковій стадії її розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати, ломи, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння.

					НУВГП	Арк
						55
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних щитів.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин і матеріалів пожежі за ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» поділяються на відповідні класи.

В офісному приміщенні знаходиться дерев'яна мебель, електронна апаратура, бумажні носії інформації.

Клас пожежі у офісному приміщенні (згідно із ДБН В.1.1.7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва») – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких визначається як–супроводжується тлінням (деревина, пластмаси, папір) клас А. Категорія приміщення (згідно із НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою») – визначається як категорії Д.

Визначення типу та розрахунок кількості первинних засобів пожежогасіння (згідно із ДБН В.1.1.7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва») – для адміністративного приміщення площею 20,91 м² слід застосовувати два порошкових вогнегасниками типу ВП–5 (НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»). ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»). Крім цього адміністративні приміщення повинні бути обладнані автоматичними пожежними сповіщувачами, що реагують на підвищення температури, дим, полум'я. Наприклад, сповіщувачі моделей ДТЛ, ІТМ.

4.6. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Ударною хвилею називається область різкого стиску середовища, що поширюється у вигляді сферичного шару від місця вибуху з надзвуковою швидкістю. Ударні хвилі класифікуються в залежності від середовища поширення. Ударна хвиля в повітрі виникає за рахунок передачі стиснення і розширення шарів повітря. Зі збільшенням відстані від місця

					НУВГП	Арк
						56
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

вибуху хвиля слабшає і перетворюється на звичайну акустичну. Хвиля при проходженні через дану точку простору викликає зміни в тиску, що характеризуються наявністю двох фаз: стиснення та розширення. Період стиснення настає відразу і триває порівняно невеликий час в порівнянні з періодом розширення. Руйнівна дія ударної хвилі характеризують надлишковий тиск у її фронті (передній межі), тиск швидкісного напору, тривалість фази стиснення. [17]

Ударна хвиля у воді відрізняється від повітряної значеннями своїх характеристик (великим надмірним тиском і меншим часом впливу). Ударна хвиля в ґрунті при видаленні від місця вибуху стає подібна сейсмічній хвилі. Вплив ударної хвилі на людей і тварин може призвести до отримання безпосередніх чи непрямих поразок. Воно характеризується легкими, середніми, важкими і вкрай важкими ушкодженнями та травмами.

Вражаюче дія ударної хвилі характеризується величиною надлишкового тиску. Надмірний тиск – це різниця між максимальним тиском у фронті ударної хвилі і нормальним атмосферним тиском перед ним.

При надлишковому тиску 20-40 кПа незахищені люди можуть одержати легкі поразки (легкі забиті місця і контузії). Вплив ударної хвилі з надлишковим тиском 40-60 кПа призводить до поразок середньої важкості: втраті свідомості, ушкодженню органів слуху, сильним вивихів кінцівок, кровотечі з носа і вух. Важкі травми виникають при надлишковому тиску понад 60 кПа. Вкрай важкі поразки спостерігаються при надлишковому тиску понад 100 кПа.

Ударна хвиля ядерного вибуху може на значній відстані від центра вибуху завдавати поразки людям, руйнувати споруди і ушкоджувати бойову техніку. Ударна хвиля являє собою область сильного стиснення повітря, що розповсюджується з великою швидкістю у всі сторони від центра вибуху. Швидкість поширення її залежить від тиску повітря у фронті ударної хвилі; поблизу центра вибуху вона в декілька разів перевищує швидкість звуку, але із збільшенням відстані від місця вибуху різко падає.

Вражаюча дія ударної хвилі на людей і руйнуючу дію на бойову техніку, інженерні споруди і матеріальні кошти передусім визначаються надмірним тиском і швидкістю рушення повітря в її фронті. Незахищені люди можуть, крім того поранитися осколками скла,

					НУВГП	Арк
						57
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

що летять з величезною швидкістю і обломками будівель, що руйнуються, падаючими деревами, а також частинами бойової техніки, що розкидаються, камінням і іншими предметами, що приводяться в рушення швидкісним натиском ударної хвилі. Найбільші непрямі поразки будуть спостерігатися в населених пунктах і в лісі; в цих випадках втрати військ можуть виявитися більшими, ніж від безпосередньої дії ударної хвилі. Ударна хвиля здатна завдавати поразки і в закритих приміщеннях, проникаючи туди через щілини і отвори. Поразки, що наносяться ударною хвилею, поділяються на легкі, середні, важкі і надто важкі. Легкі поразки характеризуються тимчасовим пошкодженням органів слуху, загальною легкою контузією, ударами і вивихами кінцівок. Важкі поразки характеризуються сильною контузією всього організму; при цьому можуть спостерігатися пошкодження головного мозку і органів черевної порожнини, сильна кровотеча з носа і вух, важкі переломи і вивихи кінцівок. Міра поразки ударною хвилею залежить передусім від потужності і вигляду ядерного вибуху.

Механічне вплив ударної хвилі оцінюється за ступенем руйнувань, викликаних дією хвилі (виділяються слабке, середнє, сильне і повне руйнування). Енергетичне, промислове і комунальне обладнання в результаті дії ударної хвилі може отримати пошкодження, також оцінюються за їх тяжкості (слабкі, середні і сильні). Вплив ударної хвилі може призвести також до пошкоджень транспортних засобів, гідровузлів, лісових масивів. Як правило, шкода, яка завдається впливом ударної хвилі, дуже великий, він наноситься як здоров'ю людей, так і різним спорудам, устаткуванню і т.д.

Середнє руйнування проявляється в руйнуванні дахів і вбудованих елементів-внутрішніх перегородок, вікон, а також у виникненні тріщини у стінах, обвалення окремих ділянок горищних перекриттів і стін верхніх поверхів. Підвали зберігаються. Після розчистки і ремонту може бути використана частина приміщень нижніх поверхів. Відновлення будівель можливо при проведенні капітального ремонту.

Сильне руйнування характеризується руйнуванням несучих конструкцій і перекриттів верхніх поверхів, утворенням тріщин у стінах і деформацією перекриття нижніх поверхів. Використання приміщень стає неможливим, а ремонт і відновлення найчастіше недоцільним.

					НУВГП	Арк
						58
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Повне руйнування. Руйнуються всі основні елементи будівлі, включаючи і несучі конструкції. Використовувати будівлі неможливо. Підвальні приміщення при сильних та повних руйнування можуть зберігатися і після розбору завалів частково використовуватися.

Таким чином, обладнання, що використовується в цих приміщеннях є споживачем електроенергії, що живиться від змінного струму 220 В від мережі з заземленою нейтраллю, та відноситься до електроустановок до 1000 В закритого виконання. За способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідає згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» І (стаціонарні комп'ютери,) та ІІ (освітлювальні прилади, кондиціонери, опалювальні пристрої, ноутбуки, сканери) класу захисту.

Внаслідок тривалих статичних навантажень при роботі з ПК може виникнути так званий синдром зап'ястного каналу. Для профілактики і лікування синдрому зап'ястного каналу слід правильно організувати власне робоче місце, якомога частіше переривати роботу і виконувати невеликий комплекс вправ для рук. Щогодини слід робити перерву, хоча б на 3-5 хвилин, піднімати кисті рук вгору і робити невелику зарядку для рук.

Особливу роль у запобіганні втомі працівників відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці і відпочинку тощо. Боротьба зі втомою, в першу чергу, зводиться до покращення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища (ліквідація забруднення повітря, шуму, вібрації, нормалізація мікроклімату, раціональне освітлення тощо).

Загальні ергономічні вимоги встановлено ДСТУ ISO 9241-1:2003 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 1. Загальні положення». Організація робочого місця передбачає: правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні; вибір ергономічно обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини; раціональне компонування обладнання на робочих місцях; врахування характеру та особливостей трудової діяльності.

Штучне освітлення в приміщенні здійснено системою загального рівномірного освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення доку-

					НУВГП	Арк
						59
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ментів становить 300-500 лк. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Показники мікроклімату в офісних приміщеннях відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у приміщення нормуються згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Визначення типу та розрахунок кількості первинних засобів пожежегасіння згідно із ДБНВ.1.1.7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва» - для адміністративного приміщення площею 20,91 м² слід застосовувати два порошкових вогнегасниками типу ВП-5 згідно НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників». Крім цього адміністративні приміщення повинні бути обладнані автоматичними пожежними сповіщувачами, що реагують на підвищення температури, дим, полум'я.

Розділ 5. Економіка. Техніко-економічне порівняння низькопотенційних джерел опалення

В даному розділі наведені розрахунки економічної доцільності влаштування різних топкових для офісних приміщень. Здійснено економічне порівняння капітальних, експлуатаційних, приведених витрат та періоду окупності трьох видів

					НУВГП	Арк
						60
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

топкових.[34].

Визначення вартості для систем опалення здійснено за допомогою каталогів фірм-виробників за цінами 2024 років. Визначення експлуатаційних витрат здійснено згідно з чинними тарифами та цінами 2024 року. При розрахунку враховується вартість 1 кВт/год електроенергії для підприємств, який становить – 10 грн/кВт.

Вартість води для системи опалення та ГВП в експлуатаційних показниках не враховується, також не враховується вартість капітальних витрат на систему опалення, оскільки буде однакова для всіх варіантів.

Капітальні витрати для різних топкових офісних приміщень наведені в таблицях 5.1-5.3.

Таблиця 5.1. – Капітальні витрати для топкової на базі теплового насому повітря-вода (3 шт) і електричного котла (2 шт). Варіант 1

					НУВГП	Арк
						61
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Специфікація

№	Артикул	Найменування	К-ть	Ціна	Сума	
1	0010021637	aroTHERM VWL 125/5 AS VAILLANT Зовнішній блок теплового насоса. Теплова потужність 11,9 кВт. Холодильна потужність 8,8 кВт. Напруга 400 В	3	396 495,00	1 189 485,00	
2	0010023526	VWL 127/5 IS Внутрішній блок теплового насосу для роботи з aroTHERM VWL 125/5 AS VAILLANT Внутрішній блок теплового насосу для роботи з aroTHERM VWL 125/5 AS	3	110 493,50	331 480,50	
3	0020250306	Попередньоізольована подвійна труба для фреону 3/8" та 5/8" для VWL 75/5, 105/5, 125/5. Довжина 10 м. VAILLANT	3	24 319,25	72 957,75	
4	0010027984	Підставка для захисту від снігу під aroTHERM plus VAILLANT	3	24 586,25	73 758,75	
5	0010021457	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1 B (стаціонарний монтаж), об'єм 202 л VAILLANT	1	42 408,50	42 408,50	
6	M202100033	Vortex 500 , сепаратор шламу Large з магнітним уловлювачем, різьба 1" VAILLANT	1	5 940,75	5 940,75	
7	2002505	Wilo-H 25/5 bar red WILO	1	1 975,80	1 975,80	
8	2001510	Wilo-A 15/10 green WILO	1	1 869,00	1 869,00	
9	0020184845	VR 70 VAILLANT Модуль розширення для VRC 700/4 (управління опалювальними контурами та сонячним контуром)	1	11 547,75	11 547,75	
10	306257	Датчик температури водонагрівача VAILLANT	2	734,25	1 468,50	
11	0010023689	eIoBLOCK VE28/14 EU II (7+7+7+7 кВт) VAILLANT Котел електричний опалювальний настінний (380 В) з шиною eBus	2	55 224,50	110 449,00	
12	0020191788	VDM 25 M Насосна група для регульованого контуру опалення (насос з електронним регулюванням швидкості обертання з напором до 6-ти м), змішувач 1" VAILLANT	4	28 836,00	115 344,00	

					НУВГП	Арк
						62
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

№	Артикул	Найменування	К-ть	Ціна	Сума	
13	307556	Розподільний колектор для підключення 2-х контурів опалення VAILLANT	2	14 106,50	28 213,00	
14	0020184848	VR 71 VAILLANT Модуль розширення для VRC 700/4 (управління трьома змішувальними контурами і сонячним контуром)	1	17 889,00	17 889,00	
15	0010037344	Інтернет модуль myVAILLANT connect VR 940 VAILLANT Блок передачі даних з WLAN з'єднанням	1	9 345,00	9 345,00	
16	0020235465	VR 32b Комутаційний модуль для з'єднання aroTHERM / eloBlock в каскад VAILLANT	4	5 251,00	21 004,00	
17	0020171319	multiMATIC VRC700/6 VAILLANT Погодозалежний регулятор для опалювального обладнання з шиною eBus. С функцією управління каскадом опалювального обладнання	1	11 458,75	11 458,75	
18	0020214407	uniSTOR VIH RW 200 HP VAILLANT uniSTOR VIH RW 200 HP Ємнісний водонагрівач непрямого нагріву, об'єм 193 л.зі збільшеним теплообмінником та фланцем для підключення ТЕНу	1	66 216,00	66 216,00	
19		Обв'язка основного обладнання	1	105 025,00	105 025,00	
20		Монтажні роботи	1	600 000,00	600 000,00	

Загалом: 2 817 836,05 грн

					НУВГП	Арк
						63
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2. – Капітальні витрати для топкової на базі теплового насому ґрунт-вода (2 шт) і електричного котла (1 шт). Варіант 2

Специфікація

№	Артикул	Найменування	К-ть	Ціна	Сума	
1	0010016689	flexoTHERM exclusive VWF 197 /4 VAILLANT Модульний тепловий насос. Теплова потужністю 19,7 кВт. Холодильна потужність 22,3 кВт. Напруга 400 В	2	595 098,50	1 190 197,00	
2		Ґрунтовий колектор на 5 вих	2	87 600,00	175 200,00	
3		Труба ПЕ д 32	1500	28,00	42 000,00	
4	0020147182	Теплоносій для теплових насосів VWS, VWF до -16оС, готова суміш (етилен-гліколь / вода) 30 л VAILLANT	20	7 787,50	155 750,00	
5	0020212715	Гідравлічні підключення до flexoTHERM прямі VAILLANT	1	11 881,50	11 881,50	
6	0010015133	allSTOR plus VPS 1000/3-5 VAILLANT Буферна накопичувальна ємність, об'єм 962 л	1	127 804,00	127 804,00	
7	M202100033	Vortex 500, сепаратор шламу Large з магнітним уловлювачем, різьба 1" VAILLANT	1	5 940,75	5 940,75	
8	2001510	Wilo-A 15/10 green WILO	1	1 869,00	1 869,00	
9	2010006	Wilo-H 100/6 bar red WILO	1	6 942,00	6 942,00	
10	0020184845	VR 70 VAILLANT Модуль розширення для VRC 700/4 (управління опалювальними контурами та сонячним контуром)	1	11 547,75	11 547,75	
11	306257	Датчик температури водонагрівача VAILLANT	2	734,25	1 468,50	
12	0010023689	eIoBLOCK VE28/14 EU II (7+7+7+7 кВт) VAILLANT Котел електричний опалювальний настінний (380 В) з шиною eBus	1	55 224,50	55 224,50	
13	0020191788	VDM 25 M Насосна група для регульованого контуру опалення (насос з електронним регулюванням швидкості обертання з напором до 6-ти м), змішувач 1" VAILLANT	4	28 836,00	115 344,00	

					НУВГП	Арк
						64
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

№	Артикул	Найменування	К-ть	Ціна	Сума	
14	307556	Розподільчий колектор для підключення 2-х контурів опалення VAILLANT	2	14 106,50	28 213,00	
15	0020184848	VR 71 VAILLANT Модуль розширення для VRC 700/4 (управління трьома змішувальними контурами і сонячним контуром)	1	17 889,00	17 889,00	
16	0010037344	Інтернет модуль my VAILLANT connect VR 940 VAILLANT Блок передачі даних з WLAN з'єднанням	1	9 345,00	9 345,00	
17	0020235465	VR 32b Комутаційний модуль для з'єднання aroTHERM / eloBlock в каскад VAILLANT	2	5 251,00	10 502,00	
18	0020171319	multiMATIC VRC700/6 VAILLANT Погодозалежний регулятор для опалювального обладнання з шиною eBus. С функцією управління каскадом опалювального обладнання	1	11 458,75	11 458,75	
19	0020214407	uniSTOR VIH RW 200 HP VAILLANT uniSTOR VIH RW 200 HP Ємнісний водонагрівач непрямого нагріву, об'єм 193 л.зі збільшеним теплообмінником та фланцем для підключення ТЕНу	1	66 216,00	66 216,00	
20		Обв'язка основного обладнання	1	205 556,00	205 556,00	
21		Монтажні роботи	1	850 000,00	850 000,00	

Загалом: 3 100 348,75 грн

					НУВГП	Арк
						65
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3. – Капітальні витрати для топкової на базі теплового насому вода-вода (2 шт) і електричного котла (1 шт). Варіант 3

Специфікація

№	Артикул	Найменування	К-ть	Ціна	Сума	
1	0010016689w	flexoTHERM exclusive VWF 197 /4 VAILLANT Модульний тепловий насос. Теплова потужністю 19,7 кВт. Холодильна потужність 22,3 кВт. Напруга 400 В	2	580 591,50	1 161 183,00	
2	0010016720	fluoCOLLECT VWW 19/4 SI VAILLANT Теплообмінний модуль ґрунтова вода / розсол до теплових насосів flexoTHERM та flexoCOMPACT потужністю від 11 кВт до 19 кВт	1	113 608,50	113 608,50	
3		Глибинний насос з автоматикою	1	89 565,00	89 565,00	
4	0020147182	Теплоносій для теплових насосів VWS, VWF до -16oC, готова суміш (етилен-гліколь / вода) 30 л VAILLANT	5	7 787,50	38 937,50	
5	0020212715	Гідравлічні підключення до flexoTHERM прямі VAILLANT	1	11 881,50	11 881,50	
6	0010015133	allSTOR plus VPS 1000/3-5 VAILLANT Буферна накопичувальна ємність, об'єм 962 л	1	127 804,00	127 804,00	
7	M202100033	Vortex 500, сепаратор шламу Large з магнітним уловлювачем, різьба 1" VAILLANT	1	5 940,75	5 940,75	
8	2001510	Wilo-A 15/10 green WILO	1	1 869,00	1 869,00	
9	2010006	Wilo-H 100/6 bar red WILO	1	6 942,00	6 942,00	
10	0020184845	VR 70 VAILLANT Модуль розширення для VRC 700/4 (управління опалювальними контурами та сонячним контуром)	1	11 547,75	11 547,75	
11	306257	Датчик температури водонагрівача VAILLANT	2	734,25	1 468,50	
12	0010023689	eLoBLOCK VE28/14 EU II (7+7+7+7 кВт) VAILLANT Котел електричний опалювальний настінний (380 В) з шиною eBus	1	55 224,50	55 224,50	
13	0020191788	VDM 25 M Насосна група для регульованого контуру опалення (насос з електронним регулюванням швидкості обертання з напором до 6-ти м), змішувач 1" VAILLANT	4	28 836,00	115 344,00	

					НУВГП	Арк
						66
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

№	Артикул	Найменування	К-ть	Ціна	Сума	
14	307556	Розподільчий колектор для підключення 2-х контурів опалення VAILLANT	2	14 106,50	28 213,00	
15	0020184848	VR 71 VAILLANT Модуль розширення для VRC 700/4 (управління трьома змішувальними контурами і сонячним контуром)	1	17 889,00	17 889,00	
16	0010037344	Інтернет модуль myVAILLANT connect VR 940 VAILLANT Блок передачі даних з WLAN з'єднанням	1	9 345,00	9 345,00	
17	0020235465	VR 32b Комутаційний модуль для з'єднання aroTHERM / eloBlock в каскад VAILLANT	2	5 251,00	10 502,00	
18	0020171319	multiMATIC VRC700/6 VAILLANT Погодозалежний регулятор для опалювального обладнання з шиною eBus. С функцією управління каскадом опалювального обладнання	1	11 458,75	11 458,75	
19	0020214407	uniSTOR VIH RW 200 HP VAILLANT uniSTOR VIH RW 200 HP Ємнісний водонагрівач непрямого нагріву, об'єм 193 л.зі збільшеним теплообмінником та фланцем для підключення ТЕНу	1	66 216,00	66 216,00	
20		Обв'язка основного обладнання	1	205 556,00	205 556,00	
21		Монтажні роботи	1	750 000,00	750 000,00	

Загалом: **2 840 495,75 грн**

Амортизація обладнання обчислена за виразом:

$$A = KB \cdot 12\%, \text{ грн/рік} \quad (5.1)$$

де KB – капітальні витрати на влаштування обладнання, грн..

$$A_1 = 2\,817\,836,05 \cdot 0,12 = 338\,140 \text{ грн/рік} - \text{для топкової варіант 1;}$$

$$A_2 = 3\,100\,348,75 \cdot 0,12 = 372\,041 \text{ грн/рік} - \text{для топкової варіант 2;}$$

$$A_3 = 2\,840\,495,75 \cdot 0,12 = 340\,860 \text{ грн/рік} - \text{для топкової варіант 3.}$$

Витрати на поточний ремонт обчислені за виразом:

$$P = KB \cdot 1\%, \text{ грн/рік} \quad (5.2)$$

$$P_1 = 2\,817\,836,05 \cdot 0,01 = 28\,178 \text{ грн/рік} - \text{для топкової варіант 1;}$$

$$P_2 = 3\,100\,348,75 \cdot 0,01 = 31\,004 \text{ грн/рік} - \text{для топкової варіант 2;}$$

					НУВГП	Арк
						67
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$P_3 = 2\,840\,495,75 \cdot 0,01 = 28\,405$ грн/рік - для топкової варіант 3.

Річні експлуатаційні видатки E_i в діючих тарифах для різних варіантів топкових обчислені за виразом:

$$E_i = \frac{Q_i \cdot T}{1000 \cdot a}, \text{ тис. грн.} \quad (5.3)$$

де T – тариф на послуги; Q_i - загальні річні тепловтрати приміщень виробництва, кВт; a – COP, коефіцієнт продуктивності, для теплового насоса повітря-вода складає 2,5, для ґрун-вода – 4,7, для вода-вода – 5,2.

Дані по COP отримані із сайту виробника <https://www.vaillant.ua/dlia-klientiv/produktisia/flexotherm-exclusive-15360.html>.

$E_6 = 195741 \cdot 10 / (1000 \cdot 0,99) = 1\,977,182$ тис. грн. – базовий варіант (топкова з електричним котлом) для порівняння.

$E_1 = 195\,741 \cdot 10 / (1000 \cdot 2,5) = 782,964$ тис. грн. – для топкової варіант 1;

$E_2 = 195\,741 \cdot 10 / (1000 \cdot 4,7) = 416,47$ тис. грн. – для топкової варіант 2;

$E_3 = 195\,741 \cdot 10 / (1000 \cdot 5,2) = 376,425$ тис. грн. – для топкової варіант 3.

Порівняння річних експлуатаційних видатків E_i для різних низькопотенційних джерел опалення наведені на діаграмі (рис 5.1)

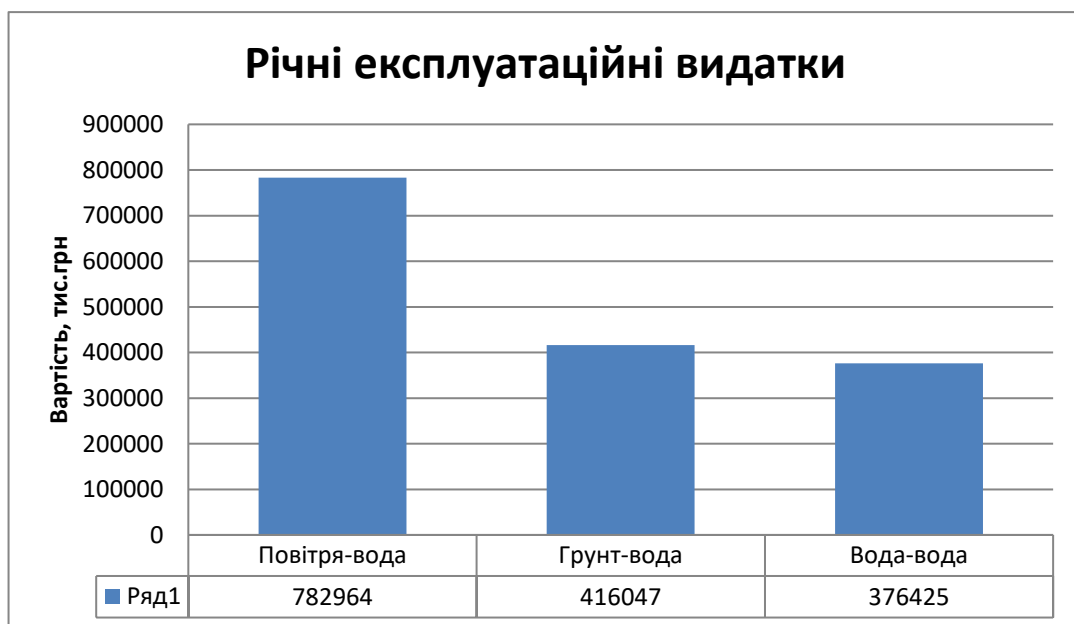


Рис. 5.1 Річні експлуатаційні видатки

Період окупності визначають за формулою:

$$ПО_i = KB / (E_6 - E_i), \text{ р.} \quad (5.4)$$

де: KB – капітальні витрати; E_i – річні зведені зведені експлуатаційні витатки.

$ПО_1 = 2\,817\,836,05 / (1\,977\,182 - 782\,964) = 2,36 \text{ р.}$ - для топкової варіант 1;

$ПО_2 = 3\,100\,348,75 / (1\,977\,182 - 416\,470) = 1,81 \text{ р.}$ - для топкової варіант 2;

$ПО_3 = 2\,840\,495,75 / (1\,977\,182 - 376\,425) = 1,76 \text{ р.}$ - для топкової варіант 3.

Порівняння періодів окупності для різних низькопотенційних джерел опалення наведені на діаграмі (рис 5.2).

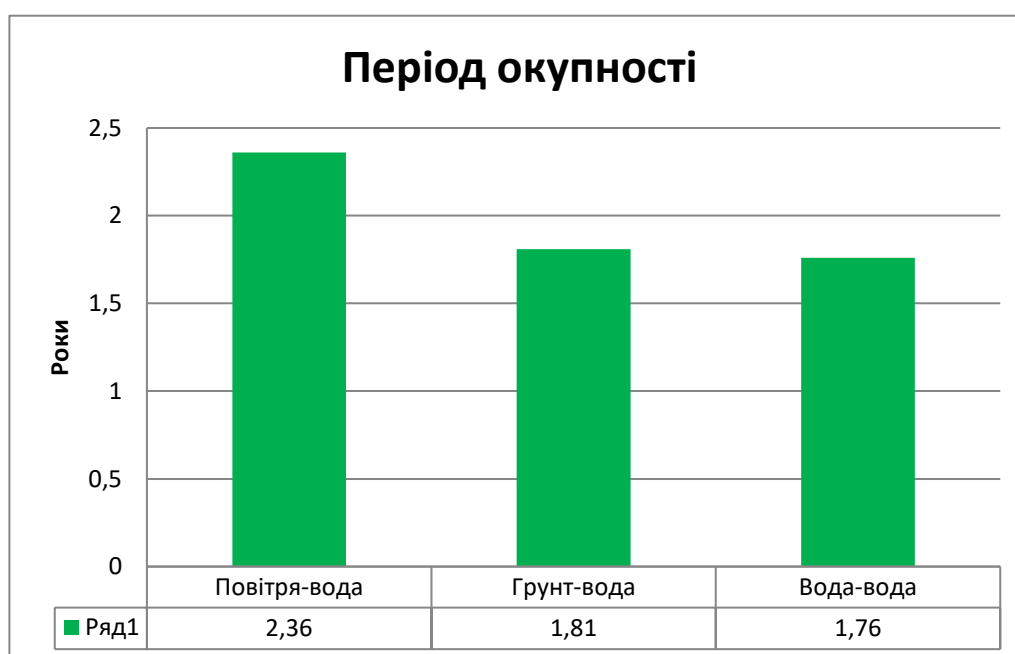


Рис. 5.2 Період окупності

Висновки

Аналізуючи найбільш використовувані джерела обігріву будинків, стає очевидним, що:

- опалювати електричним котлом - дорого. Витрати на електричне опалення зростають в рази й необхідно шукати інші, більш економні варіанти;
- опалення газом - найбільш поширений варіант, але доступний далеко не всім. Не завжди є можливість під'єднатися до газової труби, а вартість газу зростає з року в рік і змушує економити шляхом вимкнення опалення в "нежилих" кімнатах, що з часом призводить до інших проблем, таких як сирість та пліснява;
- твердопаливний котел - найвигідніший варіант в плані грошових витрат, чого не скажеш про трудозатрати, пов'язані з необхідністю його постійного обслуговування - виділити місце під зберігання палива, забезпечити регулярну загрузку палива і підтримувати його в придатному стані, чистити сажу й димокід, а також хвилюватися за безпеку експлуатації.

Крім того, жодна з вищеперерахованих систем не може забезпечити охолодження будинку в літній період, тому виникає необхідність встановлення додаткового обладнання для кондиціонування. Це також додаткові витрати, які варто враховувати при розгляді будь-якої із систем опалення. В цьому випадку тепловий насос є найкращим рішенням - компресору необхідно всього 1 кВт електроенергії, щоб система забезпечувала від 15 до 25 кВт потужності на пасивне охолодження вашого будинку в літній період.

Поки що головний і практично єдиним недоліком систем з тепловими насосами є їх вартість. Але переваги, які забезпечує така система важко переоцінити:

- висока ефективність - із 1 кВт е/е насос виробляє 3-6 кВт енергії на опалення й до 25 кВт на охолодження;
- незалежність - використовувана системою енергія з навколишнього середовища є безплатною і доступною в необмеженій кількості;

					НУВГП	Арк
						70
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- економічність - ціни на енергоносії постійно зростають і тенденція буде погіршуватися у зв'язку з необхідністю дотримуватися екологічних вимог (наприклад, скорочення рівня викидів CO₂) та вичерпністю викопних енергоресурсів;
- екологічність - застосування безпечного холодоагенту;
- зручність - повністю автоматизована система, яка не потребує особливого сервісного обслуговування й необхідності розбиратися в налаштуваннях;
- універсальність - тепловий насос може виступати не лише джерелом обігріву, але також застосовуватися для супер економного охолодження приміщень, гарячого водопостачання та підігріву басейнів.

					НУВГП	Арк
						71
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель— К.: Мінбуд України, 2021.
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013.
3. EN 12831:2003 (E) Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load. – CEN, 2003. – 76.
4. Пособие по проектированию автономных инженерных систем одноквартирных и блокированных жилых домов (водоснабжение, канализация, теплоснабжение и вентиляция, газоснабжение, электроснабжение). – М.: Торговый Дом «Инженерное оборудование», 1997. – 49 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.
6. Проценко С.Б. Аналіз нових нормативних вимог до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель / С.Б. Проценко, О.С. Новицька // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. – Вип. 3 (71). Ч. 2. Техн. науки. – Рівне, НУВГП, 2015. – С. 17-24.
7. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Издание неофициальное. – К.: КиевЗНИИЭП, 1996. – 89 с. (на разі не чинний)
8. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
9. EN ISO 6946 Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method (ISO 6946:1996).

					НУВГП	Арк
						72
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

10. EN ISO 10211-2 Thermal bridges in building construction – Calculation of heat flows and surface temperatures – Part 2: Linear thermal bridges (ISO 10211-2:2001).

11. EN ISO 14683 Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values (ISO 14683:1999).

12. Пособие по проектированию систем водяного отопления. Пособие к СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» с изменениями № 1 и № 2, введенными в действие Госстроем Украины в 1996 и 1999 годах. / Разраб.: Гершкович В.Ф., канд. Техн. Наук. – К.: КиевЗНИИЭП, 2001. – 40 с.

13. prEN 13465 Ventilation for buildings – Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings. – CEN, 2006. – 26 с.

14. EN ISO 13370:2007. Thermal performance of buildings – Heat transfer via the ground – Calculation methods. – Brussels: CEN, 2007. – 48.

15. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: Навчальний посібник /Кравченко В.С., Проценко С.Б., Кравченко Н.В.; За ред. В.С. Кравченка/ - Рівне: НУВГП, 2016 – 496 с.

16. Про охорону праці: Закон України// Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 49.

17. НПАОП 0.00-2.24-05. Перелік робіт з підвищеною небезпекою.

18. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. (Зі Змінами № 1 від 23.07.2008 р., № 2 від 08.05.2009 р., № 3 від 01.10.2012 р.) - К.: Держбуд України, 2005.

19. Орлов В.О., Шадура В.О., Филипчук В.Л., Зошук В.О. Безпечна експлуатація інженерних систем і мереж: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2014. – 211 с.

20. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 27.

					НУВГП	Арк
						73
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

21. Наказ МНС України № 119 від 22.04.2003 р. «Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій».

22. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій: навч. посібник / О.М. Євдін, В.В. Могильниченко та ін. – К.: КІМ, 2007, 2008. – 636 с.

23. Керб Л.П. Основи охорони праці. Навчально–методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – К. КНЕУ, 2000.-252 с.

24. Москальова В.М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: ВД «Професіонал», 2005. – 672 с.

25. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006. – 640 с.

26. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А.Н. Дмитриев, И.Н. Ковалев, Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 120 с.

27. Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за EN 12831 у курсовому проекті з «Опалення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. – Рівне: НУВГП, 2016. – 40 с.

28. Проценко С.Б. Порівняльний аналіз розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за європейською та вітчизняною методиками (на прикладі житлового будинку в м. Рівне) / С.Б. Проценко, О.С. Новицька, В.П. Ковальчук // Вісник НУ «Львівська політехніка». Зб. наук. праць. – Вип. 844. Серія: Теорія і практика будівництва. – Львів, В-во Львівської політехніки, 2016. – С. 169-179.

29. Проценко С.Б. Comparative analysis of design heat load calculation of building heating system according to European and national methods (by example of residential building in Rivne) / С.Б. Проценко, О.С. Новицька, В.П. Ковальчук // Тези доп. Міжн. наук.-техн. конф. «ЕкоКомфорт», присвяч. 200-літ. ювілею НУ «Львівська

					НУВГП	Арк
						74
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

політехніка» та 55-річчю спец. «Теплогазопостачання та вентиляція». Львів, НУ «Львівська політехніка», 11-12 жовт. 2016 р. – С. 57-58

30. Проценко С.Б. Застосування комп'ютерного моделювання будівель для варіантного аналізу ефективності заходів з енергозбереження / С.Б. Проценко, О.С. Новицька, В.П. Ковальчук // Тези для Міжн. наук.-техн. конф. «Актуальність проблеми енерго-ресурсозбереження та екології». Одеса, ОДАБА, 10-11 жовт. 2017 р. – С. 35-38.

31. Редько А. О., Безродний М. К., Загорученко М. В., Ратушняк Г. С., Редько О.Ф., Хмельнюк М. Г. НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА. Навчальний посібник (Під редакцією академіка НАНУ А. А. Долинського), Харків: Видавництво «Друкарня Мадрид», 2016. – 412с.

32. Безродний М.К., Притула Н.А. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання. Монографія. – Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – 208 с.

33. Bezrodny M.K., Kutra D.S. Thermodynamic efficiency of heat pump dryer for drying of wood with full recycling and bypassing of the drying agent. – "INNOVATIONS AND TECHNOLOGIES NEWS ", 2011, №3, p.3-13.

34. Кравченко, Н. В. (2023) Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з освітнього компонента «Економіка галузі» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо професійною програмою «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання.

					НУВГП	Арк
						75
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Магістерська робота на тему:

Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне

Відновлювальні джерела енергії

Відновлювані джерела енергії (ВДЕ) – це потоки енергії, що постійно або періодично діють в природі. В цілому всі енергетичні потоки ВДЕ поділяються на дві основні групи – пряма енергія сонячного випромінювання та її вторинні прояви в вигляді енергії вітру, гідроенергії, теплової енергії оточуючого середовища, енергії біомаси та інше. До традиційних енергоресурсів належать всі джерела енергії, які є первинними джерелами енергії сучасної енергетики, це всі види невідновлюваних джерел енергії (вугілля, нафта, природний газ, горючі сланці, ядерна енергія та ін.), а також торф, дрова, гідроенергія великих водотоків та мускульна сила тварин і людей. До нетрадиційних енергоресурсів належать всі види відновлювальних джерел енергії: біомаса (за виключенням дров), сонячна енергія, геотермальна енергія, вітрова енергія, енергія припливів, хвиль, водотоків (за виключенням гідроенергії великих водотоків). Також до нетрадиційних можна зарахувати невідновлювані енергетичні ресурси: природний газ малих газових, газоконденсатних, нафтогазоконденсатних родовищ, попутний нафтовий газ, промислові гази, метан вугільних родовищ. Категорії традиційних чи нетрадиційних ресурсів визначаються історично, мають також географічні відмінності, і характеризують не самі ресурси, а розвиток та розповсюдження технологій їх використання.

Відновлювальні джерела енергії

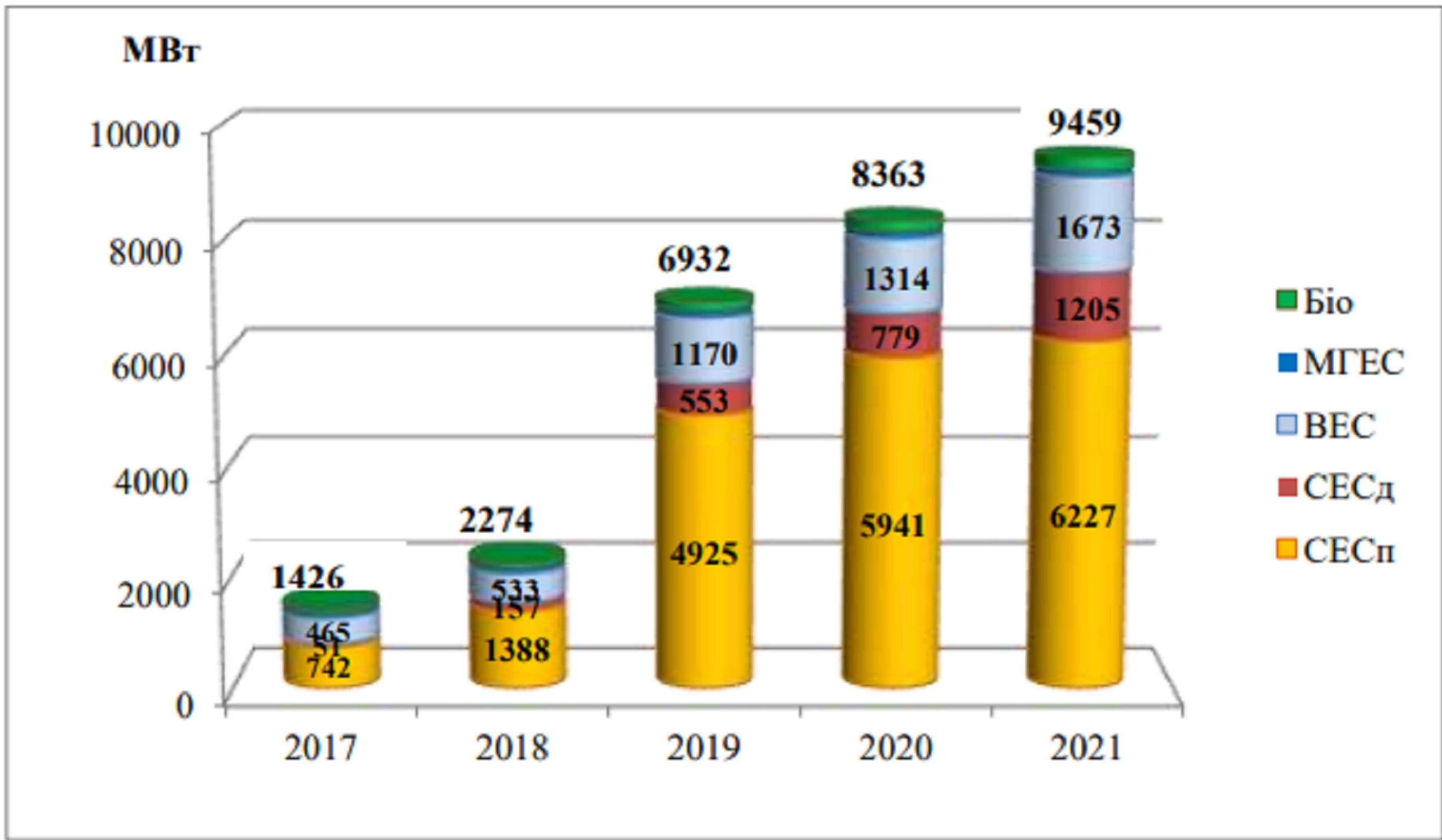


Оцінка загального обсягу споживання з кожного джерела відновлюваної енергії в Україні, для досягнення частки енергії з ВДЕ в електрогенерації на 2021–2030 роки

Виробництво електроенергії за видами джерел	2020 рік		2021 рік		2022 рік		2030 рік	
	МВт	ГВт·год	МВт	ГВт·год	МВт	ГВт·год	МВт	ГВт·год
Гідроелектростанції:	4 824	6 002	4 829	8 149	4 832	7 270	5 108	7 715
потужністю понад 10МВт	4708	5793	4708	7879	4708	6995	4 958	7 400
потужністю до 10 МВт	116	209	121	270	124	275	150	315
Геотермальна енергія							20	100
Сонячні фотоелектростанції, у тому числі	6 872	5 969	7 573	8 065	7 826	8 340	9 947	10 542
виробники	6 093	5 236	6 423	7 065	6 492	7 206	7 000	8 332
споживачі	779	733	1 150	1 000	1 335	1 134	2 947	2 210
Вітрові електростанції, у тому числі	1 314	3 271	1 605	3 992	2 503	6 750	5 033	15 251
наземні	1 314	3 271	1 605	3 992	2 503	6 750	4 733	14 200
морські (офішорні)							300	1 051
Біомаса, у тому числі	210	755	270	957	397	1 532	1 533	6 633
тверда	107	284	153	550	228	889	900	3 600
біогаз	103	471	117	407	169	643	633	2 533
біометан								500
Високоманеврова потужність з можливістю швидкого запуску					300		1350	
Система накопичення енергії					100		640	
Всього (з відновлюваних джерел)	13 220	15 997	14 277	21 163	15 559	23 892	21 641	40 241

Частка ВДЕ у валовому кінцевому енергоспоживанні деяких країн світу згідно даних їх офіційних енергетичних стратегій

Динаміка введення ВДЕ в Україні (МВт)



Країна	2014	2020	2030	2040	2050
Австрія	30% 75% ¹⁾ (у 2015)	34% 16% ⁴⁾ (1990) 17% ⁵⁾ (2005)	н.д.	н.д.	н.д.
Данія	25% 20% ⁵⁾ (2005)	33%	55%	68%	100%
Німеччина	12,4% (у 2013) 27% ⁴⁾ (1990) 9% ⁵⁾ (2008)	18% 40% ⁴⁾ (1990) 20% ⁵⁾ (2008)	30% 55% ⁴⁾ (1990) 30% ⁵⁾ (2008)	45% 70% ⁴⁾ (1990) 40% ⁵⁾ (2008)	60% 80% ⁴⁾ (1990) 50% ⁵⁾ (2008)
Швеція	52,1% (у 2013)	50% 40% ⁴⁾ (1990) 20% ⁵⁾ (2008)	100% ³⁾	н.д.	100% ⁴⁾
Швейцарія	17,5% (у 2010)	45% 16% ⁵⁾	н.д.	56% (у 2035) 45% ⁵⁾ (у 2035)	60%
Індія	13% ¹⁾ (у 2015)	н.д.	40% ²⁾ 33-35% ⁴⁾	н.д.	н.д.
США (Гаваї)	20%	30%	40%	70%	100% (у 2045)
Коста-Рика	95-99% 100% ¹⁾ (у 2015)	100% ⁴⁾ (у 2021)	н.д.	н.д.	н.д.
Саудівська Аравія	1% (у 2015)	н.д.	н.д.	100%	н.д.
Уругвай	55% (у 2015) 94,5% ¹⁾ (у 2015)	88% ⁴⁾ (у 2017, 2009-2013)	100% ⁴⁾	н.д.	н.д.

						НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785		
						Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата	Відновлювальні джерела енергії	Стадія	Аркуш
Керівник		Новицька О.С.					Н	1
Консультант		Новицька О.С.					8	
Рецензент		Кравченко Н.В.						
Магістрант		Одарчук А.В.				Відновлювальні джерела енергії, динаміка введення ВДЕ в Україні, оцінка загального обсягу споживання, частка ВДЕ у кінцевому споживанні	НУВГП	ННІБА
Н.контр		Новицька О.С.					ТГВ-61м,	м.Рівне

Низькопотенційне джерело енергії – тепловий насос

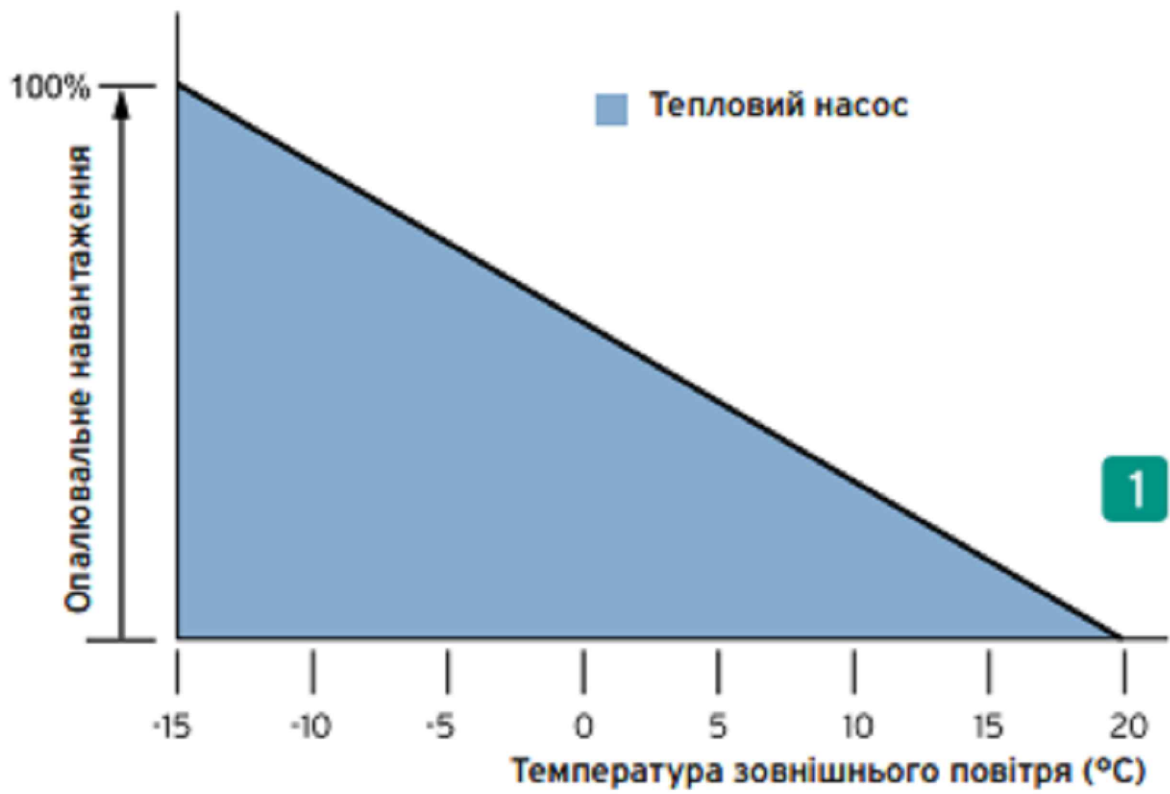
Принцип роботи теплового насосу

Принцип роботи теплового насосу протилежний принципам роботи холодильника. Холодильник переносить тепло зсередини в зовнішнє середовище, тоді як тепловий насос витягує енергію із зовнішнього середовища і передає її всередину. Тепло ґрунтових вод, землі або атмосфери поглинається холодоагентом і використовується для подачі тепла в приміщення, що обігрівається.

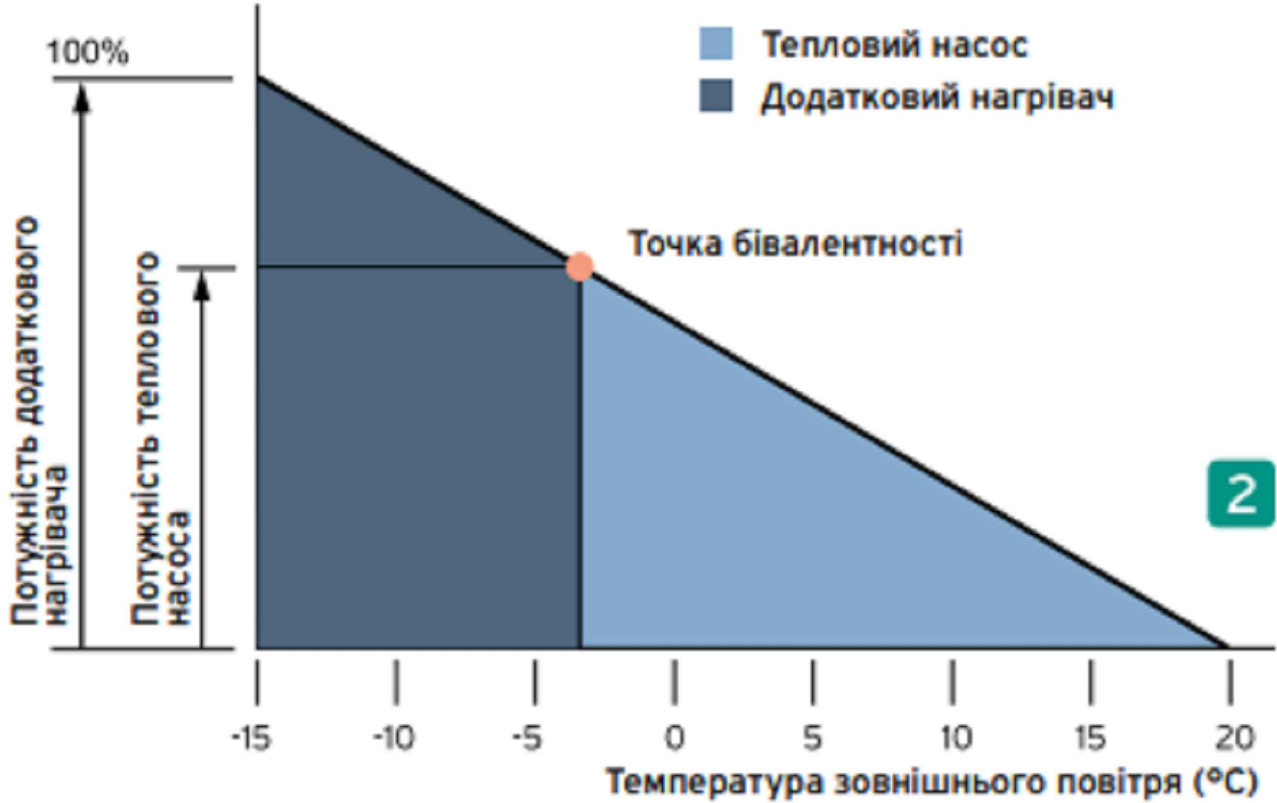
В цілому, холодоагент в тепловому насосі проходить цикл з чотирьох етапів: випаровування, стиснення, конденсація і повернення в початковий стан.

- 1. На першому етапі холодоагент поглинає енергію з навколишнього середовища завдяки низькій температурі холодоагенту в тепловому насосі. При цьому він переходить в газоподібний стан завдяки властивості холодоагенту кипіти при низьких температурах.
- 2. Одержаний пар стискається за допомогою компресора. В результаті підвищеного тиску в обмеженому просторі молекули газу частіше стикаються один з одним. Це призводить до підвищення температури, яка використовується для контуру обігріву.
- 3. На третьому етапі гарячий газ віддає тепло опалювальній системі. Холодоагент знову переходить в рідкий стан.
- 4. І, нарешті, терморегулюючий редукційний вентиль для рідкого холодоагенту знижує тиск, отриманий на етапі 2 так, що холодоагент знову поглинає тепло з навколишнього середовища, і процес повторюється.

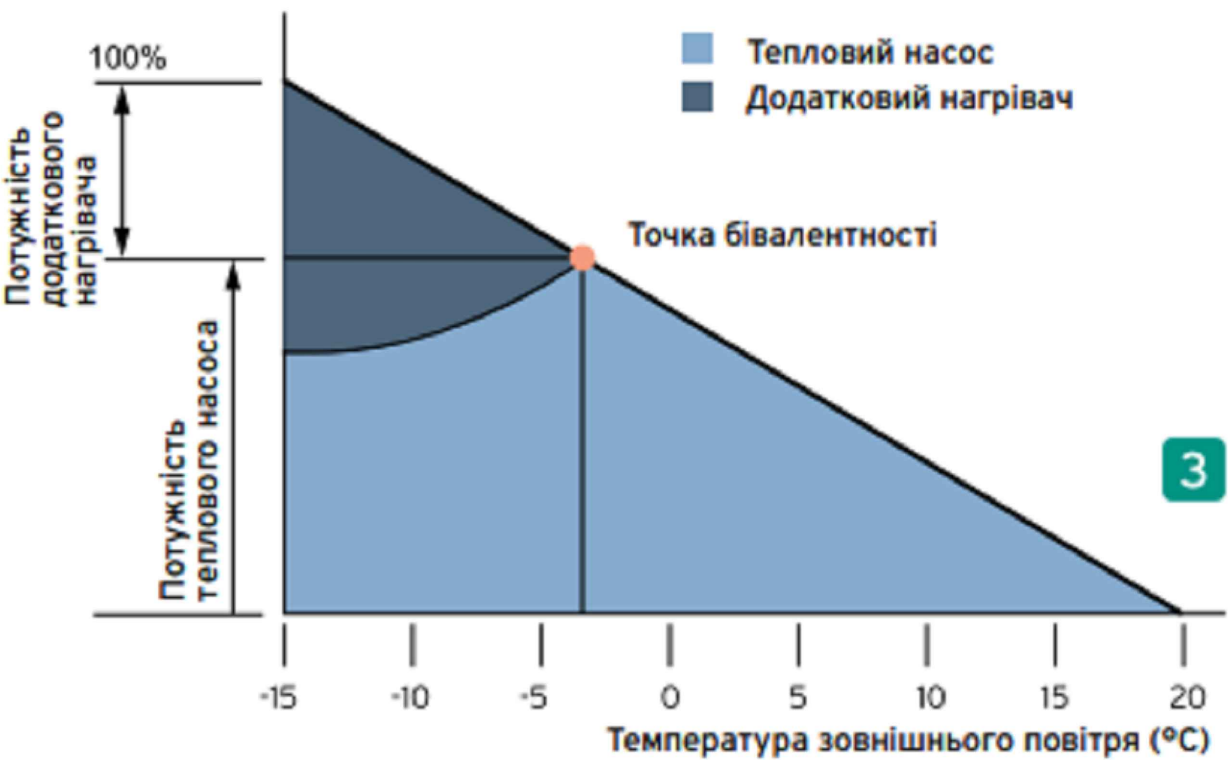
Режими роботи теплового насосу



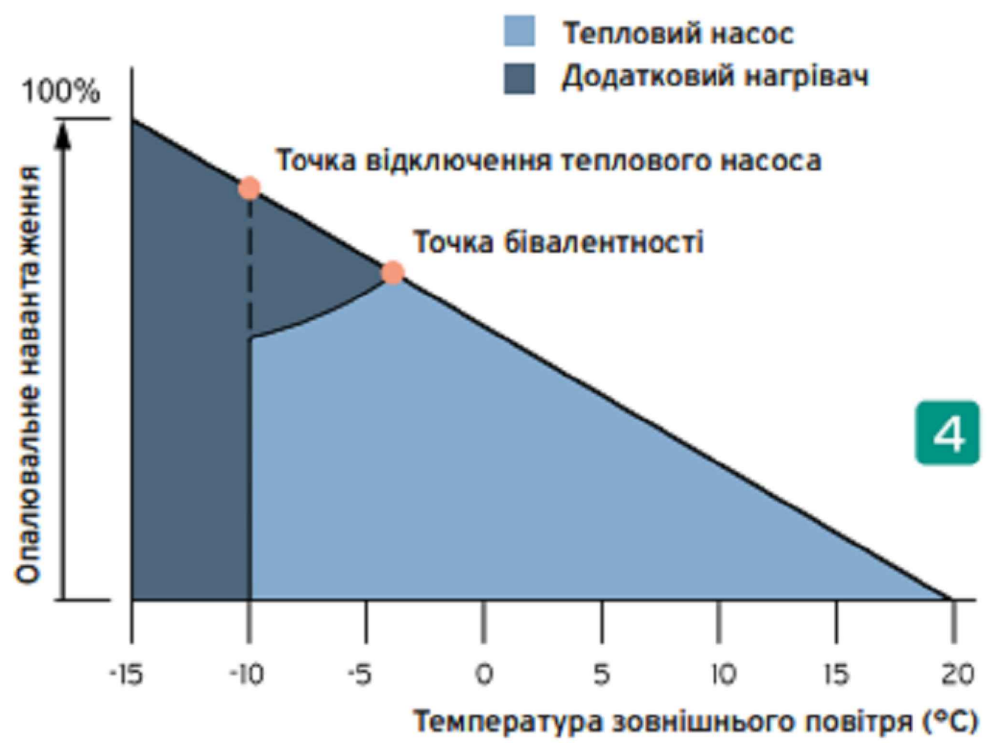
Моновалентний режим



Бівалентний альтернативний режим

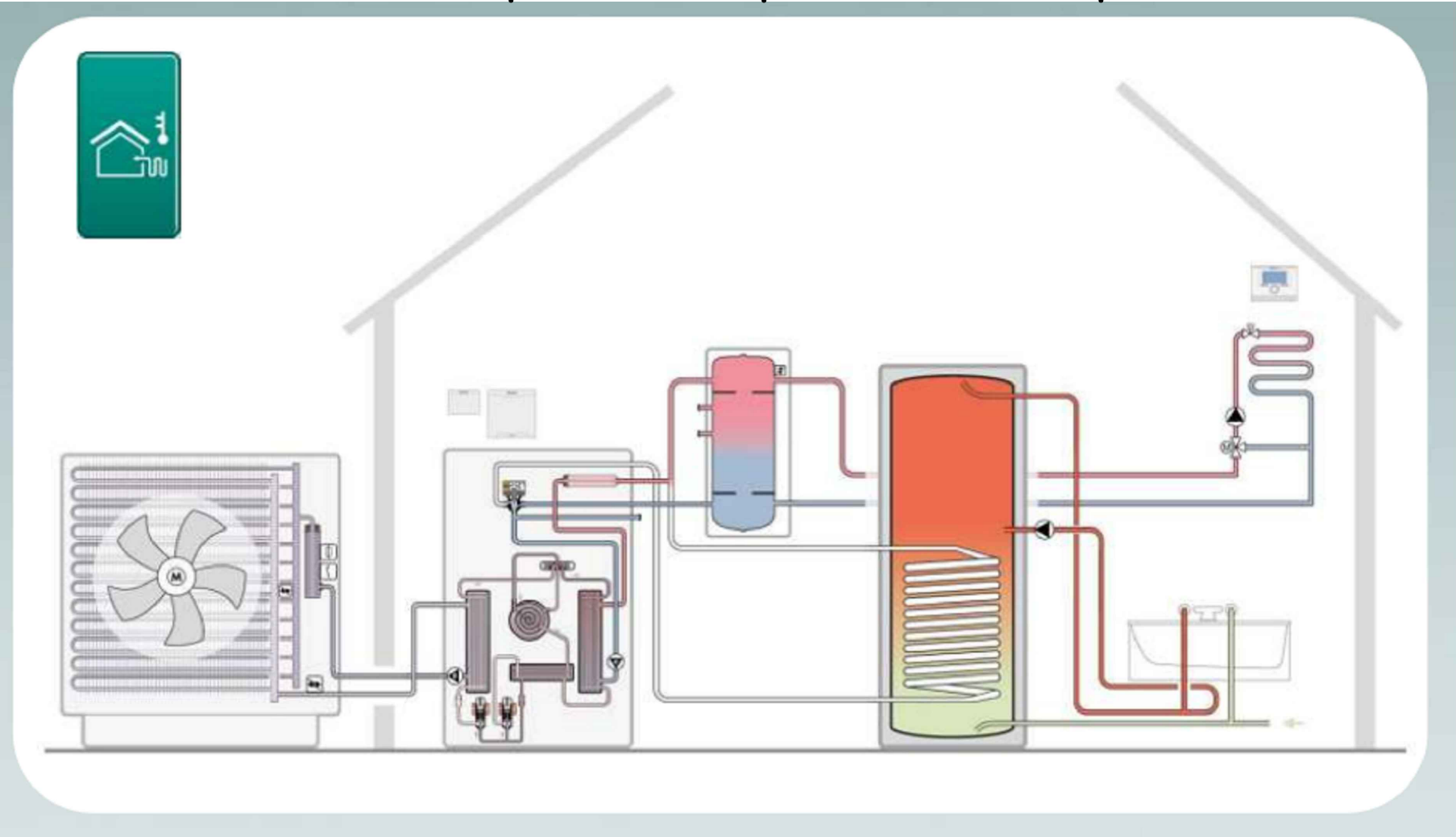


Бівалентний паралельний режим

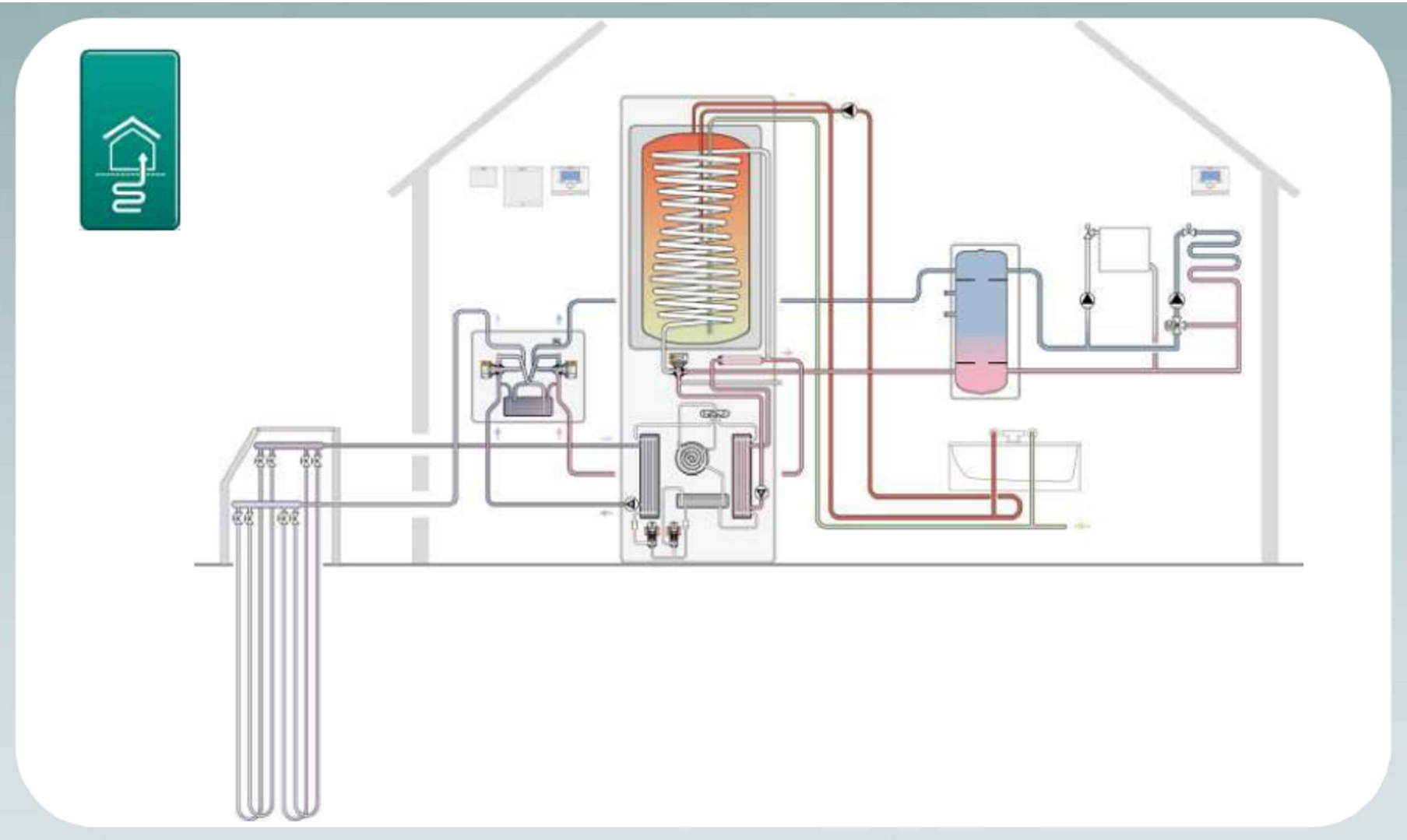


Бівалентний комбінований режим

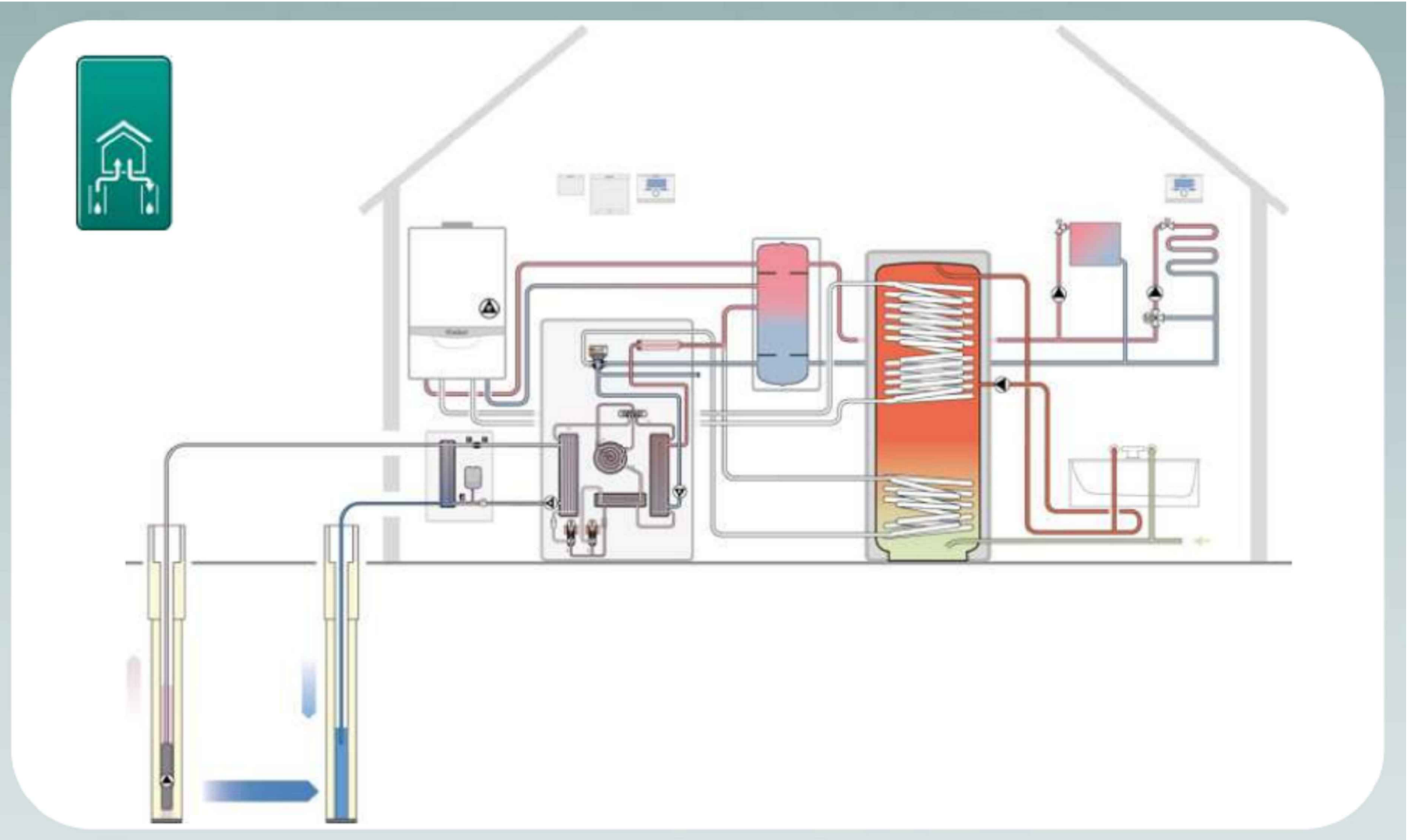
Джерело енергії – повітря



Джерело енергії – ґрунт, схема з пасивним охолодженням

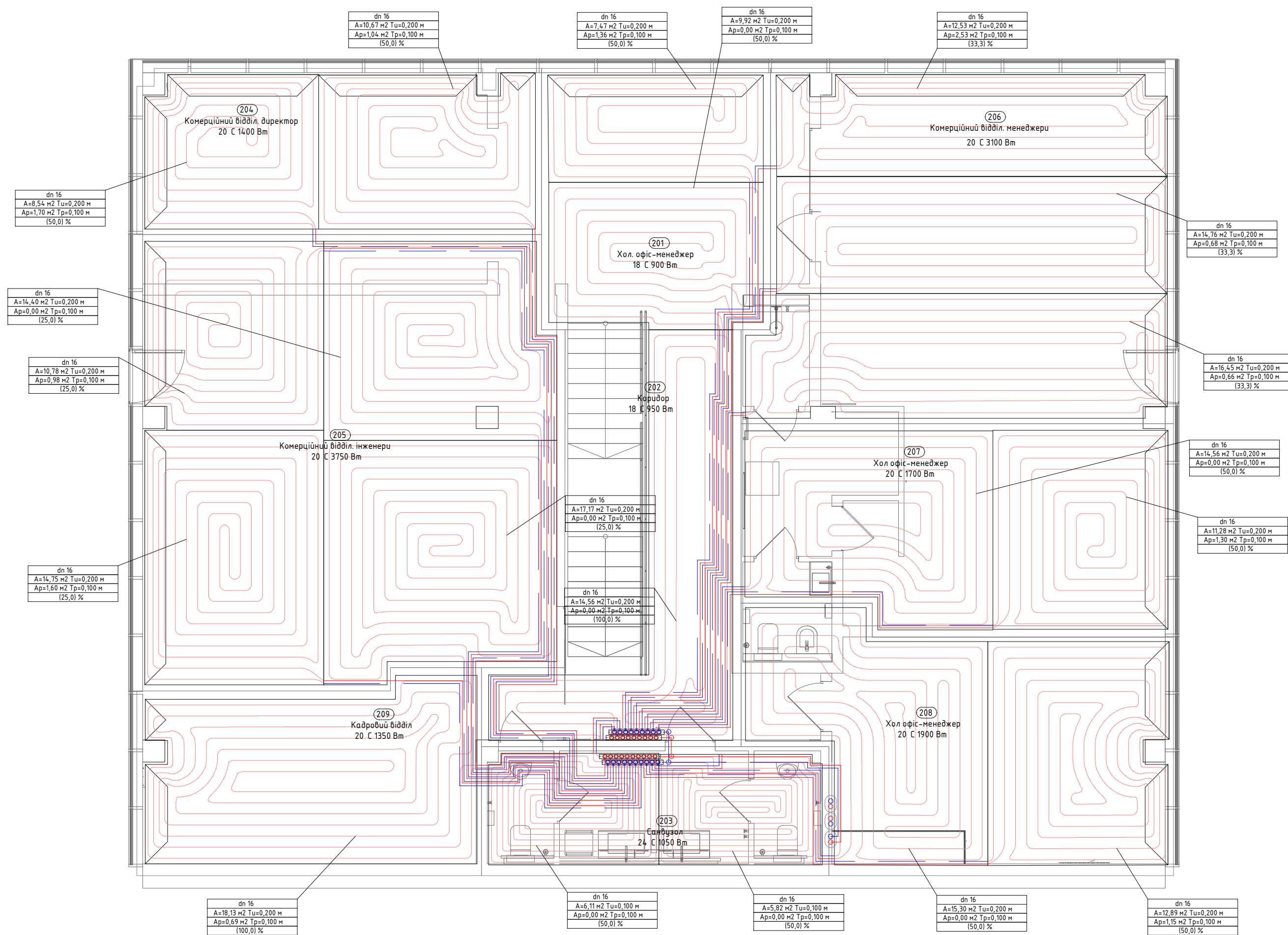


Джерело енергії – вода, схема з газовим котлом

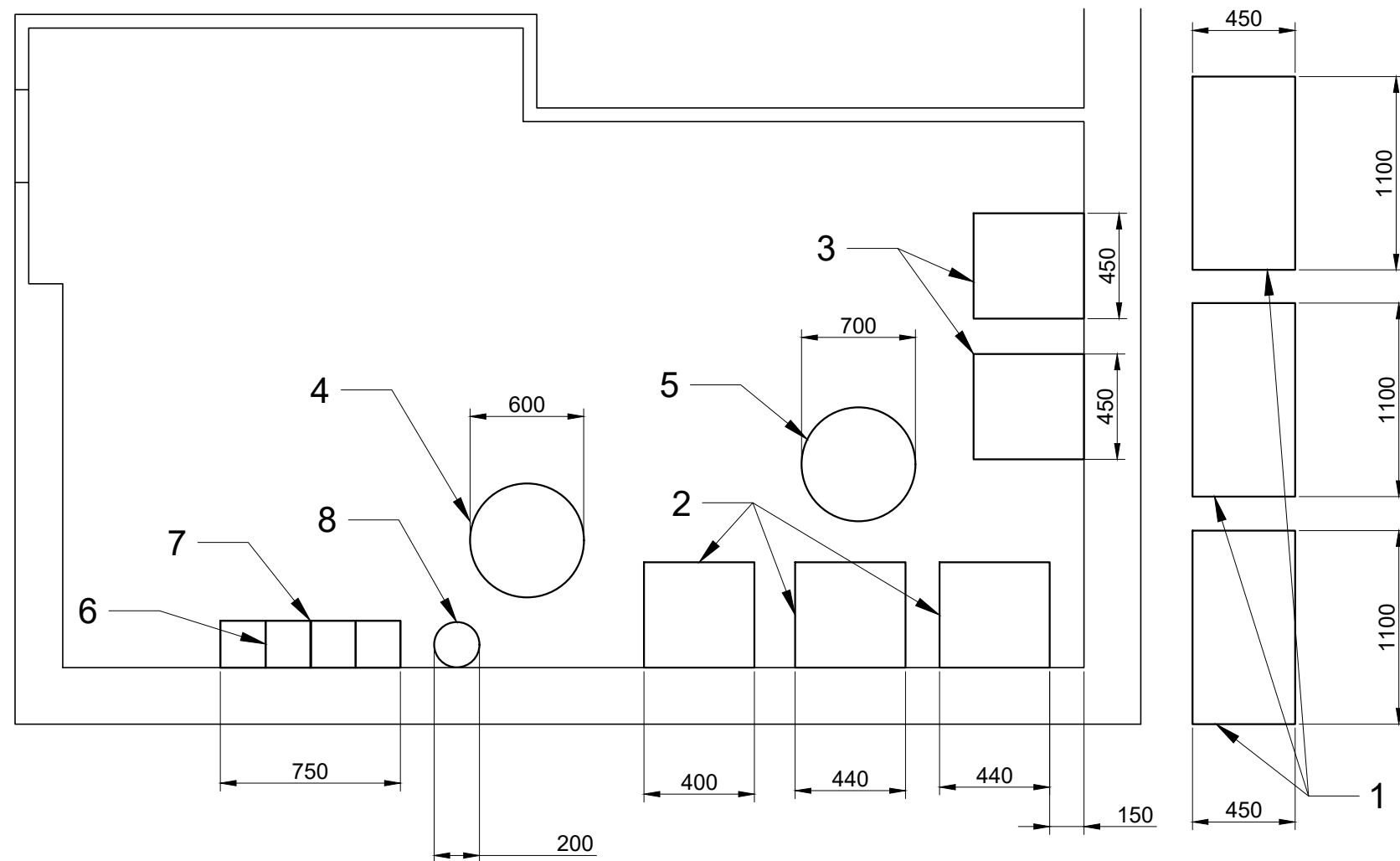


						НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785		
						Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата	Низькопотенційне джерело енергії – тепловий насос	Стадія	Аркуш
Керівник		Новицька О.С.					Н	2
Консультант		Новицька О.С.						8
Рецензент		Кравченко Н.В.						
Магістрант		Одарчук А.В.				Принцип роботи теплового насосу, режими роботи теплового насосу, джерела енергії	НУВГП ННІБА ТГВ-61м, м.Рівне	
Н.контр		Новицька О.С.						

План системи опалення другого поверху



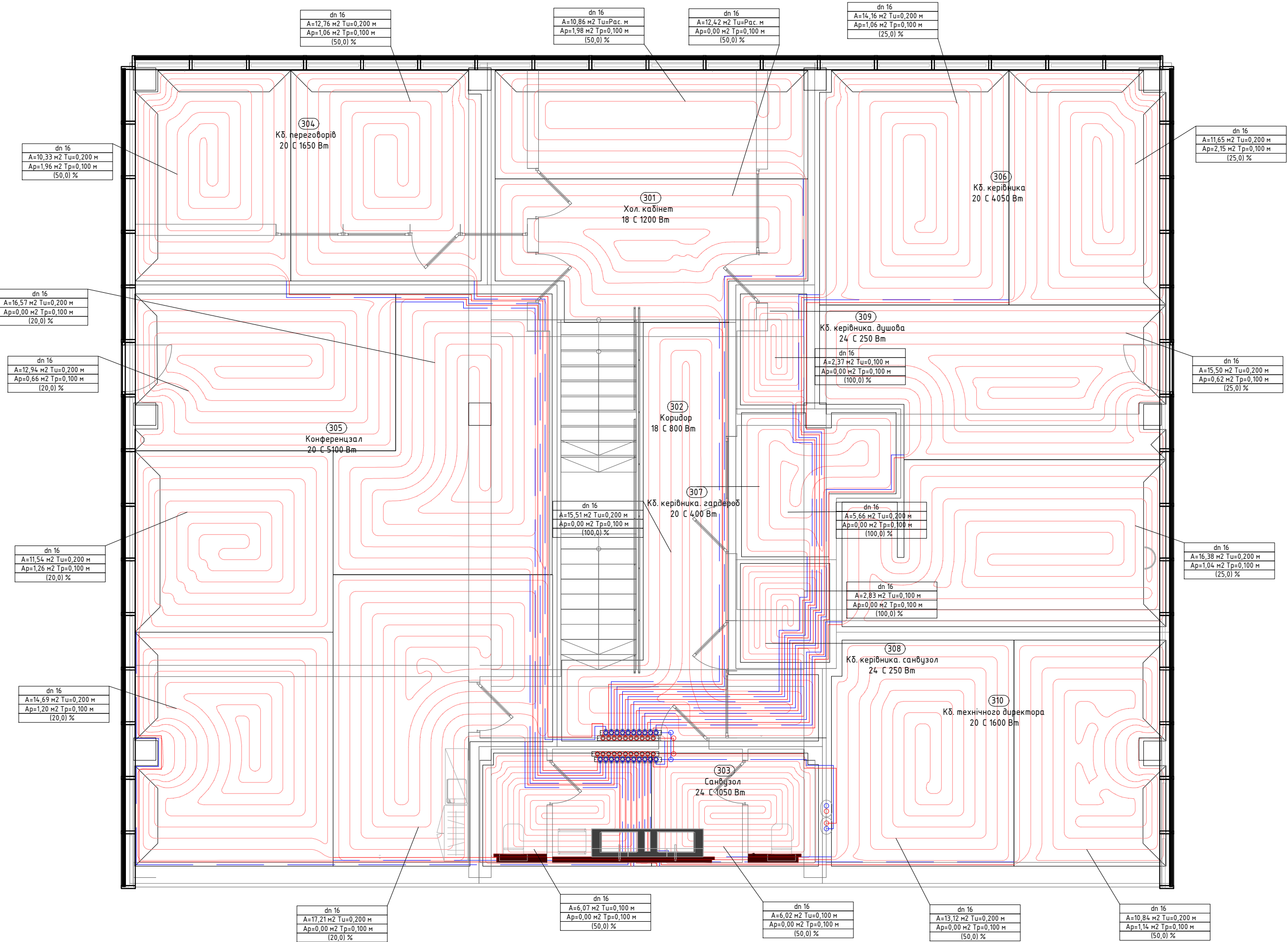
План розміщення обладнання у котельні



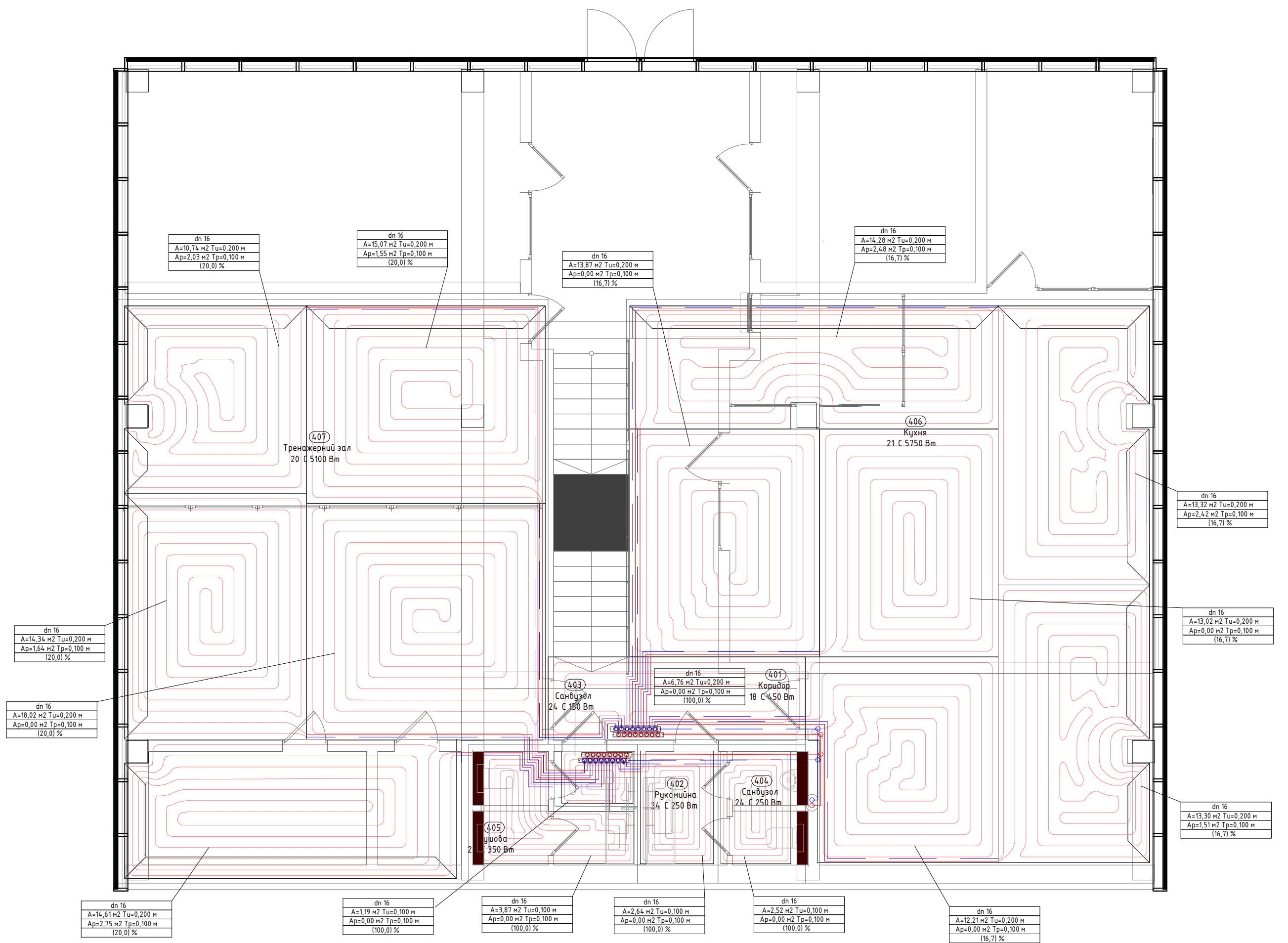
Позиція	Код обладнання, виробу, матеріалу	Найменування	Кільк.	Маса од., кг	Примітки
1	0010021637	Тепловий насос типу повітря-вода аroTHERM split 125/5 AS	3	191	
2	0010023526	Гідравлічний модуль VWL 127/5 IS	3	26,5	
3	0010023689	Електричний котел eloBLOCK VE 28	2	27	
4	0010021457	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1 B	1	44	
5	1107901101	Бойлер непрямого нагріву Drazice OKC 200 NTRR/BP	1	103	
6	0020191788	VDM 25 M Насосна група для регульованого контуру опалення	4		
7	307597	Розподільний колектор для 4 контурів опалення	1		
8	8001011	Розширювальний бак Reflex NG 50, 6 bar	1		

					НУВПГ ННІБА ТГВ РВ14689785
					Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне
Зм.	Кільк.	Лист № док.	Підпис	Дата	
Керівник		Новицька О.С.			Система опалення
Консультант		Новицька О.С.			(перша частина)
Рецензент		Краченко НВ			Таблиця
Магістрант		Оварчук А.Б.			Аркуші
					Н 3 8
Н.контрп.		Новицька О.С.			План системи опалення 1 поверху, план системи опалення 2поверху, схема об'єкти колектора, план розміщення обладнання в котельні
					НУВПГ ННІБА ТГВ-61м, м.Рівне

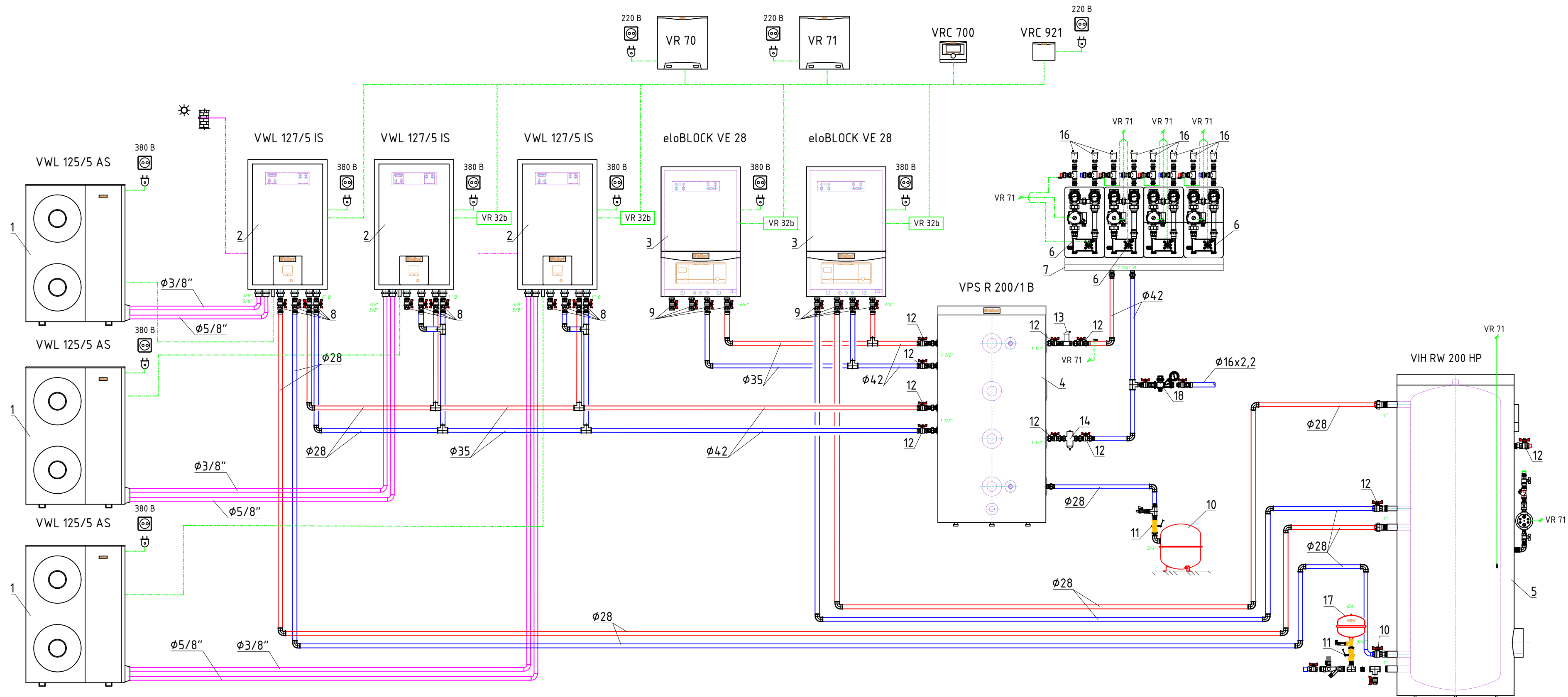
План системи опалення третього поверху



План системи опалення четвертого поверху



Принципова схема джерела теплової енергії з тепловим насосом типу "повітря-вода"

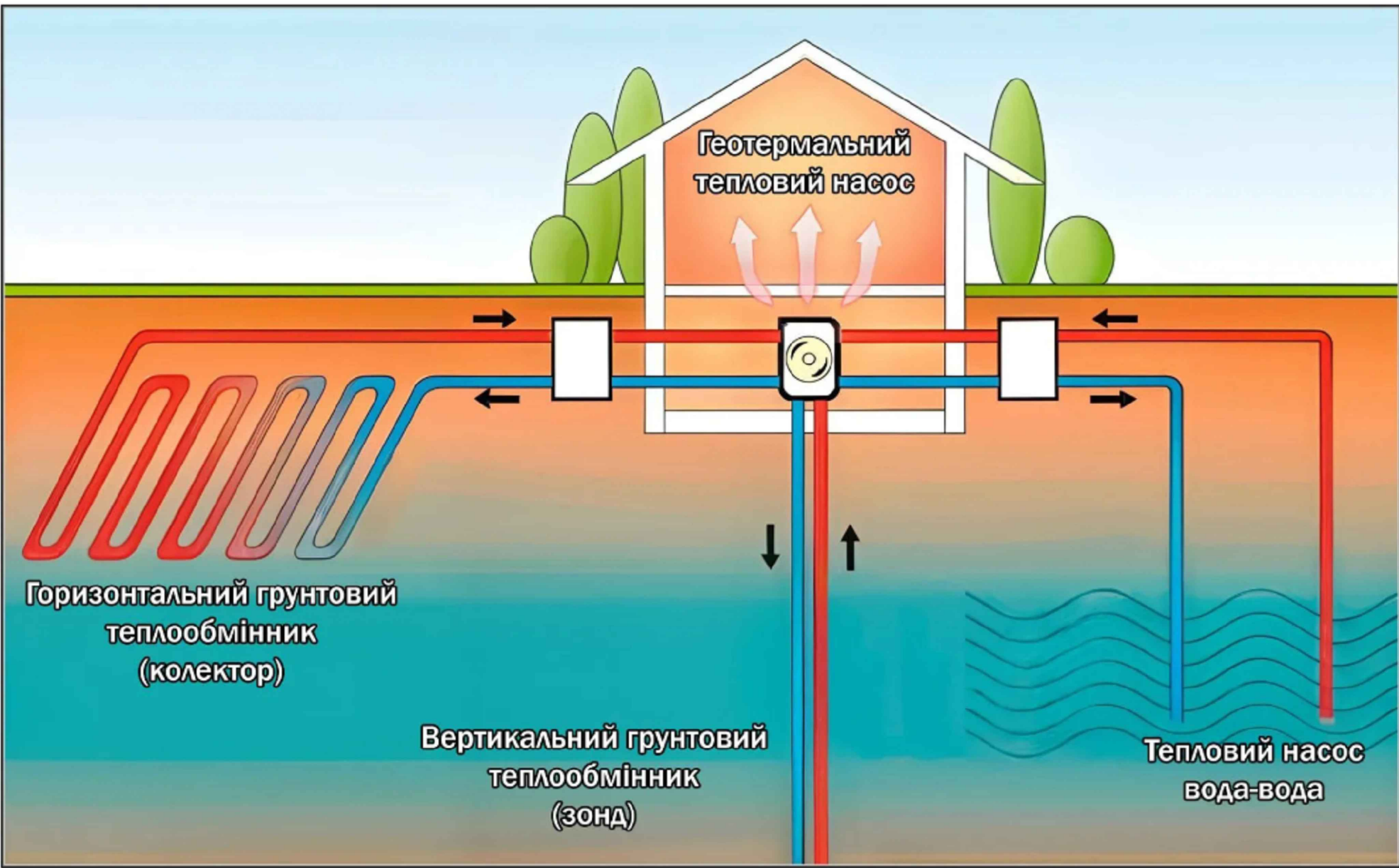


Специфікація обладнання котельні

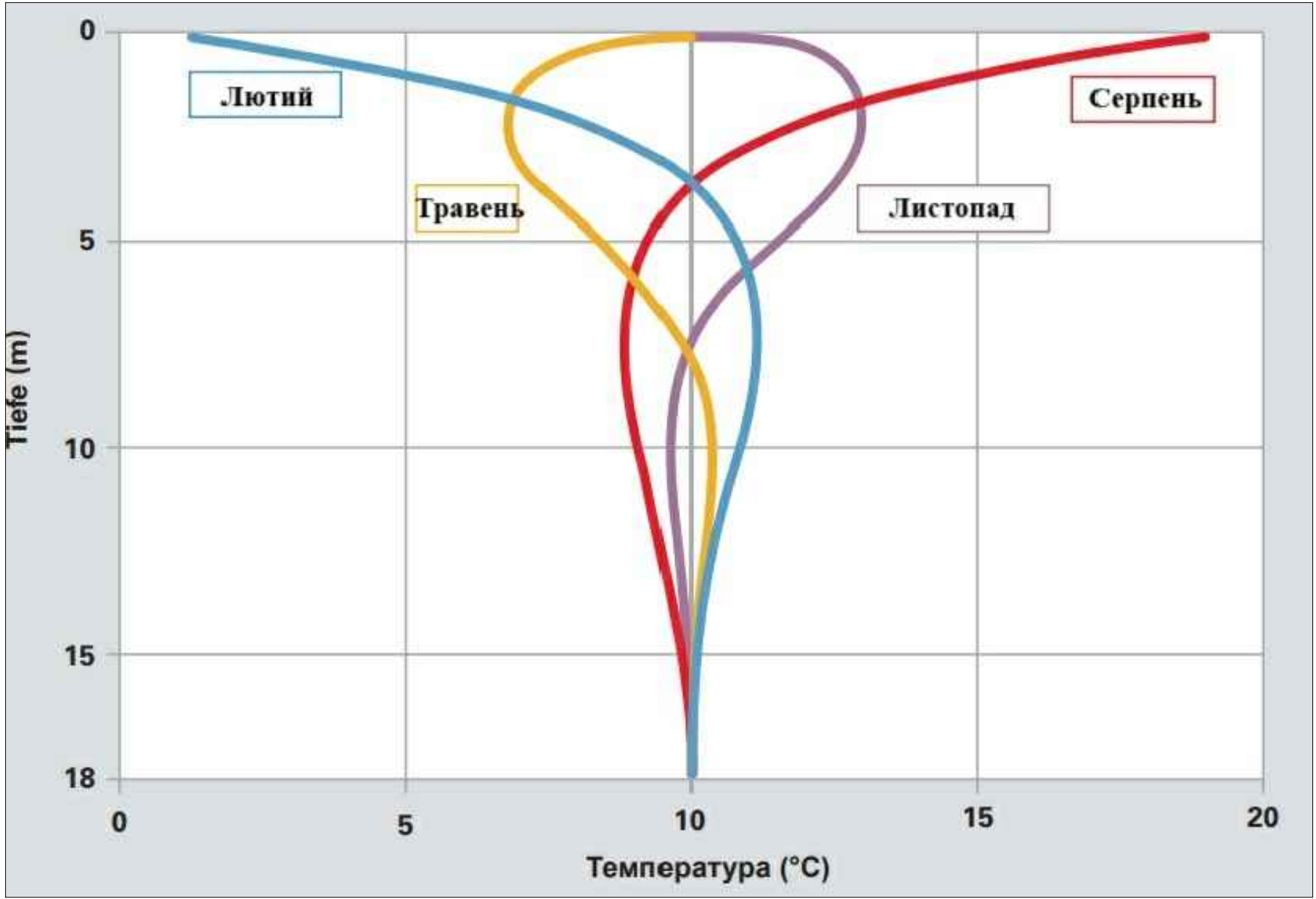
Позиція	Код обладнання, виробу, матеріалу	Найменування	Кільк.	Маса об., кг	Примітки
1	0010021637	Тепловий насос типу повітря-вода aroTHERM split 125/5 AS	3		
2	0010023526	Гідравлічний модуль VWL 127/5 IS	3		
3	0010023689	Електричний котел eloBLOCK VE 28	2		
4	0010021455	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1B	1		
5	0020214407	Бойлер непрямого нагріву Vaillant uniSTOR VIH RW 200 HP	1		
6	0020191788	VDM 25 M Насосна група для резульованого контуру опалення	4		
7	307556	Розподільний колектор для 2 контурів опалення	2		
8	1190100	Кран кульовий 3В 1"	12		
9	526005050F	Кран кутовий Ø3/4" 3 x 3/4" В з накидною гайкою	8		
10	8001011	Розширювальний бак Reflex NG 50, 6 bar	1		
11	77924	Клапан для підключ. розширювального бака Afriso 3/4"x3/4"	2		
12	0980100S	Кран з "Американкою" 1" з прокладкою	2		
13	11004	Форсований сепаратор повітря XStream Vent, BP 1 1/2 Flamco	1		
14	11034	Форсований сепаратор бруду XStream Clean, BP 1 1/2 Flamco	1		
15	0980100S	Кран з "Американкою" 1 1/2" з прокладкою	8		
16	89000	Автоматичн. повітрявідвідник Flamco Flexvent 1/2"	4		
17	7302000	Розширювальний бак Refix DE 12	1		
18	42406	Арматура для наповнення 1/2" FAM	1		

				НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785		
				Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата	
Керівник		Нобченко О.С.				
Консультант		Нобченко О.С.				
Рецензент		Кравченко НВ				
Договірник		Обарчук А.В.				
				Система опалення (друга частина)		
				Стадія	Аркуш	Аркушів
				Н	4	8
				План системи опалення 3 поверху, план системи опалення 4 поверху, принципова схема котельні, специфікація обладнання		
				НУВГП ННІБА ТГВ-61м, м.Рівне		
Н.контр		Нобченко О.С.				

Геотермальні теплові насоси

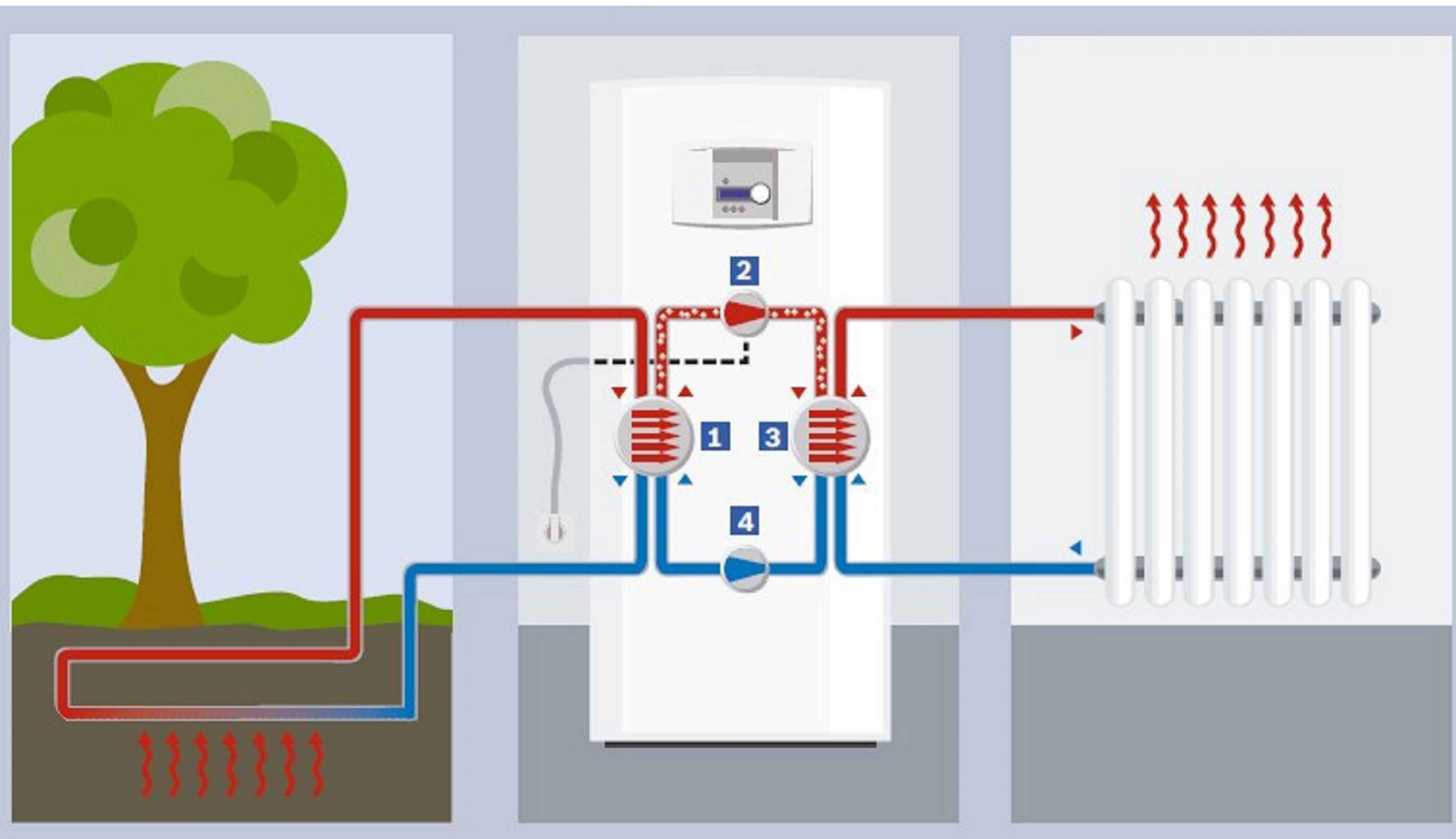


Залежність температури ґрунту від глибини



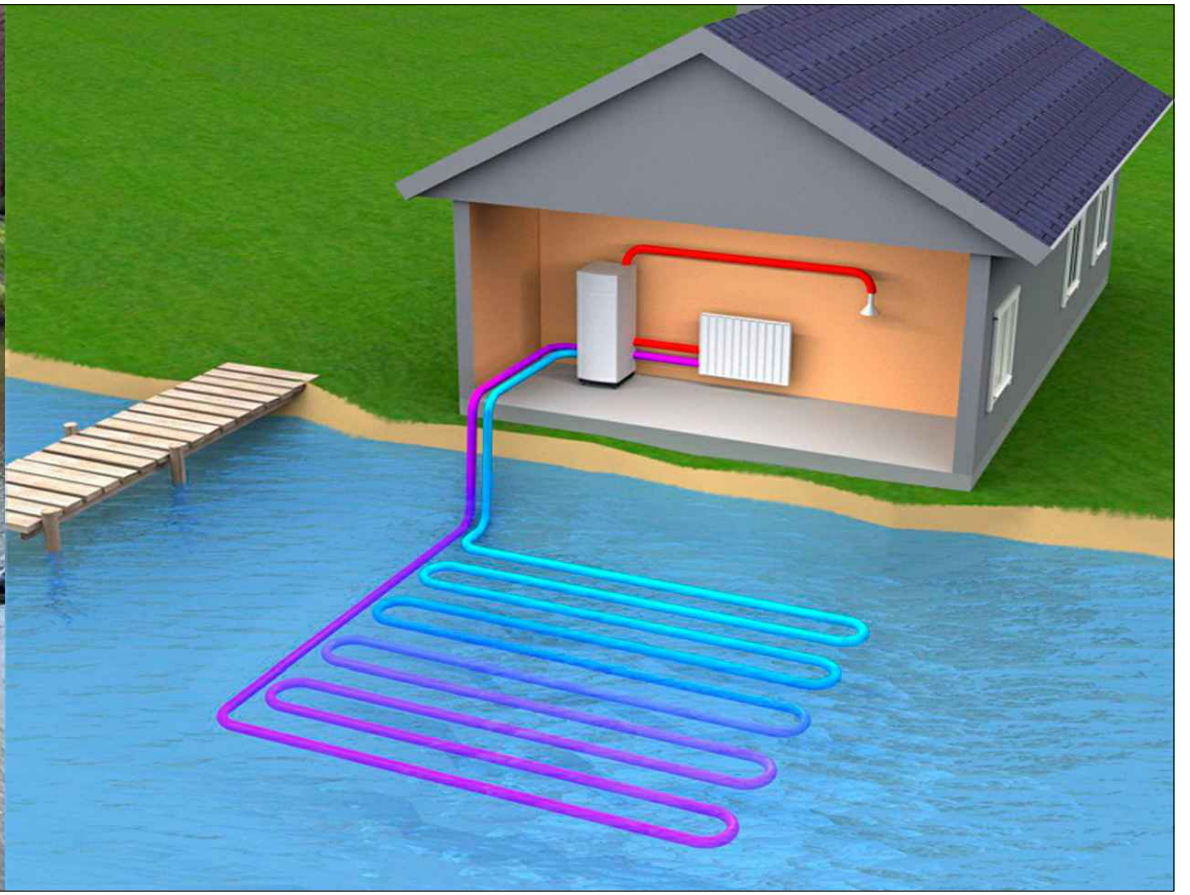
Свердловини бувають різної глибини, що обумовлено особливостями ґрунту та теплопотребами системи опалення будинку – в середньому їх глибина сягає від 30 до 150 метрів. Найскладніша і найбільш дорогавартісна частина процесу встановлення теплового насоса з вертикальним зондом – буріння свердловин, на яке впливає глибина залягання водоносного шару, склад ґрунту і ще низка факторів. Однак цей спосіб найбільш доцільний для присадибних ділянок невеликої площі. Якщо ж площа земельної ділянки достатньо велика – встановлюють горизонтальні теплові колектори. Глибина занурення ґрунтового контуру нижче рівня промерзання від 2 до 3 метрів, як правило. У траншеї різної ширини прокладають труби паралельно чи спіралью. При цьому важливо дотримувати оптимальної довжини колектора та враховувати гідравлічний опір системи.

Принцип роботи теплового насосу “ґрунт-вода”



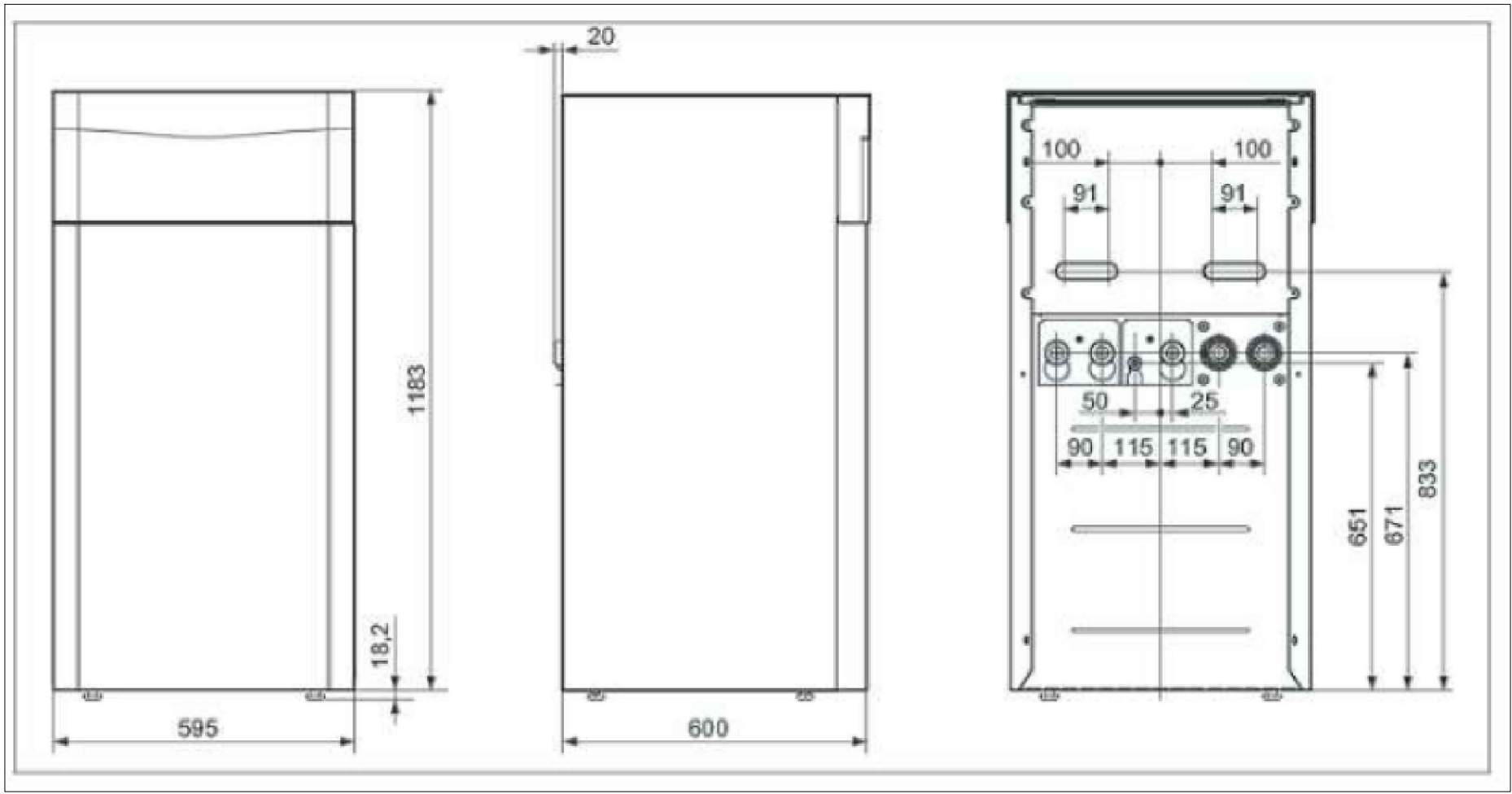
1. Нагрітий розсіл подається на випарник теплового насоса, в якому міститься рідкий охолоджений фреон – холодагент нагрівається від розсолу і переходить у газоподібний стан.
2. Компресор цей газ стискає, від чого зростає його температура, і направляє на конденсатор.
3. В конденсаторі фреон віддає тепло опалювальному і водонагрівальному контурам та переходить знову в рідкий стан.
4. Далі холодагент проходить через розширювальний клапан у випаровувач і цикл починається спочатку.

Прокладання колекторів у траншеях



						НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785		
						Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата	Геотермальні теплові насоси		
Керівник	Новицька О.С.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант	Новицька О.С.					Н	5	8
Рецензент	Кравченко Н.В.							
Магістрант	Одарчук А.В.							
Н.контр	Новицька О.С.							

Модульний тепловий насос типу розсіл/вода flexoTHERM 197/4



Технічні характеристики		
Теплова потужність в режимі розсіл/вода (W0/W35 згідно з EN 14511)	кВт	19,7
Споживання електроенергії	кВт	4,7
Коефіцієнт перетворення COP		4,7
Теплова потужність в режимі вода/вода (W10/W35 згідно з EN 14511)	кВт	24,2
Споживання електроенергії	кВт	4,7
Коефіцієнт перетворення COP		5,8
Теплова потужність в режимі повітря/вода (A2/W35 згідно з EN 14511)	кВт	17,4
Споживання електроенергії	кВт	4,8
Коефіцієнт перетворення COP		3,7
Підключення до електромережі	В/Гц	400/50
Максимальний струм (компресор та електронагрівання)	А	31,2
Максимальний пусковий струм з обмежувачем пускового струму	А	<30
Максимальне споживання електричної потужності дод. нагрівання	кВт	9
Макс. температура подачі контуру опалення (з дод. догріванням)	°C	75
Мін. температура подачі контуру охолодження	°C	5
Припустима температура розсолу (мін./макс.)	°C	-10...25
Об'єми витрати в контурі розсолу номінальні при ΔT=3K	л/год	4780
Об'єми витрати в контурі опалення номінальні при ΔT=5K	л/год	3990
Рівень шуму при W0/W35	дБ(А)	42,4

Особливості:

- Один тепловий насос для використання різних джерел тепла (ґрунт, або вода, або повітря)
- Моніторинг і облік спожитої та виробленої енергії
- Низький рівень шуму. Система звукоізоляції PihaTonic
- Можливість роботи в системах опалення з газовими котлами, сонячними колекторами
- Компактні розміри та ергономічний дизайн
- Панель управління з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом
- Просте проектування, швидкий монтаж і пуск. Немає необхідності працювати з фреоновими контурами

Оснащення:

- Функція опалення, нагрівання гарячої води (з додатковим водонагрівачем), активного і пасивного охолодження в одному агрегаті
- Можливість підключення до однофазної і трифазної мережі
- Панель управління з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом
- Можливість віддаленого моніторингу та управління системою через блок дистанційного керування VR 921
- Надійний спіральний компресор
- Вбудований обмежувач пускових струмів

Циркуляційні насоси



Насос контуру розсолу

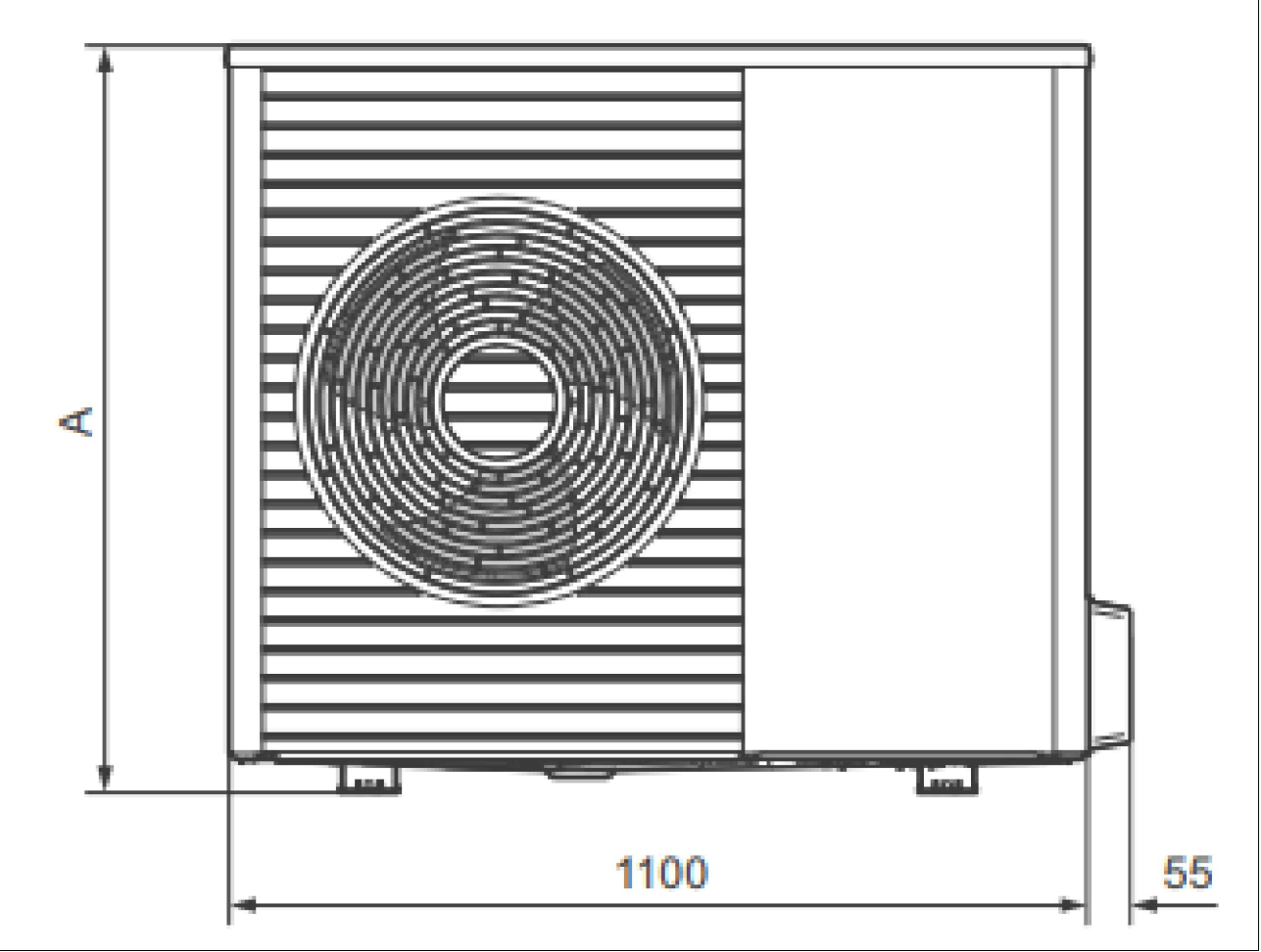
Модель ТН	Насос
VWF 5.../4, VWF 8.../4	Wilo Yonos-Para 25/7.5
VWF 11.../4	Wilo Stratos-Para 25/1-8
VWF 15.../4, VWF 19.../4	Wilo Stratos-Para 25/1-12



Насос контуру опалення

Модель ТН	Насос
VWF 5.../4 up to VWF 11.../4	Grundfos UMP2 25-70
VWF 15.../4 and VWF 19.../4	Grundfos UPML 25/105

Тепловий насос типу повітря/вода aroTHERM split 125/5 AS



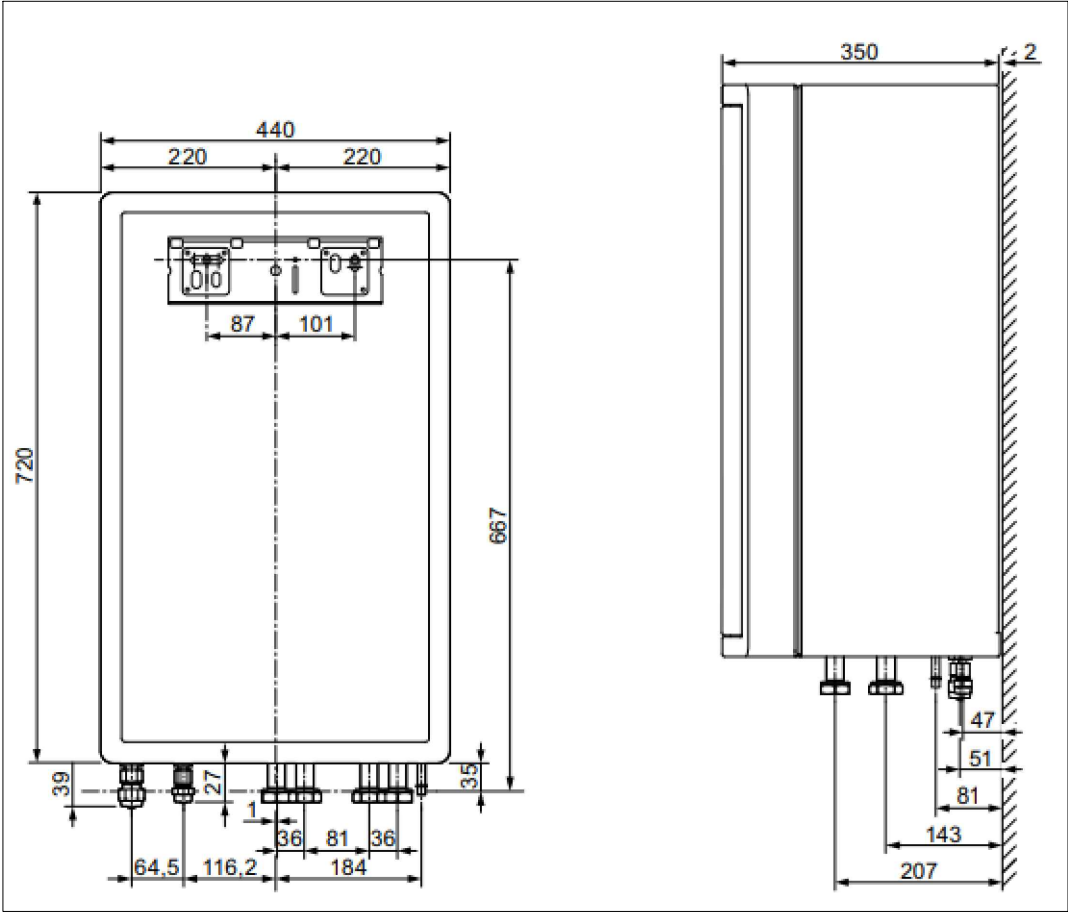
Особливості:

- Тепловий насос з розділеними зовнішнім та внутрішнім блоками
- Система не схильна до замерзання, немає необхідності використовувати проміжний теплообмінник гліколь/вода
- Максимальна температура нагрівання 62 °C
- Функція активного холоду
- Низький рівень шуму.

Оснащення:

- Інверторний компресор
- Вбудований лічильник отриманої енергії навколишнього середовища
- Електронний розширювальний клапан
- Функція зниження рівня шуму
- Тонкі мідні трубки фреонового контуру для з'єднання зовнішнього та внутрішнього блоків.

Гідравлічний модуль VWL 127/5 IS



Оснащення:

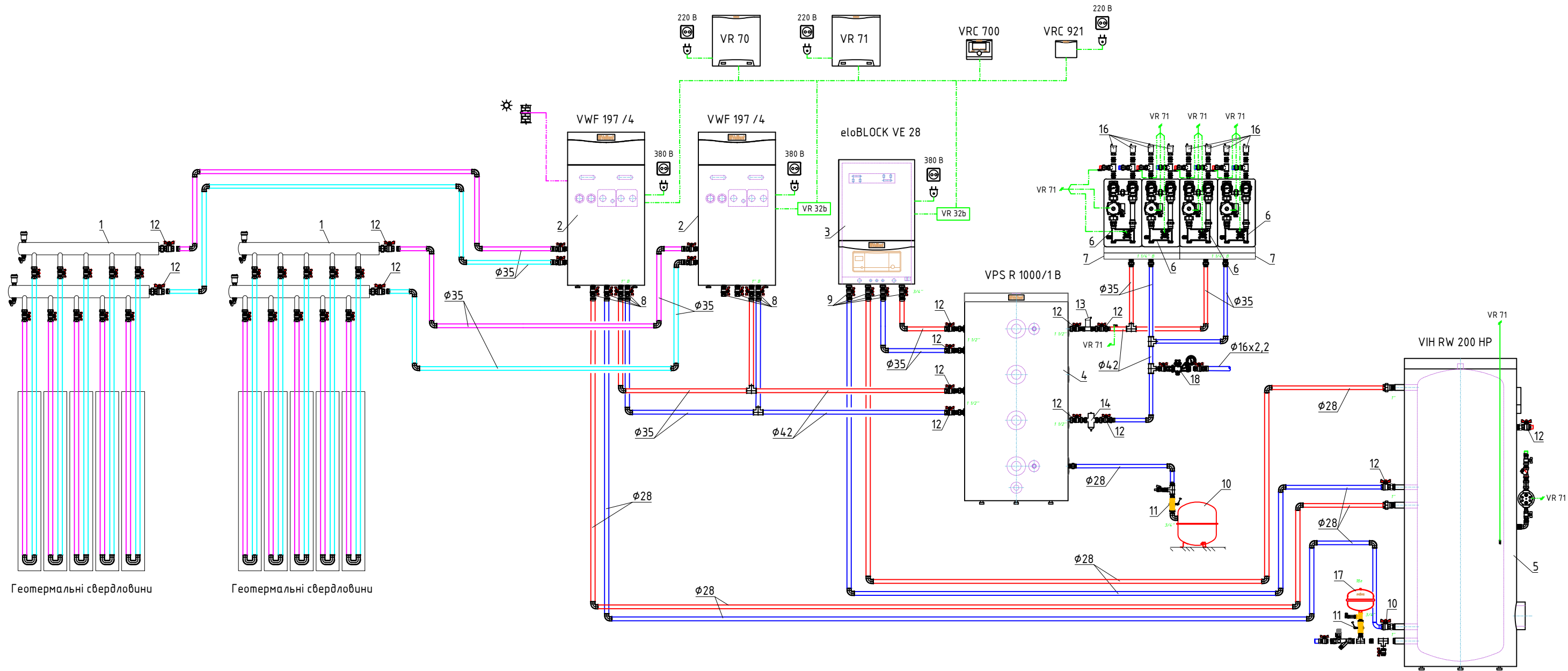
- Панель управління тепловим насосом
- Електричний нагрівач 5,4 або 8,5 кВт
- Триходовий кран (опалення/ГВП)
- Запобіжний клапан

Особливості:

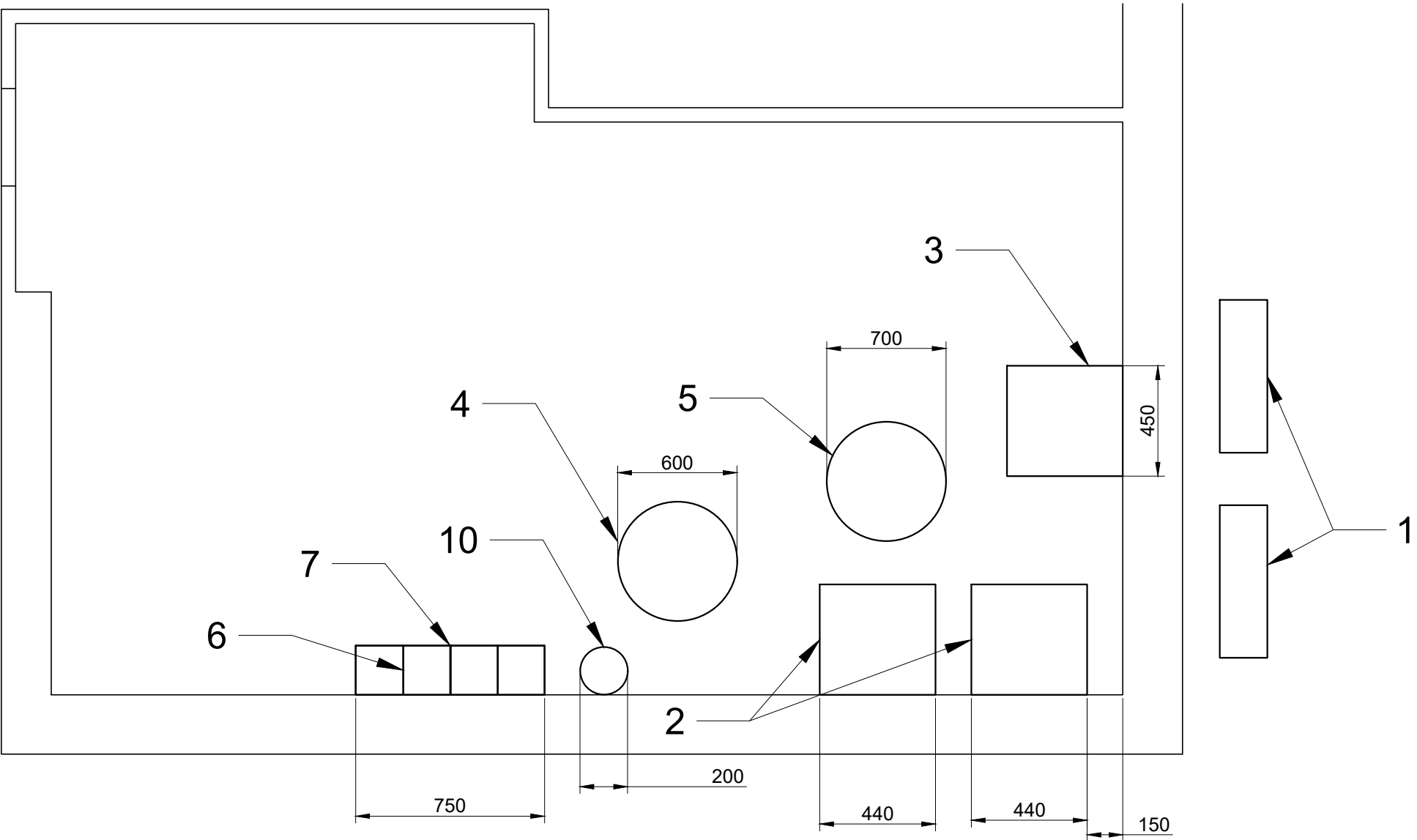
- Теплообмінний модуль фреонвода
- Вбудована панель управління тепловим насосом
- Можливість додаткового або резервного нагрівання теплоносія за допомогою електричного нагрівача

					НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785				
					Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне				
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата	Характеристика теплових насосів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник				Новицька О.С.			Н	6	8
Консультант				Новицька О.С.					
Рецензент				Кравченко НВ					
Магістрант				Одарчук А.В.		Тепловий насос типу "розсіл-вода"; тепловий насос типу "повітря-вода"; циркуляційні насоси			
Н.контр				Новицька О.С.			НУВГП ННІБА ТГВ-61м, м.Рівне		

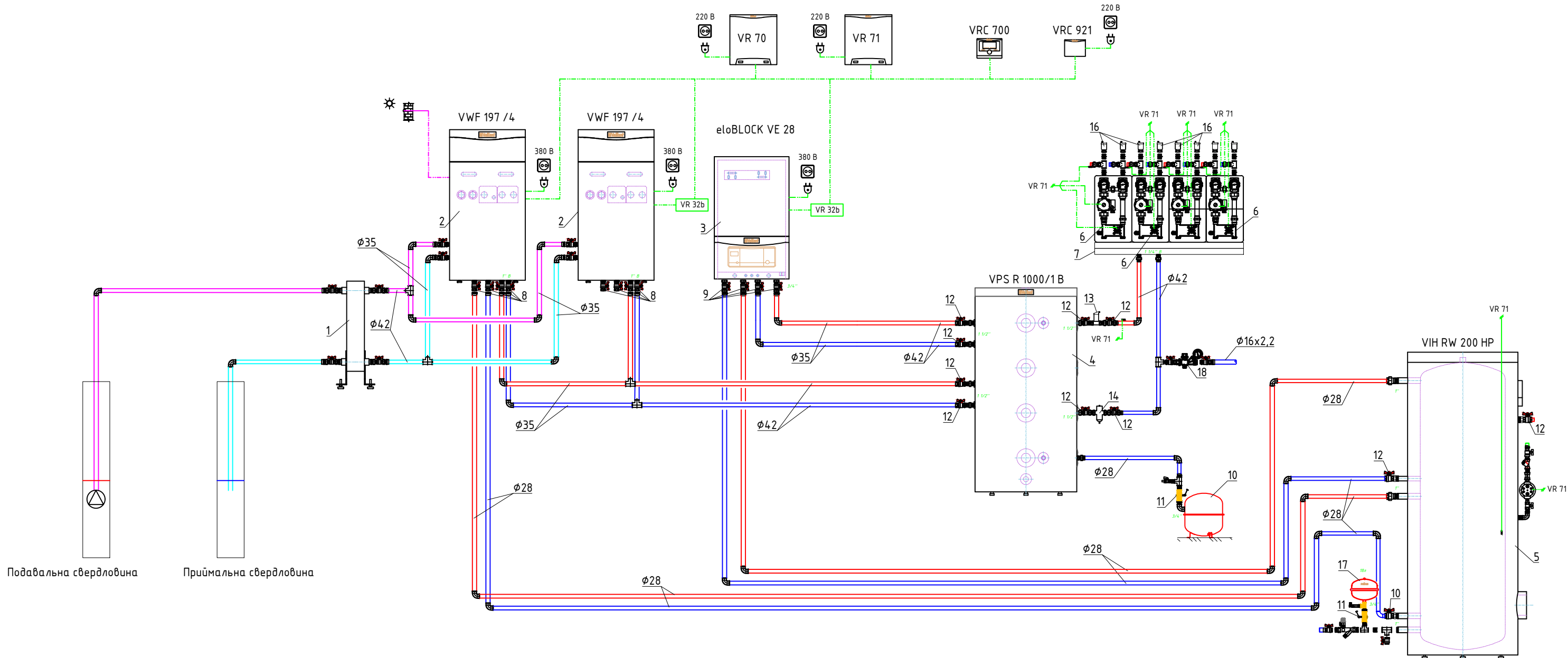
Принципова схема джерела теплової енергії з тепловим насосом типу "грунт-вода"



План розміщення обладнання у котельні



Принципова схема джерела теплової енергії з тепловим насосом типу "вода-вода"



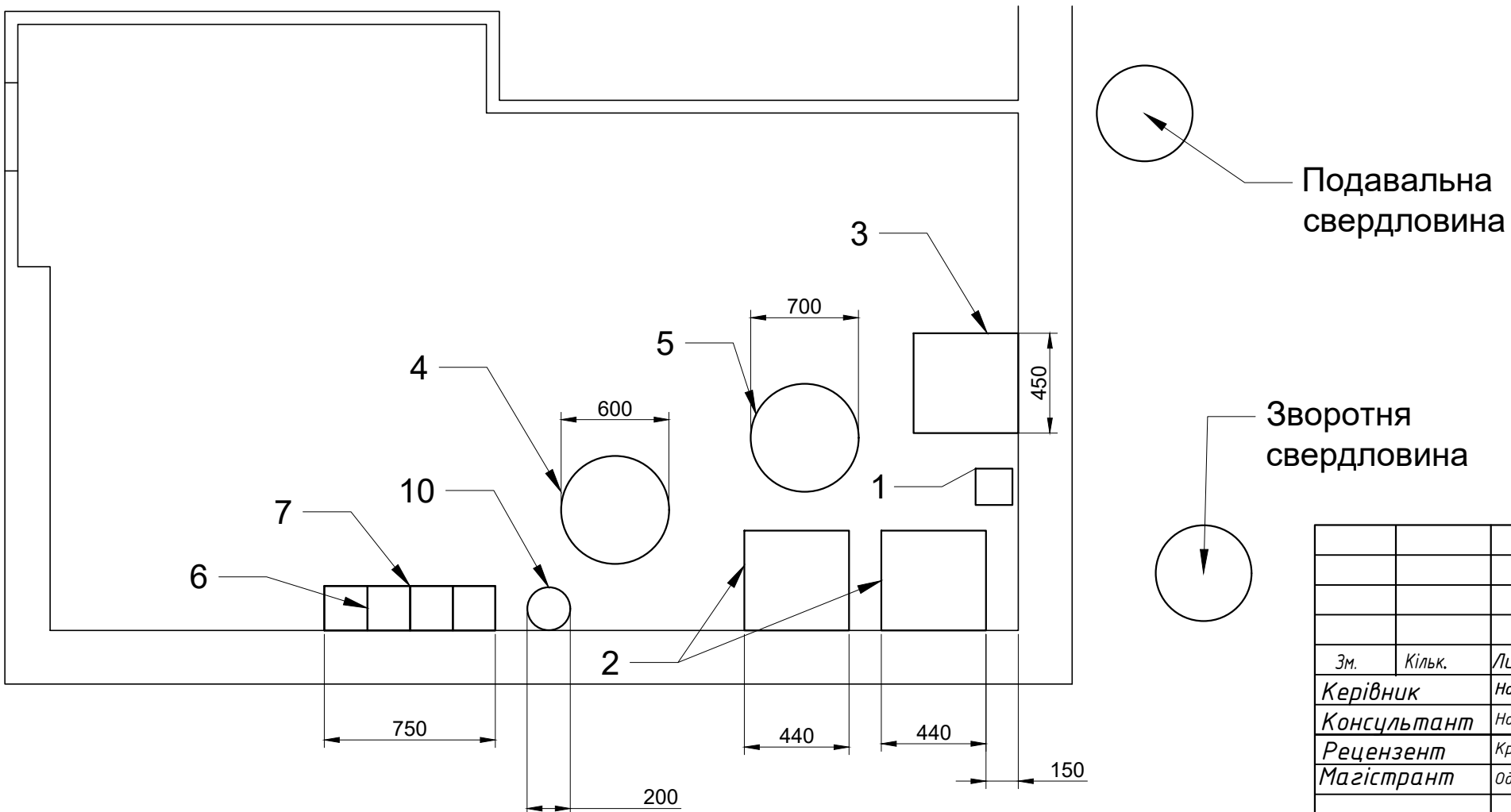
Специфікація обладнання котельні

Позиція	Код обладнання, виробу, матеріалу	Найменування	Кільк.	Маса од., кг	Примітки
1		Гребінка геотермального контуру теплового насоса	2		
2	0010016689	Тепловий насос розсіл-вода flexoTHERM exclusive VWF 197 / 4	2		
3	0010023689	Електричний котел eloBLOCK VE 28	1		
4	0010021457	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 1000/1 B	1		
5	0020214407	Бойлер непрямого нагріву Vaillant uniSTOR VIH RW 200 HP	1		
6	0020191788	VDM 25 M Насосна група для регульованого контуру опалення	4		
7	307556	Розподільний колектор для 2 контурів опалення	2		
8	1190100	Кран кутовий 3B 1"	8		
9	526005050F	Кран кутовий Ø3/4" 3 x 3/4" B з накидною гайкою	4		
10	8001011	Розширювальний бак Reflex NG 50, 6 bar	1		
11	77924	Клапан для підключ. розширювального бака AFRISO 3/4"x3/4"	2		
12	0980100S	Кран з "Американкою" 1" з прокладкою	2		
13	11004	Форсований сепаратор повітря XStream Vent, BP 1 1/2 Flamco	1		
14	11034	Форсований сепаратор бруду XStream Clean, BP 1 1/2 Flamco	1		
15	0980100S	Кран з "Американкою" 1 1/2" з прокладкою	10		
16	89000	Автоматичн. повітрявідвідник Flamco Flexvent 1/2"	4		
17	7302000	Розширювальний бак Reflex DE 12	1		
18	42406	Арматура для наповнення 1/2" FAM	1		

Специфікація обладнання котельні

Позиція	Код обладнання, виробу, матеріалу	Найменування	Кільк.	Маса од., кг	Примітки
1		Теплообмінний модуль	1		
2	0010016689	Тепловий насос розсіл-вода flexoTHERM exclusive VWF 197 / 4	2		
3	0010023689	Електричний котел eloBLOCK VE 28	2		
4	0010021457	Буферна ємність для теплових насосів VPS R 1000/1 B	1		
5	1107901101	Бойлер непрямого нагріву Vaillant uniSTOR VIH RW 200 HP	1		
6	0020191788	VDM 25 M Насосна група для регульованого контуру опалення	4		
7	307556	Розподільний колектор для 2 контурів опалення	2		
8	1190100	Кран кутовий 3B 1"	8		
9	526005050F	Кран кутовий Ø3/4" 3 x 3/4" B з накидною гайкою	8		
10	8001011	Розширювальний бак Reflex NG 50, 6 bar	1		
11	77924	Клапан для підключ. розширювального бака AFRISO 3/4"x3/4"	2		
12	0980100S	Кран з "Американкою" 1" з прокладкою	2		
13	11004	Форсований сепаратор повітря XStream Vent, BP 1 1/2 Flamco	1		
14	11034	Форсований сепаратор бруду XStream Clean, BP 1 1/2 Flamco	1		
15	0980100S	Кран з "Американкою" 1 1/2" з прокладкою	8		
16	89000	Автоматичн. повітрявідвідник Flamco Flexvent 1/2"	4		
17	7302000	Розширювальний бак Reflex DE 12	1		
18	42406	Арматура для наповнення 1/2" FAM	1		

План розміщення обладнання у котельні

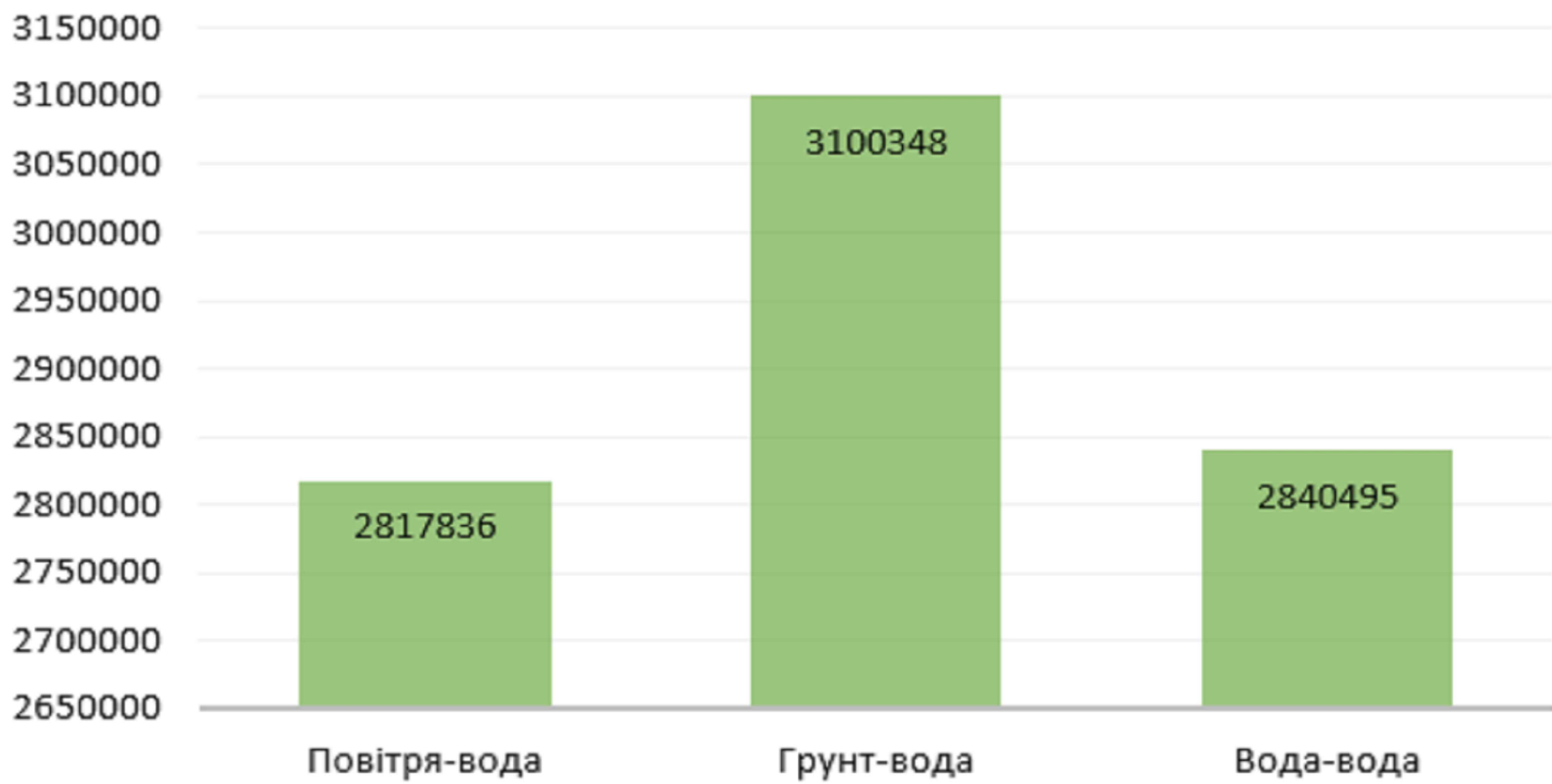


НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785					
Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне					
Принципові схеми котельні					
Н 7 8					
НУВГП ННІБА ТГВ-61м, м.Рівне					
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата
Керівник	Навицька О.С.				
Консультант	Навицька О.С.				
Рецензент	Кравченко Н.В.				
Магістрант	Одарчук А.В.				
Н.контр	Навицька О.С.				

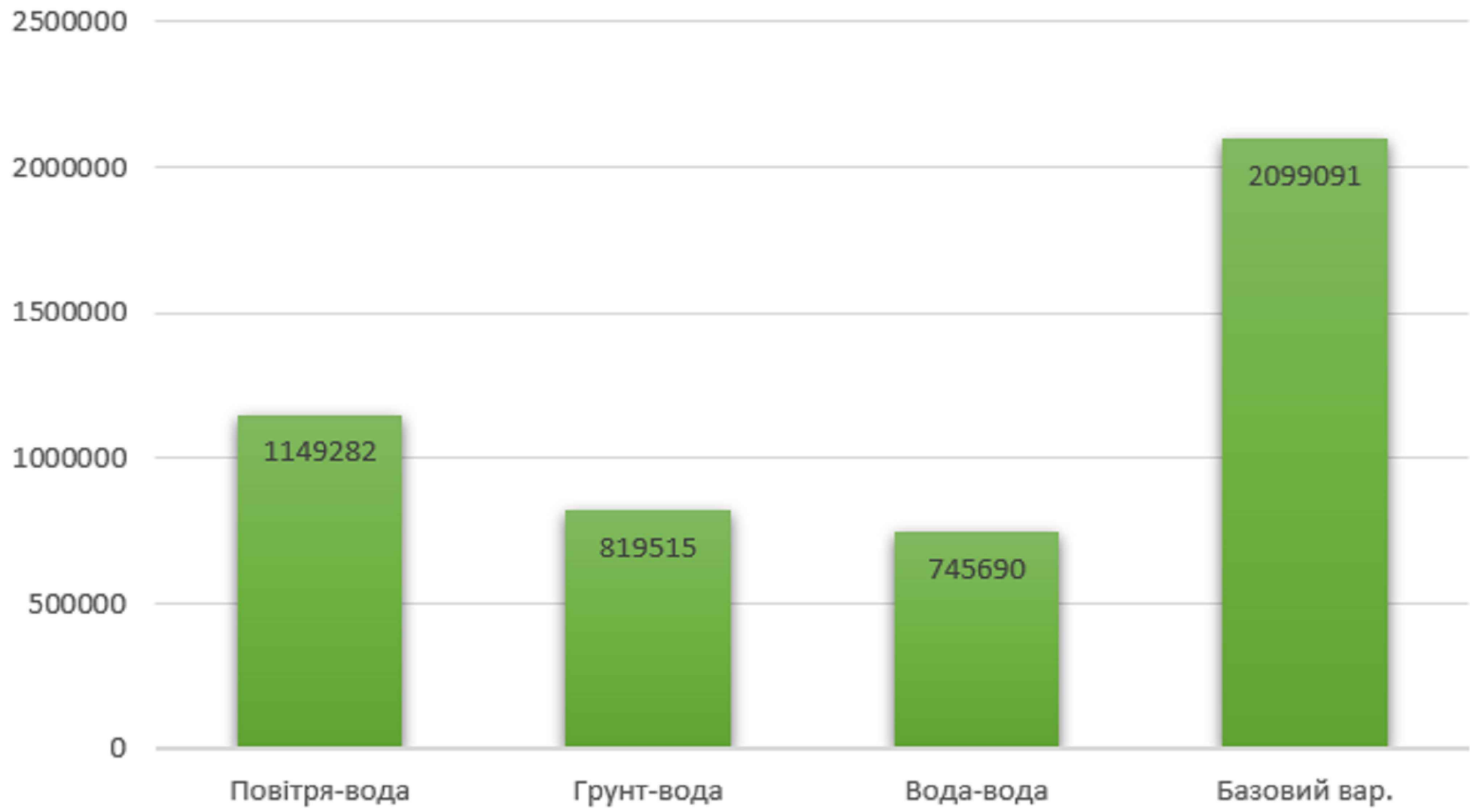
Порівняння низькопотенційних джерел теплової енергії

Характеристика	Повітря-Вода	Геотермальний (горизонтальний)	Геотермальний (вертикальний)	Водяний
Ефективність (COP)	3-5	3,5-5,5	4-5,5	4-6
Вартість обладнання	Середня	Висока	Висока	Висока
Вартість встановлення	Середня	Висока	Дуже висока	Висока
Залежність від вуличної температури	Висока	Низька	Дуже низька	Дуже низька
Вимоги до ділянки	Мінімальні	Велика площа	Мінімальні	Наявність водойми
Сумісність з системами опалення	Водяне	Водяне	Водяне	Водяне
Можливість використання для ГВП	Так	Так	Так	Так
Шумність	Середня	Низька	Низька	Низька
Термін служби	15-20 років	25-50 років	25-50 років	25-50 років
Ефективність при дуже низьких температурах (близько -20°C)	Низька	Висока	Висока	Висока
Можливість охолодження	Так*	Так*	Так*	Так*

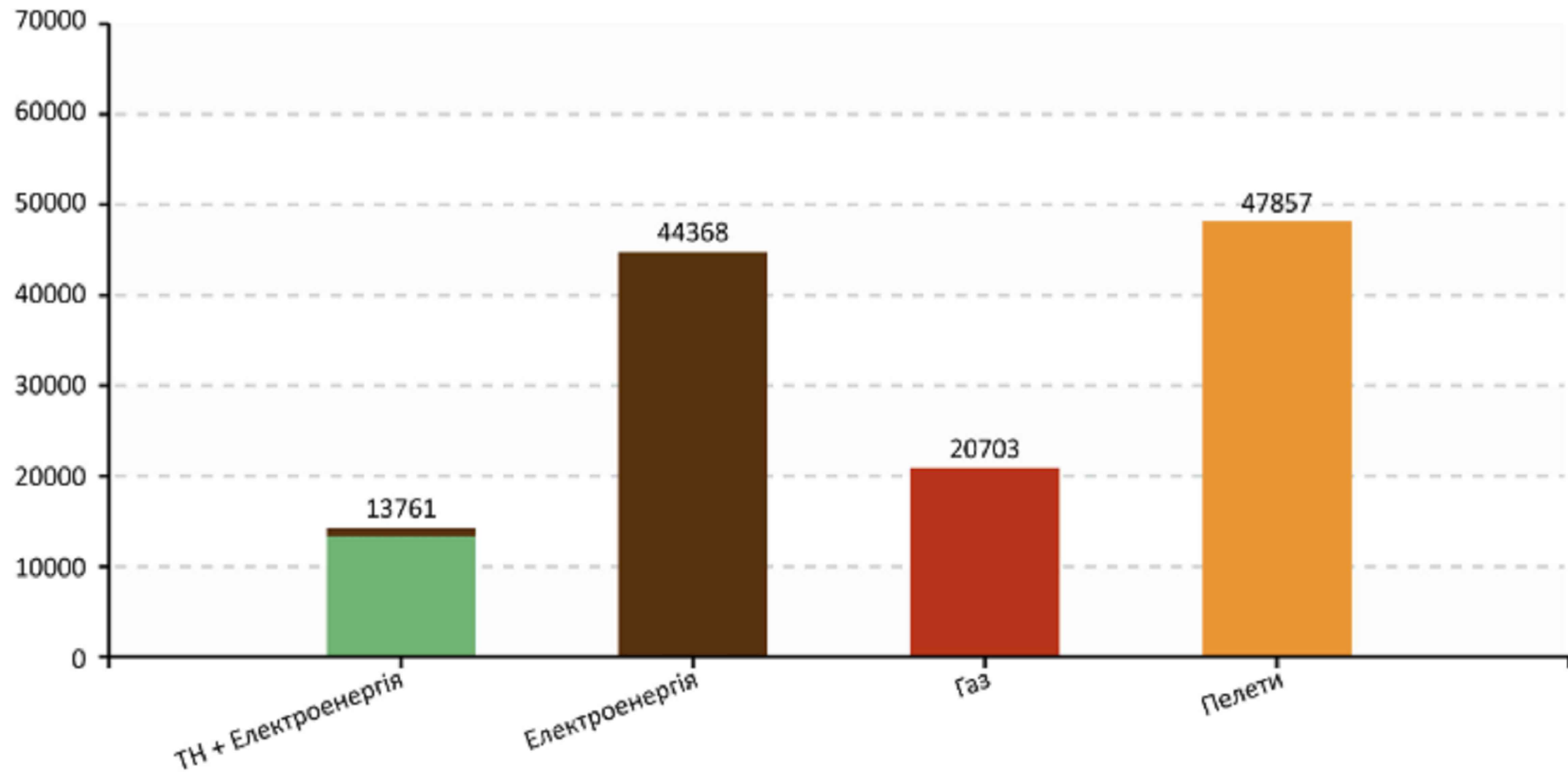
Капітальні витрати



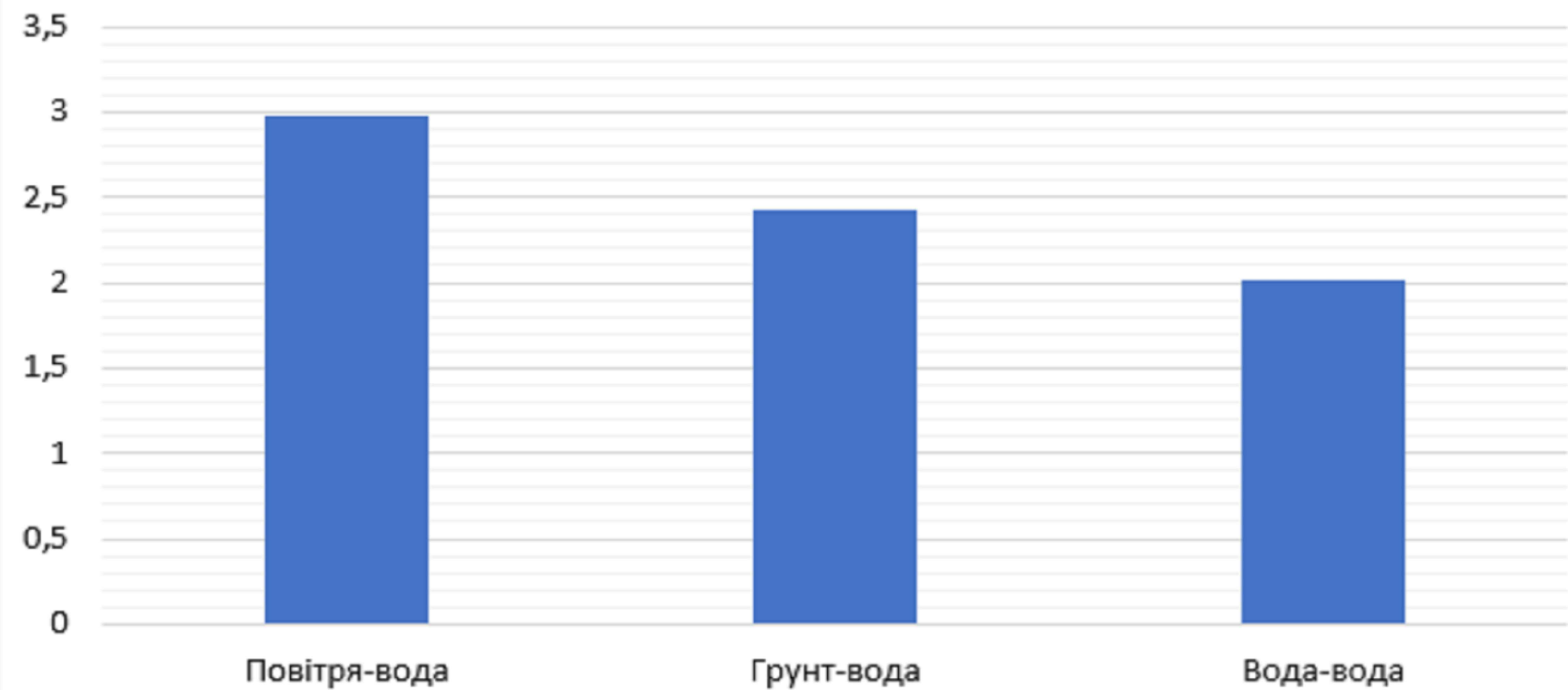
Річні експлуатаційні видатки



Витрати на систему опалення в залежності від обраного палива



Період окупності



							НУВГП ННІБА ТГВ РВ14689785		
							Дослідження використання низькотемпературних джерел енергії для громадських будівель на прикладі офісного центру м. Рівне		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		Порівняння низькопотенційних джерел теплової енергії		
Керівник		Новицька О.С.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Кравченко Н.В.					Н	8	8
Рецензент		Кравченко Н.В.							
Магістрант		Одарчук А.В.							
Н.контр		Новицька О.С.							
Порівняння різних типів низькопотенційних джерел							НУВГП	ННІБА	
							ТГВ-61м,	м.Рівне	