

ЗВІТ ПРО РОЗРОБКУ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ
на облаштування систем теплопостачання (опалення та гаряче
водопостачання) індивідуального житлового будинку

.....



_____ **С. Парасочка**

ЗМІСТ

1	Вступ.....	3
2	Вихідні дані.....	3
3	Розробка технічних рішень.....	5
3.1	Система теплопостачання - теплонасосна установка.....	5
3.2	Система опалення.....	16
4	Аналіз техніко-економічних показників.....	26
		28
Додатки		
1	Технічне завдання на розробку технічних рішень системи теплопостачання Індивідуального житлового будинку	28
2	Розрахунок теплових навантажень та річних витрат тепла на опалення та гаряче водопостачання індивідуального житлового будинку	32
3	Додаткове технічне рішення щодо застосування теплового насосу «повітря- вода»	45

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

на облаштування систем теплопостачання (опалення та гаряче водопостачання) індивідуального житлового будинку

1. Вступ.

Розробка технічних рішень на облаштування системи теплопостачання житлового будинку виконана у відповідності до погодженого з замовником Технічного завдання, що є невід'ємною частиною цього звіту.

До складу розробки входить:

- визначення теплових навантажень на системи опалення та гарячого водопостачання;
- визначення розрахункових місячних та річних витрат енергії для потреб опалення та гарячого водопостачання;
- розробка технічних рішень на влаштування системи теплопостачання будинку за двома варіантами теплової генерації: тепловий насос та електричний котел;
- розробка технічних рішень на облаштування системи опалення будинку;
- виконання техніко-економічного аналізу 2-х варіантів системи теплопостачання будинку.

Примітка: Термін «технічне рішення» передбачає розробку принципів схем, підбір обладнання, виконання теплотехнічних розрахунків, складання специфікацій, виконання розрахунків капітальних витрат та проведення економічного аналізу.

2. Вихідні дані:

1. В якості основних вихідних даних надані креслення будівельної частини будинку:

- «Індивідуальний житловий будинок» Додаток №1 до договору підяду №..... від
- «Індивідуальний житловий будинок» Конструктивні рішення. Нульовий цикл.

2. Споживачами побутового гарячого водопостачання є сім'я з 4-х людей. Особливі (збільшені) потреби в гарячій воді відсутні. Визначення розрахункового споживання гарячої води здійснюється за загальною методологією.

3. Розробка системи вентиляції в завдання цієї роботи не входить. При розробці системи опалення проведена оцінка повітрообміну будинку та враховані теплові навантаження для потреб повітрообміну.

4. Основні принципи організації системи опалення згідно вимог та побажань замовника:

4.1. Система опалення має бути енергоефективною. Показники енергоефективності повинні відповідати європейському рівню.

4.2. В якості основного джерел теплової енергії розглядаються два варіанти: ґрунтовий тепловий насос та електричний котел.

4.3. Опалення приміщень передбачити з використанням місцевих нагрівальних приладів (радіаторів). Для приміщень 1 поверху та приміщення ванни 2 поверху передбачене застосування нагріву підлоги.

4.4. Об'єм автоматизації систем теплопостачання має бути мінімально-обґрунтованим (обов'язкова автоматизація, пов'язана з безпекою).

4.5. Застосовується понижений температурний графік для системи опалення 60 - 45 °С.

5. Ціна електроенергії для населення, ціна з ПДВ (з 01.03.2017 р)

	Ціна електроенергії (з ПДВ) при обсязі споживання на протязі місяця, грн/квт-год	
	до 3000 квт*год/міс / до 100 квт*год/міс	більше 3000 квт*год/міс / більше 100 квт*год/міс
Для населення в опалювальний період для будинків з електроопалювальними установками / в літній період – травень - вересень	0,9	1,68

Існує можливість скористатись диференційованим за періодами часу тарифами.			
<u>Двотарифний:</u>	- нічний (8 годин):	- 23 ⁰⁰ - 7 ⁰⁰	K=0,5
	- решта (16 годин):	- 7 ⁰⁰ - 23 ⁰⁰	K=1,0
<u>Тризонний:</u>	- нічний (8 годин):	- 23 ⁰⁰ - 7 ⁰⁰	K=0,4
	- напів пік (11 годин):	- 7 ⁰⁰ - 8 ⁰⁰ } - 11 ⁰⁰ - 20 ⁰⁰ }	K=1,0
	- 22 ⁰⁰ - 23 ⁰⁰		
	- пік (5 годин):	- 8 ⁰⁰ - 11 ⁰⁰ } - 20 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ }	K=1,5

Ціна на природний газ для населення згідно постанови КМУ №187 від 22.03.2017 року становить **6957,9 грн за 1000 куб. м.**

6. Кліматичні умови міста

6.1. Середньомісячні температури повітря, °C:

січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	верес	жовт	лист	груд
-5,6	-4,7	0,3	9,0						7,7	1,3	-3,4

6.2. Розрахункова температура для проектування опалення $t_p = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.3. Тривалість опалювального періоду $n_{оп} = 178$ діб.

6.4. Середня розрахункова температура за опалювальний період $t_{оп} = -0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Всі технічні рішення та розрахунки виконані у відповідності до діючих в Україні норм та правил. При розробленні технічних рішень щодо впровадження теплових насосів враховані діючі в європейському Союзі стандарти, що імплементовані в національні нормативи:

- ДСТУ Б В.2.5-44:2010
(EN 15450: 2007. MOD)

«Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами»

«Посібник з проектування інженерних систем житлових і громадських будинків з тепловими насосами»

3. Розробка технічних рішень

Розрахунок теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинку та розрахункові навантаження на системи опалення та гарячого водопостачання приведені в додатку 1 «Розрахунок теплових навантажень та річних витрат тепла...»

Розрахункова теплова потужність на опалення має становити **12,9 кВт**. Розрахункове теплове навантаження на систему ГВП може становити 1,4 – 6 кВт в залежності від прийнятого способу приготування гарячої води (швидкісний чи ємкісний водопідігрівач).

При визначенні розрахункової потужності системи опалення враховані втрати тепла огороженнями та на підігрів вентиляційного повітря.

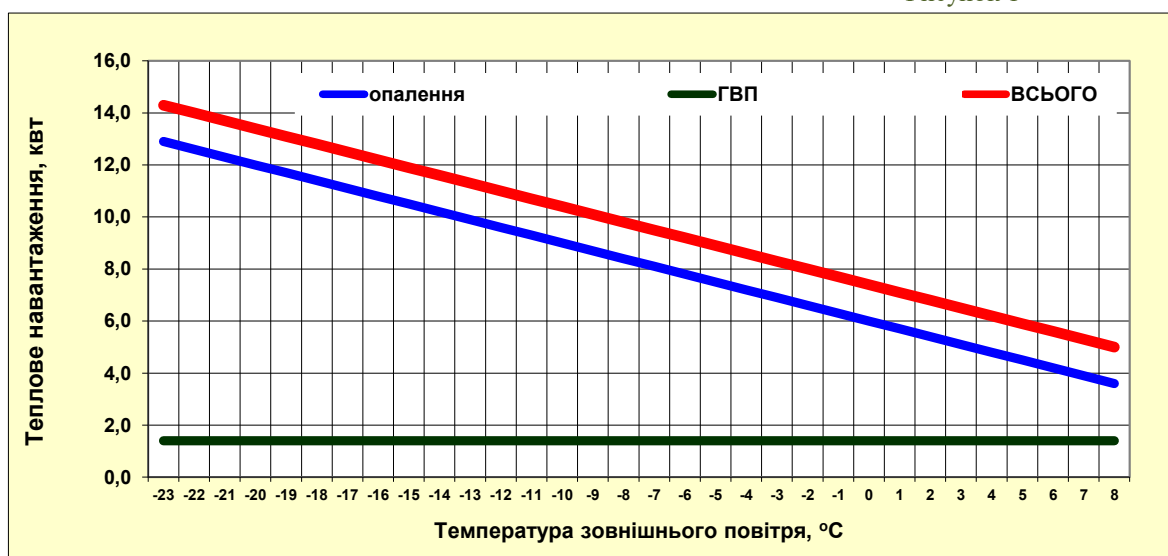
В «Розрахунку...» додатку 1 приведені розрахункові річні та помісячні показники витрат енергії, що дає змогу дати загальну техніко-економічну оцінку системи тепlopостачання.

При визначенні річного та помісячного споживання енергоносіїв враховується побутові теплові надходження.

Витрати теплової енергії для потреб опалення прямо пропорційно залежать від температури зовнішнього повітря. Витрати тепла на гаряче водопостачання незначною мірою залежать від зовнішньої температури.

На рисунку 1 приведений графік теплових навантажень системи тепlopостачання будинку в залежності від температури зовнішнього повітря.

Рисунок 1



3.1. Система тепlopостачання - теплонасосна установка.

В якості джерела теплової енергії розглядається ґрунт.

На відміну від звичних традиційних теплогенеруючих установок (теплогенераторних з газовими та іншими котлами) теплонасосні установки (ТНУ) є більш складними та дорогими пристроями. Вартість 1 кВт встановленої потужності ТНУ в середньому в 4 - 8 разів більше від вартості 1 кВт встановленої потужності газових котелень. ТНУ розробляються для кожного конкретного об'єкту в залежності від теплових навантажень (потреби в теплі), особливостей об'єкту, що потребує тепло для опалення, особливостей джерела низькопотенційного тепла та вартості енергоносіїв.

Головним критерієм, що характеризує ефективність роботи теплових насосів, є коефіцієнт перетворення теплового насоса КП (COP) – відношення теплопродуктивності теплового насоса до його електричного споживання.

$$\text{СКП (COP)} = Q_{\text{ТН}} / (P_{\text{комп}} + P_{\text{дод}})$$

Коефіцієнт перетворення COP залежить від рівня температури у випарнику і конденсаторі та конструктивних особливостей теплового насоса та коливається для різних систем приблизно у діапазоні від 2,5 до 5. Тобто на 1 кВт витраченої електричної енергії ТН виробляє від 2,5 до 5 кВт теплової енергії. Для більшої наглядності можна сказати, що COP залежить від температури теплоносія в первинному контурі та температури теплоносія, що після ТН поступає в систему опалення.

Ефективність теплонасосної установки в цілому характеризується середнім за певний період коефіцієнтом перетворення. Середній за сезон (рік) коефіцієнт перетворення СКП (SPF) – це відношення загальної кількості теплової енергії, яка поставлена тепловим насосом у розподільчу мережу системи опалення до спожитої за сезон (рік) сумарної електричної енергії

$$\text{СКП} = Q_{\text{опал}}^{\text{рік}} / (P_{\text{комп}}^{\text{рік}} + P_{\text{дод}}^{\text{рік}} + P_{\text{пик}}^{\text{рік}})$$

де, $Q_{\text{опал}}^{\text{рік}}$ – теплова потужність спожита системою опалення за рік, кВт*год;

$P_{\text{комп}}^{\text{рік}}$ – електрична потужність, що споживається компресором теплонасосу за рік, кВт*год;

$P_{\text{дод}}^{\text{рік}}$ – електрична потужність, що споживається додатково (насоси, та ін.) за рік, кВт*год;

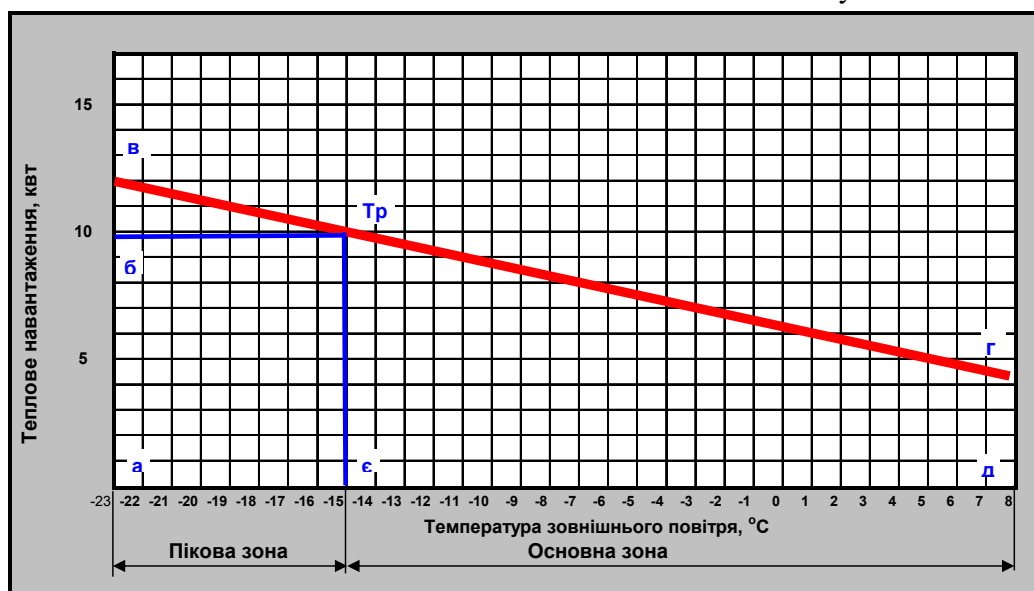
$P_{\text{пик}}^{\text{рік}}$ – електрична потужність, що споживається піковим електропідігрівачем за рік, кВт*год;

Ефективність різних варіантів теплонасосних установок може оцінюватись за порівнянням значень середніх за сезон коефіцієнтів перетворення (СКП).

Теплонасосні установки можуть працювати в таких основних режимах – моновалентний або бівалентний.

Розрахункове теплове навантаження на систему теплопостачання будинку, згідно проведених розрахунків становить 13-14 кВт. Графік розрахункового споживання тепла системою теплопостачання в залежності від температури зовнішнього повітря приведений на рисунку 2

Рисунок 2



Режим експлуатації ТНУ вибирається в залежності від значення температури точки рівноваги (Тр). Низькі температури зовнішнього повітря тримаються відносно недовго. Так наприклад для, тривалість стояння температур зовнішнього повітря нижче (-13) – (-15)°C становить не більше 12-14% від тривалості опалювального періоду. Тому виникає спокуса застосування бівалентного режиму, коли при зниженні температури зовнішнього повітря нижче температури точки рівноваги включаються в роботу пікові підігрівачі. В цьому випадку, враховуючи високу вартість теплових насосів, з метою зниження капітальних витрат приймаються до встановлення теплові насоси, що мають теплову потужність нижче розрахункової.

Тр – точка рівноваги характеризує температуру рівноваги – мінімальну проектну температуру зовнішнього повітря за якої вихідна розрахункова теплова потужність теплового насоса рівна тепловому навантаженню на будівлю.

В **основній зоні**, що відповідає температурному діапазону від температури точки рівноваги до температури зовнішнього повітря $+8^{\circ}\text{C}$ працює винятково тепловий насос.

В **піковій зоні** – працює тепловий насос спільно з піковим нагрівачем або виключно піковий нагрівач.

В залежності від способу експлуатації теплових насосів і пікових нагрівачів можуть бути такі режими експлуатації ТНУ:

Бівалентно-альтернативний режим – це режим, за якого піковий нагрівач розраховується на повне теплове навантаження системи опалення, в періоди коли температура зовнішнього повітря опускається нижче температури точки рівноваги. Цей режим передбачає відключення теплового насоса, а повне теплове навантаження будівлі забезпечує резервне джерело тепла. На графіку роботи теплового насоса відповідає площа: Тр-г-д-є-Тр.

Бівалентно-паралельний режим – це режим за якого піковий підігрівач розраховується на залишкове теплове навантаження системи опалення, яке не може задовольнити тепловий насос при температурі навколишнього середовища нижче температури точки рівноваги. Якщо температура зовнішнього повітря стає нижчою температури точки рівноваги, то вмикається додаткове пікове джерело тепла для догріву теплоносія на виході з теплового насоса. На графіку роботи теплового насоса відповідає площа Тр-г-д-є-а-б-Тр, роботі пікового нагрівача відповідає площа Тр-б-в-Тр.

Моновалентний режим – робочий режим за якого тепловий насос розраховується на покриття всього теплового навантаження системи опалення, як єдине джерело. Для цього режиму точка рівноваги «Тр» співпадає з точкою «в», а роботі теплового насоса відповідає площа а-в-г-д-а.

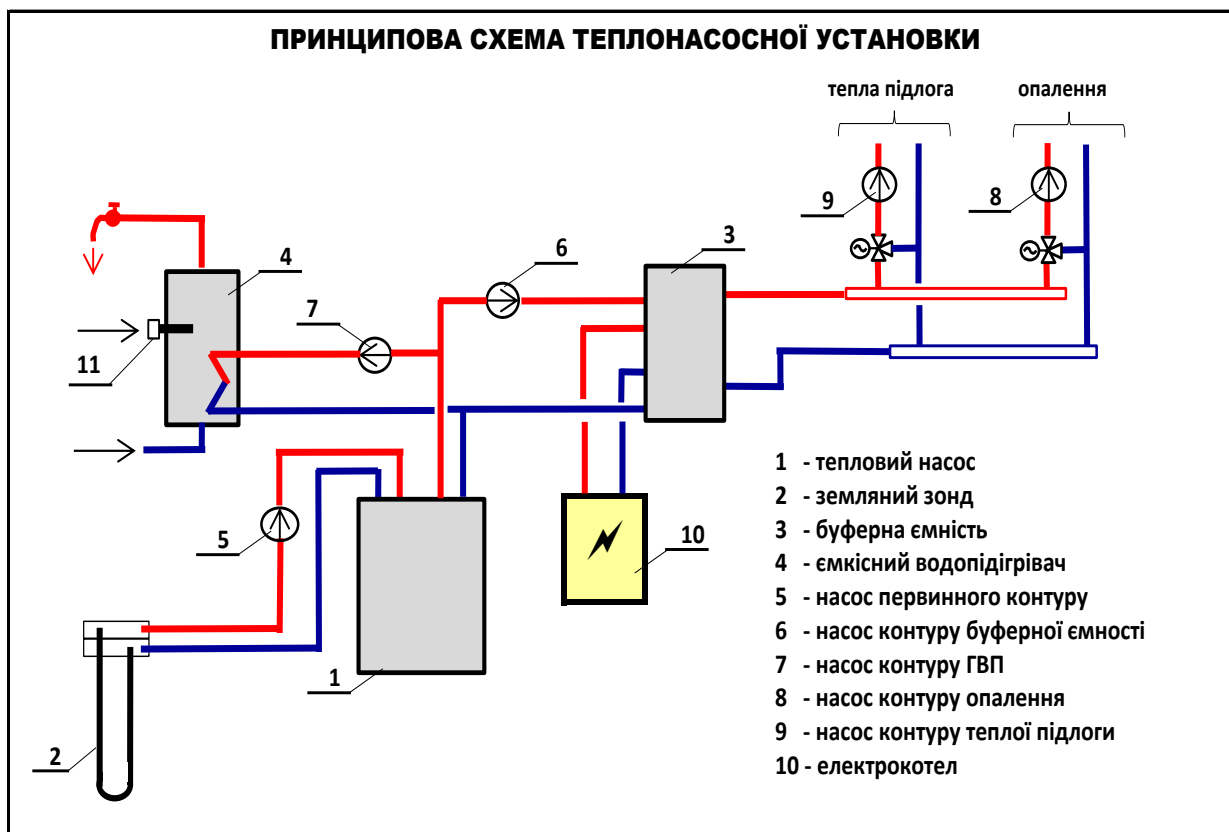
Практика останнього періоду показала, що для теплонасосних установок незначної теплової потужності (10-15 кВт) застосування бівалентних схем експлуатації є технічно та економічно недоцільним.

Система теплових насосів повинна бути спроектована так, щоб коефіцієнт сезонного перетворення (СКП) досягав свого найбільшого значення. ДСТУ Б В.2.5-44:2010, враховуючи європейський досвід, рекомендує мінімальні значення СКП при яких буде забезпечуватись економічна доцільність інвестицій в теплові насоси. Згідно додатку С до Д ДСТУ Б В.2.5-44:2010 мінімальне значення середнього за сезон коефіцієнту перетворення теплових насосів, що працюють для потреб опалення і гарячого водопостачання мають становити:

Джерело теплової енергії / Відведення теплової енергії	Мінімальні значення СКП
повітря / вода	2,7
земля / вода	3,5
вода / вода	3,8

Розрахункові значення СКП мають бути на 7–10% більшими за приведені вище мінімальні значення.

Враховуючи технічне завдання, погоджене із замовником та рекомендації компанії виробника до розгляду пропонується принципові схема теплонасосної установки, що приведена на рисунку 3.



Всі розрахунки теплонасосної установки виконані на прикладі впровадження теплового насосу німецької компанії Viessmann. Теплові насоси компанії Viessmann – це далеко не єдиний варіант, який може бути рекомендований до встановлення. Але значною перевагою Viessmann є наявність найбільш повного комплексу якісної та доступної технічної документації на теплові насоси та рекомендацій по їх проектуванню, що дуже важливо при впровадженні складної техніки. Це дуже важлива відмінна риса компанії. Щодо високих технічних можливостей теплових насосів Viessmann та їх якості компанія не потребує реклами.

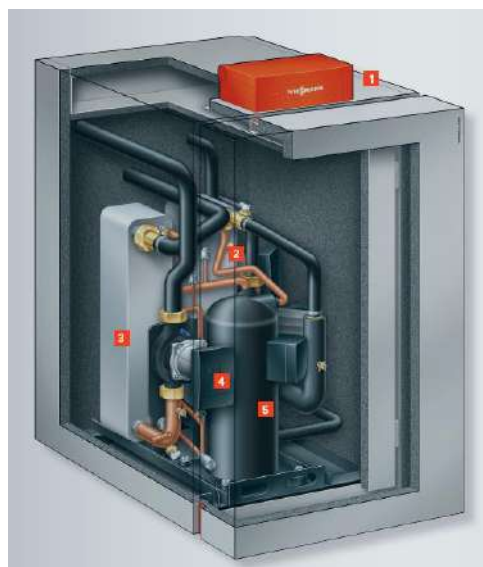


Тепловий насос.

Згідно прийнятої моновалентної схеми теплонасосонаї установки пропонується **тепловий насос Vitocal 300-G 301.B13**.

Основні технічні характеристики теплового насосу приведені на рисунку 4

Рисунок 4



Vitocal 300-G

- 1 Регулятор Vitotronic 200
- 2 Теплообмінник (конденсатор)
- 3 Теплообмінник (випаровувач)
- 4 Циркуляційний насос первинного контуру
- 5 Спіральний компресор Compliant Scroll

Vitocal 300-G	Тип	BW 301.B13
Однокомпресорний тепловий насос «ґрунт-вода»		
Дані про потужність (згідно EN 14511, B0/W35 °C, перепад 5 K)		
Номінальна теплова потужність	кВт	12,99
Холодильна потужність	кВт	10,57
Електрична потужність	кВт	2,60
Коефіцієнт ефективності ϵ (COP)		5,00
Максимальна температура подачі	°C	65
Габарити (довжина x ширина x висота)	мм	
Вага тип BW/ тип BWC	кг	135/145
Клас енергоефективності**		A**

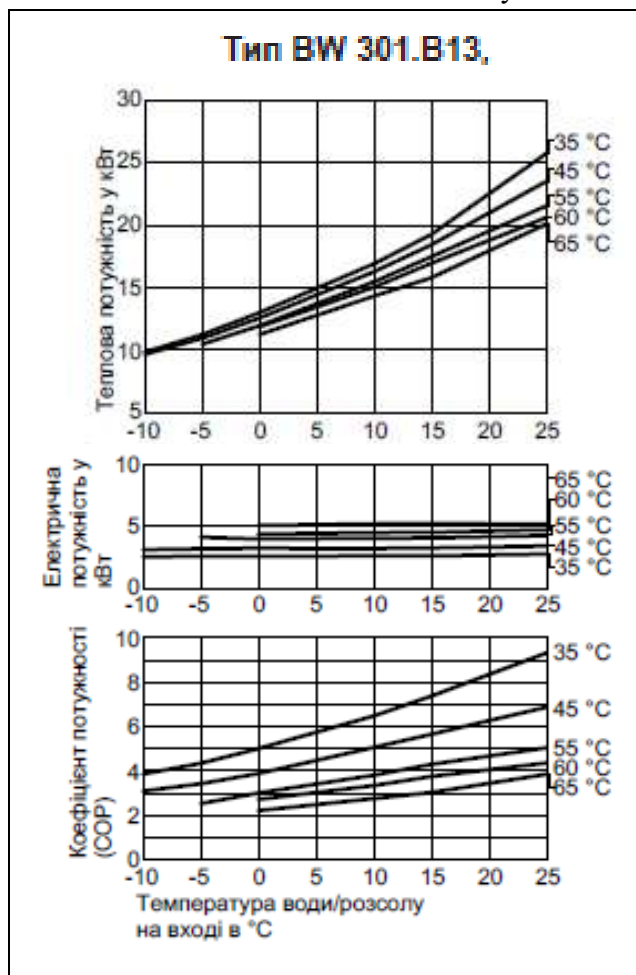
Vitocal 300-G	Тип	BW 301.B13
Однокомпресорний тепловий насос «ґрунт-вода»*		
Дані про потужність (згідно EN 14511, W10/W35 °C, перепад 5 K)		
Номінальна теплова потужність	кВт	16,89
Холодильна потужність	кВт	14,46
Електрична потужність	кВт	2,61
Коефіцієнт ефективності ϵ (COP)		6,46
Максимальна температура подачі	°C	65
Габарити (довжина x ширина x висота)	мм	
Вага тип BW/ тип BWC	кг	135/145
Клас енергоефективності**		A

Рисунок 5

Тепловий насос працює за досить складним алгоритмом. Теплова потужність та ефективність теплового насосу залежить від багатьох факторів, основними з яких є температура конденсатора та температура випарника.

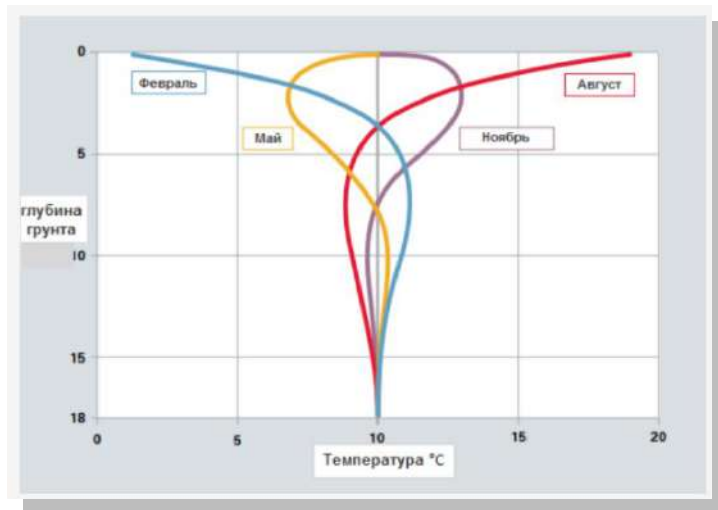
Іншими словами ефективність залежить від температури середовища, від якого відбирається низькопотенційне тепло, та від температури теплоносія на виході із конденсатора теплового насосу. Чим вища температура джерела тепла та нижча температура теплоносія, тим вищий коефіцієнт перетворення теплового насосу – COP. Значною мірою COP залежить від технічних характеристик теплового насосу. Тому кожен тепловий насос має свої індивідуальні характеристики щодо ефективності його роботи. Але не кожен виробник надає ці характеристики споживачеві, бо наявність цих характеристик перешкоджає недоброякісній рекламі.

Viessmann є виключенням та надає таку інформацію. На рисунку 5 приведені графіки, що характеризують важливі параметри роботи теплового насосу.



Теплообмінник для відбору низькопотенційного тепла.

Джерелом низькопотенційного тепла має використовуватись ґрунт, як найбільш універсальне джерело тепла. Ґрунт на глибині біля 5-7 метрів має практично постійну температуру 8-12 °С. Необхідна енергія збирається ґрунтовим теплообмінником. Таким теплообмінником може бути вертикальний теплообмінник – система труб, що опущені у глибокі свердловини. Кожний метр довжини вертикального теплообмінника (свердловини) дає 20-100 Вт теплової енергії в залежності від складу та вологості ґрунта.



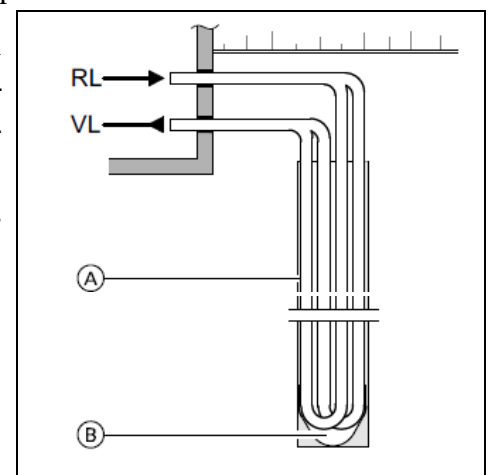
Вид породы	Теплосъем, Вт/м
Сухие осадочные породы	20
Сухой песок, гравий	25
Влажный песок	35-40
Каменистая почва, насыщенная водой, влажная глина	40-50
Известняк	50-60
Гранит	60-80
Грунтовые воды	80-100

Ґрунтовий контур теплового насосу може працювати в зоні від'ємних температур, тому для первинного ґрунтового контуру має використовуватись антифриз.

Для невеликих земельних ділянок використовуються земляні зонди з U-подібними трубними теплообмінниками. Застосовуються також подвійні U-подібні петлі полімерного трубопровода в одній свердловині.

Простір між трубами і ґрунтом заповнюється матеріалами з високою теплопровідністю (бетоніт).

- RL Обратная магистраль первичного контура
- VL Подающая магистраль первичного контура
- А Бетонито-цементная суспензия
- В Защитный колпачок



Застосування подвійних петель ґрунтового теплообмінника надає додаткові гарантії, але не є обов'язковим. Частіше застосовуються одинарні петлі.

Відстань між свердловинами має бути не менше 5 метрів – при свердловинах глибиною до 50 м та 6 метрів – при свердловинах глибиною до 100 м.

При розрахунках ґрунтових зондів на практиці приймається питомий відбір тепла **40-50 Вт/м.**

Для теплонасосної установки тепловою потужністю 13 кВт необхідно мати загальну довжину ґрунтового зонда: $\sum l = 13000 / (40-50) = 325 - 260$ метрів.

При глибині свердловин 50 метрів кількість свердловин: $260 / 50 = 5,2$ свердловини

При глибині свердловин 30 метрів кількість свердловин: $260 / 30 = 8,7$ свердловини

Для ґрунтового зонда з одинарними петлями використовуються поліетиленові труби 40x3,7

Для подвійних петель ґрунтового зонда – 32х2,9

Приймемо до застосування свердловини глибиною 30 метрів, загальною кількістю 9 шт з використанням ґрунтових зондів з одинарними петлями із поліетиленових труб PE 100 SDR 17 (до 8 атм) зовнішнім діаметром 40 мм

Довжина труби в ґрунтових зондах теплонасосної установки за варіантом одинарної U-подібної трубної петлі у свердловині: $\sum l = 30 \cdot 9 \cdot 2 = 540 \text{ метрів}$

Об'єм теплоносія первинного контуру теплонасосної установки за варіантом одинарної петлі:

$$\sum V = 1,1 \cdot 540 \cdot 0,901 = 535 \text{ літрів}$$

де, 0,901 – ємність одного метра труби, л

1,1 – коефіцієнт запасу, що враховує підключення

Приклад розрахунку основних матеріалів для облаштування геотермальних зондів із поліетиленових труб зовнішнім діаметром 40 мм (9 свердловин глибиною 30 метрів). Розрахунковий тиск труби 8–10 атм.

Комплектуючі	Ціна за одиницю, євро	Потреба	Ціна, всього, євро
Труба поліетиленова діаметром 40 мм, PE-100 SDR-17 внутрішнім тиском до 10 атм, товщина стінки 2,4 мм	0,7 € за метр	2х30х9=540 метрів	0,7х540 = 378
Наконечник зонда діаметром 40 мм, внутрішнім тиском до 10 атм	10 €	9 шт	90
Муфта терморезисторна діаметром 40 х 40 мм	1,5 €	18 шт	27
ВСЬОГО			495

Розширювальний бак первинного контуру.

Об'єм розширювального баку первинного контуру визначається за формулою:

$$V_{\text{розш}} = [(V_z + V_v) / (P_b - P_{st})] \cdot (P_b - 1) = [(3,3 + 3) / (2,7 - 1)] \cdot (2,7 - 1) = 19 \text{ літрів}$$

де, V_z – збільшення об'єму при нагріванні

V_v – запобіжний резерв (3 літри)

P_b – допустимий кінцевий тиск

P_{st} – надлишковий тиск азоту на вході

Буферна ємність.

Буферна ємність призначена для вирішення таких питань:

- забезпечення постійної циркуляції теплоносія через тепловий насос;
- продовження функціонування системи тепlopостачання при припиненні електропостачання;
- забезпечення рівномірної подачі теплової енергії у відповідності до потреб.

Виходячи з потреб оптимізації часу роботи теплового насосу буферна ємність розраховується за формулою:

$$V_{\text{б.с.}} = 13 - (20-25) = 260 - 325 \text{ л}$$

де, 13 – теплова потужність теплового насосу, кВт

20-25 – питома ємність буфера на 1 кВт теплової потужності теплового насосу, л

Виходячи з потреб перекриття перерв в електропостачанні, що особливо важливо для систем опалення, що мають нагрівальні прилади без достатньої буферної маси, об'єм буферної ємності розраховується за формулою:

$$V_{б.е.} = 13 - (60-80) = 780 - 1040 \text{ л}$$

де, 13 – теплова потужність теплового насосу, кВт

60-80 – питома ємність буфера на 1 кВт теплової потужності теплового насосу, л

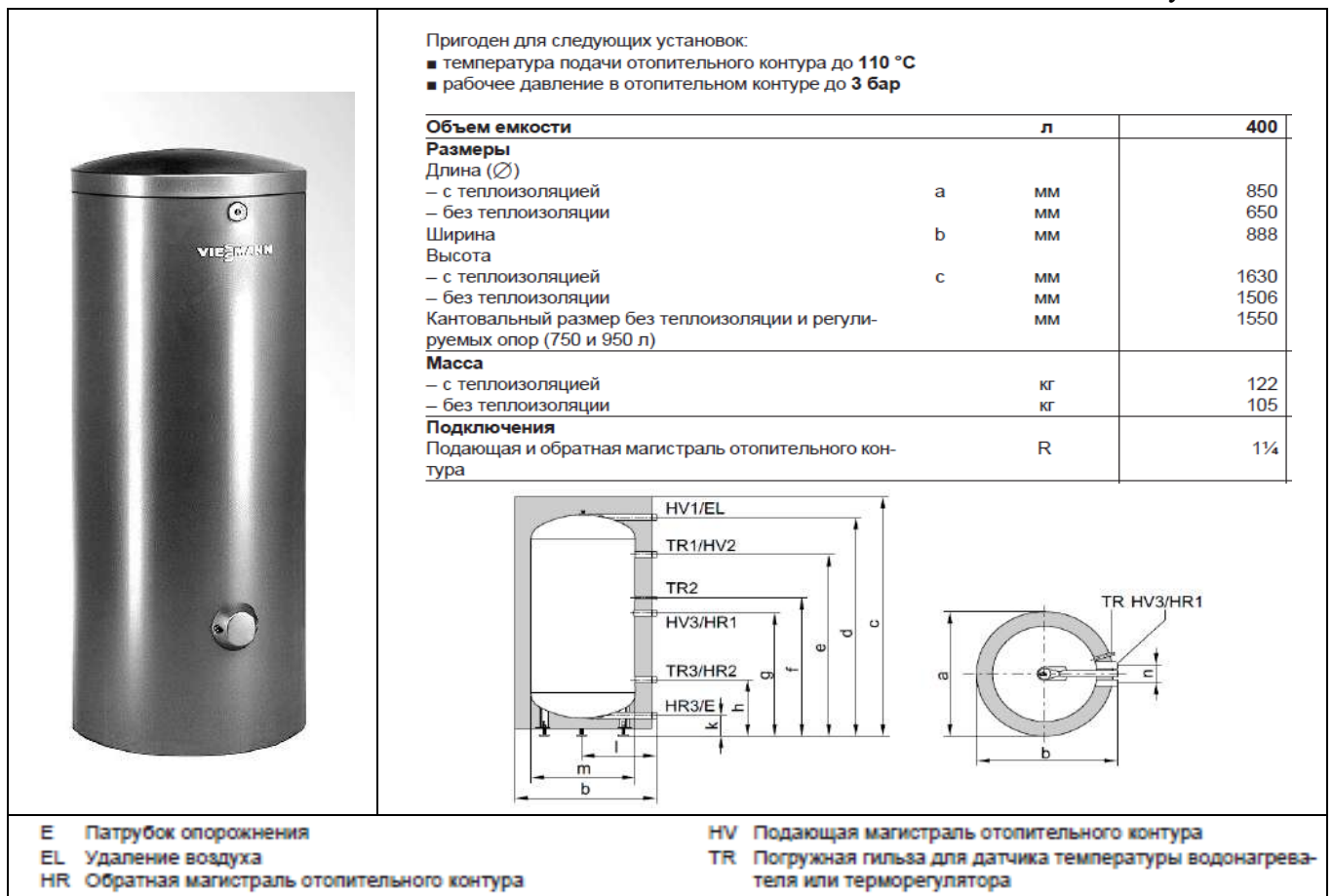
Визначений об'єм буферної ємності є максимальний.

Виходячи з рекомендацій компанії Viessmann допустимо прийняти буферну ємність на 400 літрів.

До встановлення пропонується буферна ємність: **Vitocell 100-E SVPA 400 л**

Технічні характеристики буферної ємності приведені на рисунку 6

Рисунок 6



Приготування гарячої води.

Крім функції опалення теплонасосна установка має забезпечувати приготування гарячої води. Необхідна максимальна температура гарячої води, в разі якщо вона не буде досягнена основним нагрівачем теплового насосу, може бути забезпечена додатковим електричним нагрівачем (поз. 11 принципової схеми). Електронагрівач (електронагрівальна вставка) включається в роботу лише в тому випадку, коли тепловий насос не забезпечить необхідного нагрівання гарячої води. Електронагрівальна вставка виключається після досягнення заданого значення температури гарячої води. Для встановлення доцільно прийняти вставку потужністю 2–6 кВт.

В якості основного нагрівача гарячої води для потреб житлового будинку доцільно використовувати ємнісний водопідігрівач **Vitocell 100V тип CVW 390 л**.

Основні технічні характеристики ємнісного водопідігрівача приведені на рисунках 7 та 8.

Рисунок 7

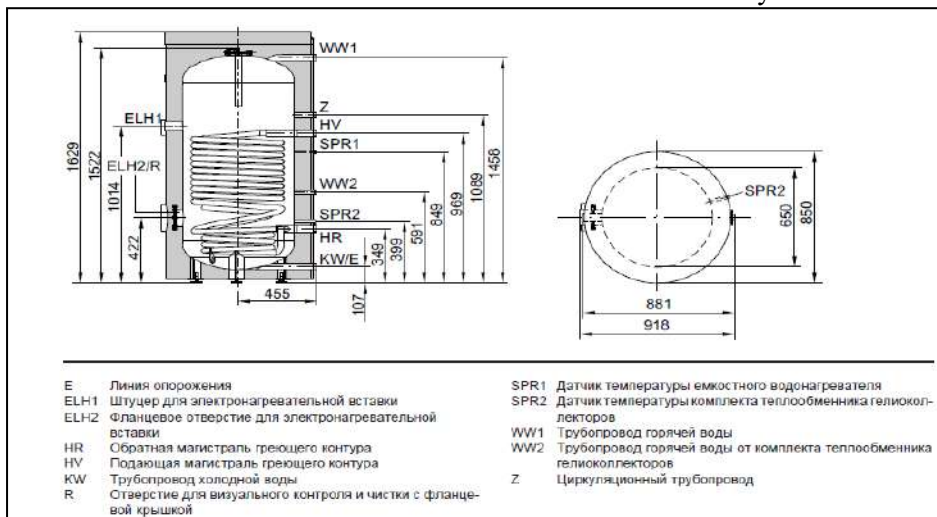
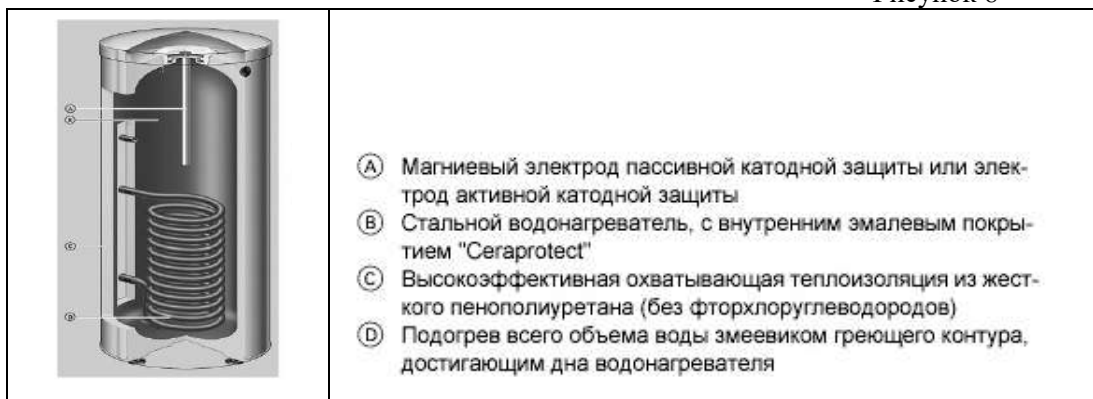


Рисунок 8



Насос первинного контуру теплонасосної установки.

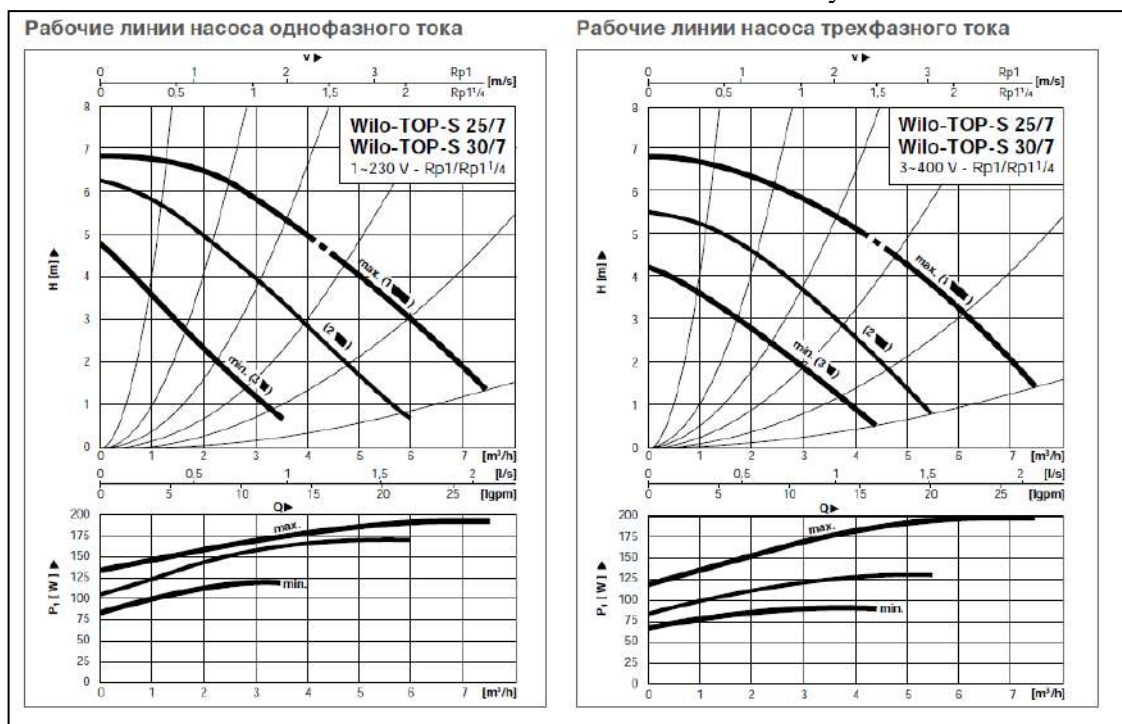
Температура подачі первинного (розсільного) контуру орієнтовно становить $+3^{\circ}\text{C}$. Перепад температур первинного контуру становить 5 град.

Витрати розсолу $G = (13 \cdot 860) / 5 = 2236 \text{ кг} \cdot \text{год}$ ($2,24 \text{ м}^3/\text{год}$).

Прийемо насос первинного **WILO TOP S 30/7**

Характеристики теплового насоса приведены на рисунку 9.

Рисунок 9



Насос контуру буферної ємності.

Параметри теплоносія на виході із конденсатора теплового насосу 60/45 °С.

Витрати розсолу $G = (13 \cdot 860) / (60 - 45) = 745 \text{ кг} \cdot \text{год}$ ($0,75 \text{ м}^3/\text{год}$).

Прийmemo насос контуру буферної ємності: **WILO TOP S 30/7**

Насос контуру гарячого водопостачання.

Параметри теплоносія на виході із конденсатора теплового насосу 60/45 °С.

У складі теплонасосної установки передбачається встановити ємкісний водонагрівач із збільшеним змієвиком, що має забезпечити роботу ГВП в режимі пріоритету. Тому доцільно прийняти до встановлення такий же насос: **WILO TOP S 30/7**

Насоси контурів опалення та теплої підлоги.

Враховуючи, що насос **TOP S 30/7** є фактично мінімальним із цієї серії насосів, для контурів опалення та теплої підлоги доцільно застосувати такий же насос, враховуючи що цей насос має три швидкості обертання (див. характеристики).

Застосування всіх однотипних насосів дає можливість спростити експлуатацію та заощадити на забезпеченні резерву.

Контролер автоматичного регулювання.



До складу поставки обладнання теплового насосу входить контролер **Vitotronic 200 тип WO1B**.

Контролер має такі основні функції:

- регулювання температури буферної ємності;
- регулювання температури теплоносія споживачів тепла – системи опалення, системи теплої підлоги;
- регулювання температури ГВП із забезпеченням пріоритету та короткочасного нагріву до більш високих значень температури;
- вбудована система діагностики;
- захист насосів від заклинювання;
- контроль захисту від заморожування;
- електронний обмежувач максимальної та мінімальної температури;
- інші додаткові функції.

Електричний котел.

Для підвищення надійності системи тепlopостачання будинку пропонується встановити резервне джерело теплової енергії – електричний котел.



Пропонується прийняти до встановлення недорогий вітчизняний електричний котел електричний **DNIPRO Mini** тепловою потужністю 15 кВт (ціна котла 5800 грн).

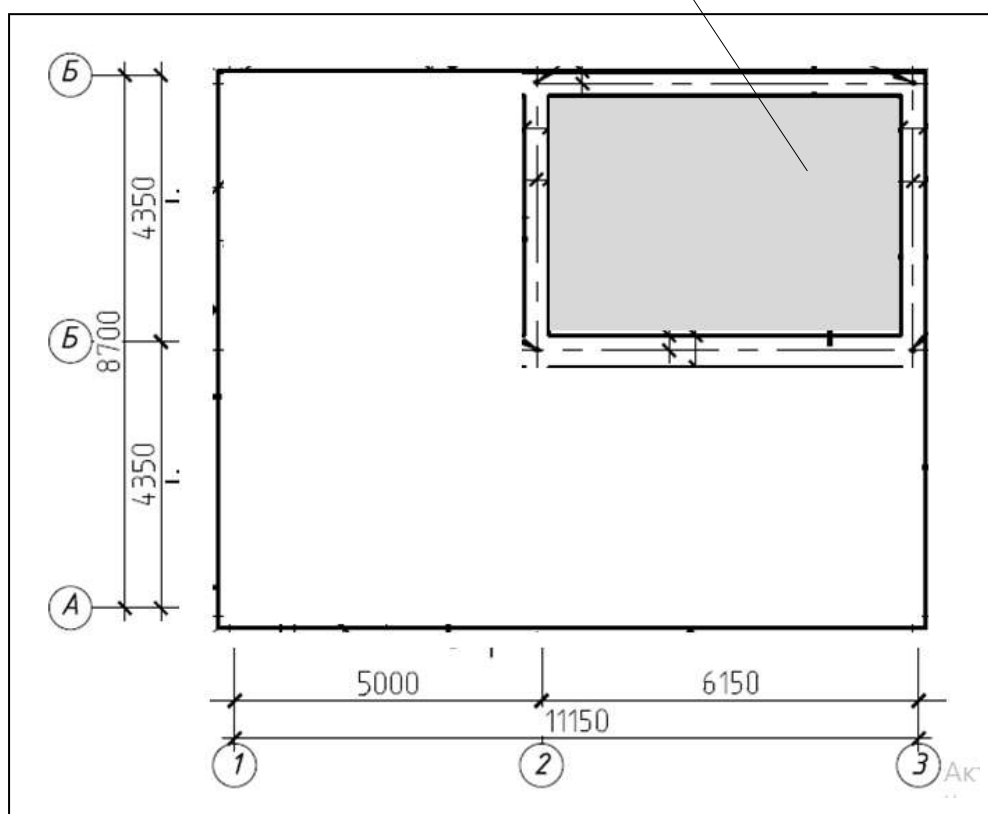
Котел навісний, настінного встановлення.

Котел має вбудований циркуляційний насос.

Котел має технологічні захисти та регулювання температури теплоносія (по термостату)

Все обладнання теплонасосної установки має бути встановлене у підвальному приміщенні будинку.

Місце розміщення теплонасосної установки



Розрахунок вартості теплонасосної установки (без врахування вартості влаштування первинного контуру – земляних зондів) приведений у таблиці 1.

Розрахунок вартості теплонасосної установки.					Таблиця 1	
1 Євро = 33 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість (з ПДВ)		
				Євро		грн
				один.	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.					16877	556943
1	Обладнання теплонасосної установки в комплекті:	компл	1	11476	11476	378695
	- тепловий насос Vitocal 300-G 301.B13					
	- буферна ємність Vitocell 100-E SVPA 400 л					
	- ємкісний водопідігрівач Vitocell 100-V CVW 390 л.					
	- контролер Vitotronic 200 W01C					
	- накладний датчик NTC					
	- занурювальний датчик температури					
	- комунікаційна система Vitocm 100 LAN					
2	Електронагрівальна вставка ГВП (2-6 кВт)	шт	1	546	546	18018
3	Електрокотел DNIPRO Mini з насосом 15 кВт 380В	шт	1	170	170	5610
4	Насос WILO TOP-S 30/7	шт	6	340	2040	67320
5	Клапани регулюючі 3-ходові dy 25	шт	2	300	599	19771
6	Комплект розширювальних баків	компл	1	185	185	6105
7	Манометри, термометри	компл	1	100	100	3300
8	Електротехнічні матеріали	компл	1	150	150	4950
9	Арматура трубопровідна запірна	компл	1	511	511	16875
10	Трубопроводи та фітинги	компл	1	650	650	21450
11	Теплова ізоляція (синтетичний каучук)	компл	1	200	200	6600
12	Допоміжні та невраховані матеріали	компл	1	250	250	8250
2. Проектні роботи.					0	0
3. Монтажні роботи та пусконаладжувальні роботи					3375	111389
Всього за розділами 1-3:					20252	668332

Оцінка вартості влаштування первинного контуру (земляних зондів) приведений у таблиці 2.

Розрахунок вартості первинного контуру теплонасосної установки Таблиця 2						
1 Євро = 33 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість (з ПДВ)		
				Євро		грн
				одиниці	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.					1615,00	53295,00
1	Комплект матеріалів для влаштування ґрунтових зондів у 9-ти свердловинах глибиною 30 метрів	компл	1	495,00	495,00	16335,00
2	Комплект матеріалів для влаштування з'єднувальних трубопроводів та розподільчого колодязя	компл	1	600,00	600,00	19800,00
3	Теплоносій первинного контуру	л	600	0,70	420,00	13860,00
4	Невраховані та допоміжні матеріали	компл	1	100,00	100,00	3300,00
2. Монтажні роботи (буріння свердловин, монтаж зондів та розподільчих трубопроводів)		компл	1		3350,00	110550,00
1	Буріння свердловин				1800	
2	Монтаж ґрунтових зондів				900	
3	Монтаж розподільчик трубопроводів та колекторів				650	
Всього за розділами 1-2:						163845,00

3.2. Система опалення будинку.

Система опалення будинку має здійснюватись з використанням «теплої підлоги» та шляхом встановлення конвективних опалювальних приладів. Однією з переваг обігріву підлогою є рівномірний прогрів приміщень, що створює додаткові умови для комфорту.

Частина теплових втрат будинку буде компенсуватись «теплою підлогою», інша частина теплових втрат компенсуватиметься конвективними традиційними опалювальними приладами. Для обігріву підлоги застосовуються технології, що вже стали традиційними. Згідно ДБН В.2.67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» для забезпечення гігієнічних умов комфорту у приміщеннях необхідно обмежити температуру підлоги згідно вимог таблиці Д.6 та С.1 згаданого ДБН.

Д.9 Температуру поверхні підлоги слід приймати згідно з таблицею Д.6 (ДСТУ Б EN ISO 7730).

Таблиця Д.6 – Температура поверхні підлоги

Умови мікроклімату	Температура поверхні підлоги, °C
Підвищені оптимальні	19 – 29
Оптимальні умови	19 – 29
Допустимі	17 – 31

РОЗРАХУНКОВА TEMПЕРАТУРА НАГРІВАЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ З УБУДОВАНИМИ НАГРІВАЛЬНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

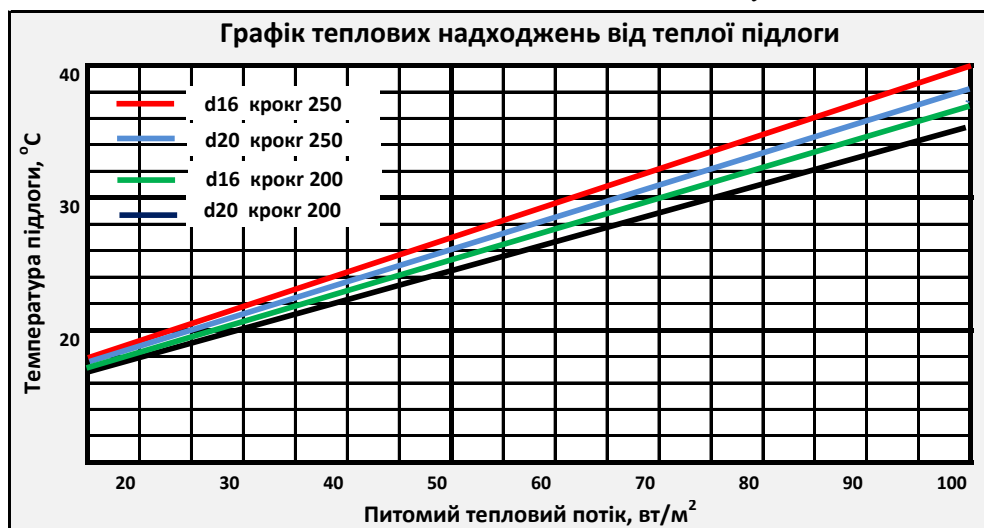
Таблиця С.1

Нагрівальна поверхня	Максимальна розрахункова температура нагрівальної поверхні ¹⁾
Підлога (сухий або нормальний вологісний режим) ²⁾	29 °C у приміщеннях з постійним перебуванням людей; 31 °C у приміщеннях з тимчасовим перебуванням людей; 35 °C у крайовій зоні (зоні найбільшого охолодження), визначеній за відстанню С та Е згідно з талицею Д.7; 27 °C при дерев'яному покритті; 26 °C при підвищеній температурі повітря впродовж більшої частини опалювального періоду (пекарня тощо); 26,5 °C (середньодобова температура) для акумуляційного опалення 25 °C у приміщеннях дитячих навчально-виховних закладів

Виходячи із сказаного вище температури підлоги у житлових приміщеннях для забезпечення комфортних санітарно-гігієнічних умов має бути на рівні 26-27°C.

На рисунку 10 приведений графік залежності теплових надходжень від «теплої підлоги» в залежності від температури підлоги, діаметру та кроку гріючих труб підлоги.

Рисунок 10



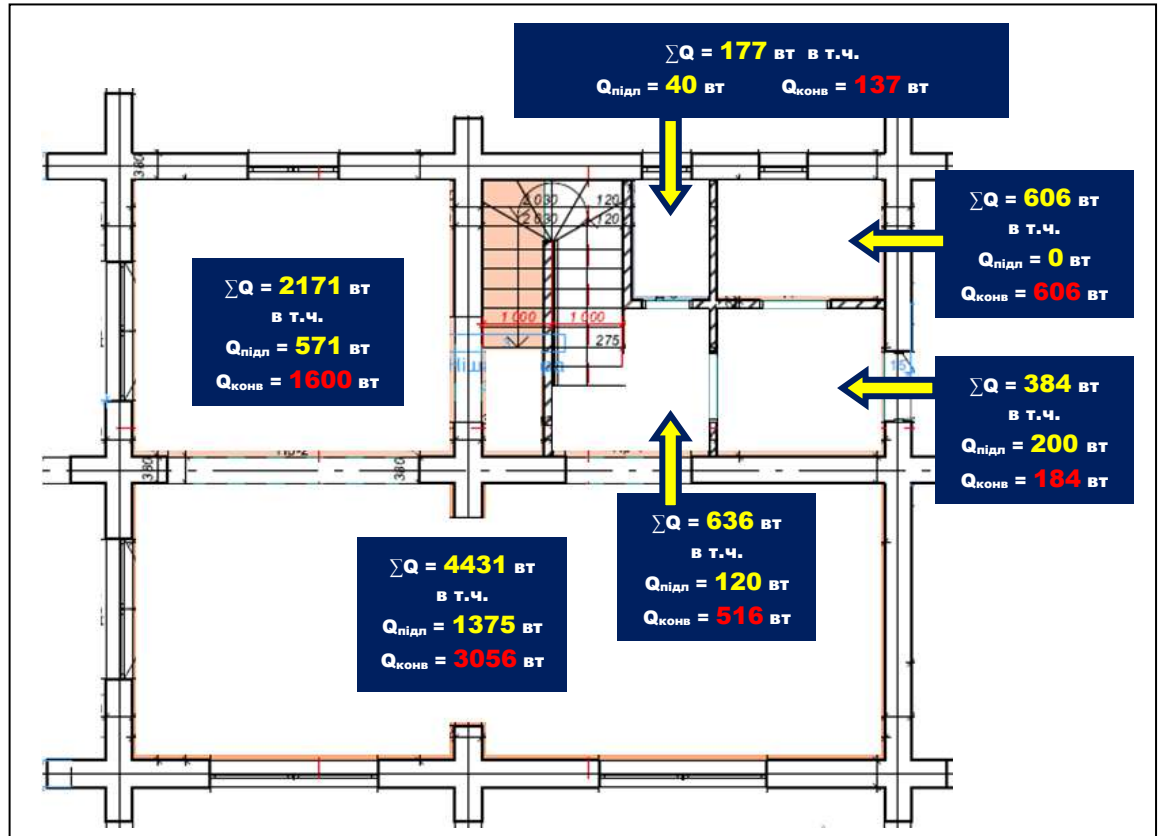
Цей графік розроблений для керамічної підлоги. В разі застосування підлоги із дерев'яних дошок або пробкового покриття теплові надходження від теплої підлоги будуть меншими на 30-40%.

Для «теплої підлоги» будуть застосовані труби діаметром 16 мм з кроком укладки 200 мм. Для подальших розрахунків приймемо, що питомі теплові надходження від теплої підлоги становлять 40 Вт/м^2 .

На рисунках 11 та 12 приведені плани поверхів із вказанням загальних теплових навантажень на опалення та розподіл теплових навантажень між «теплою підлогою» та конвективними нагрівальними приладами.

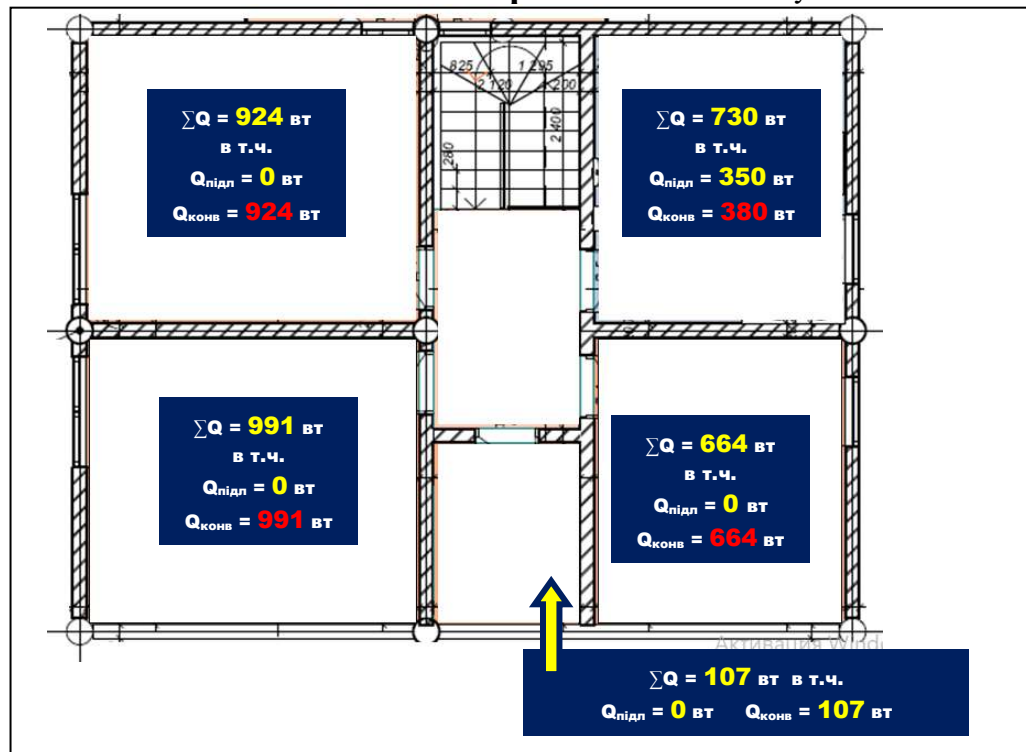
1 поверх

Рисунок 11



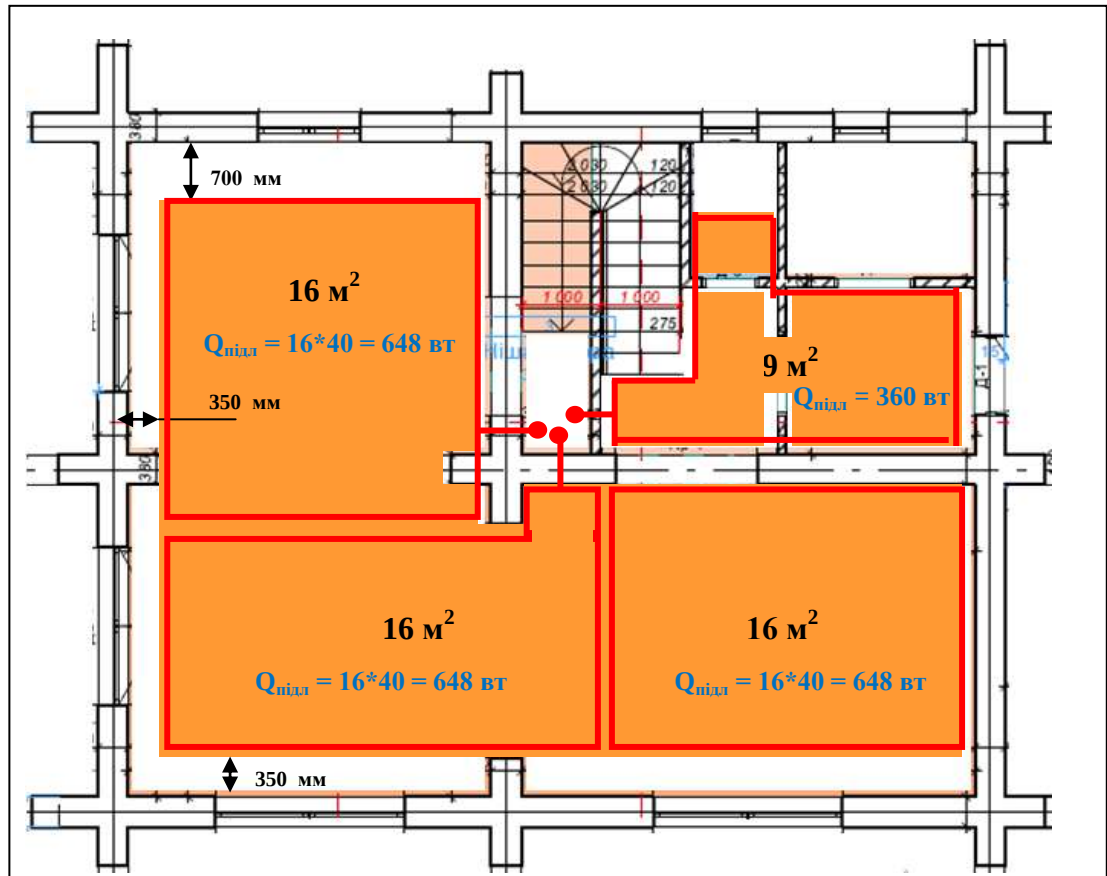
2 поверх

Рисунок 12



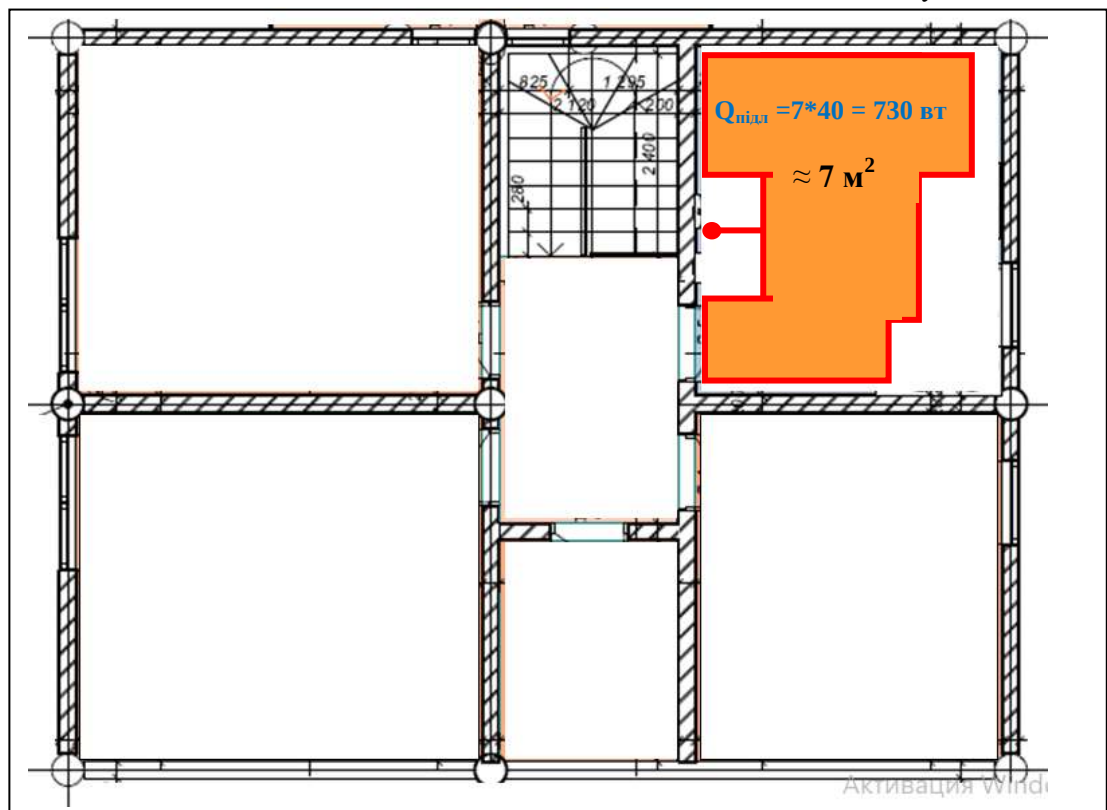
1 поверх

Рисунок 13



2 поверх

Рисунок 14



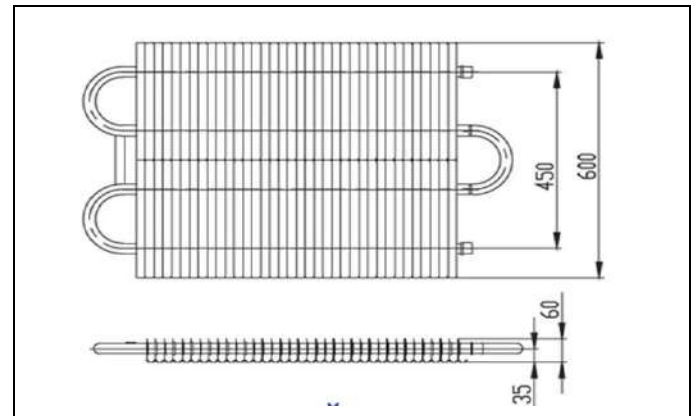
перекритті. Кріплення пластикових труб та екранних поверхонь у дерев'яних конструкціях є доволі складним процесом.



Крім того пластикові труби легко можуть бути пошкодженими при проведенні будівельних робіт.



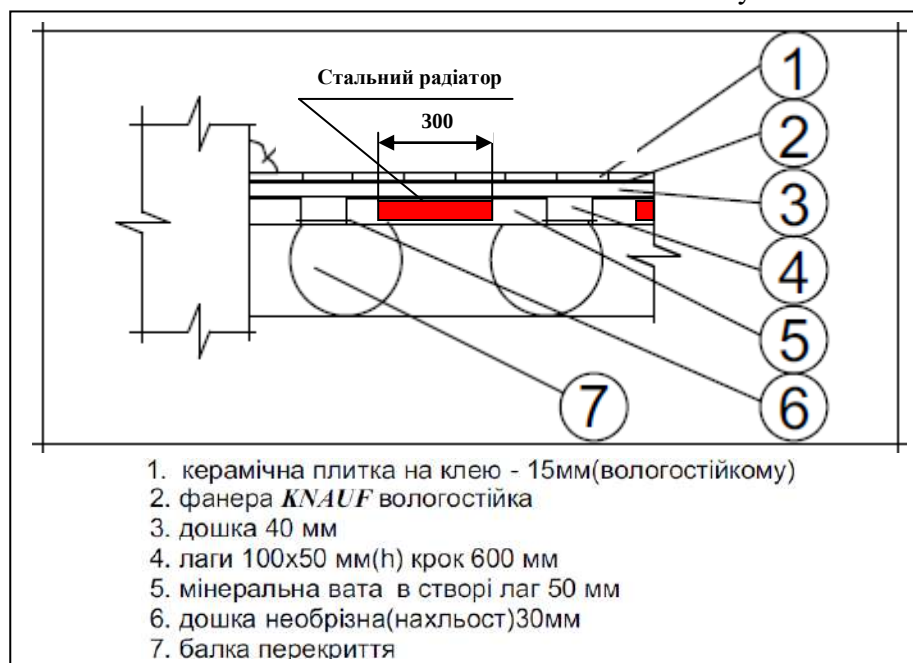
Для влаштування теплої підлоги у ванній кімнаті пропонується використати сталеві радіатори РОСС С20. Перевагою такого варіанту є жорстка конструкція, проста у виготовленні.



Сталеві одинарні радіатори вкладаються у конструкцію переkritтя та з'єднуються по теплоносію послідовно. Загальна площа теплої підлоги ванної кімнати 7 кв. метрів. Площа підлоги, що покривається радіаторами становитиме близько 3-4 кв. метрів.

Схема розміщення сталевих радіаторів, що мають виконувати функцію теплої підлоги приведена на рисунку 15.

Рисунок 15



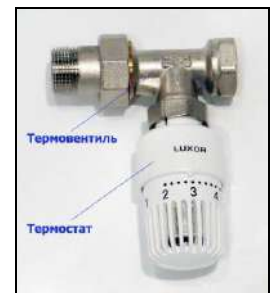
Для облаштування системи опалення з нагрівальними приладами, що встановлюються безпосередньо у приміщеннях пропонується використання **біметалевих радіаторів Italclima**.



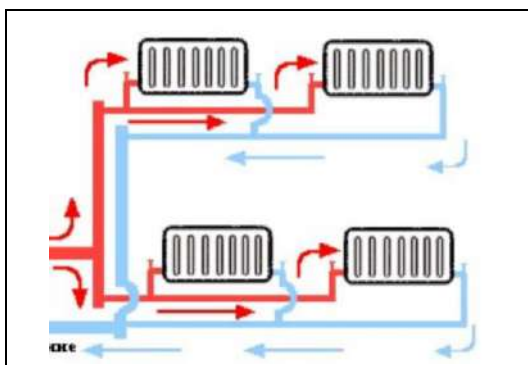
Особливістю будинку є наявність вікон значної площі, що встановлюються безпосередньо від підлоги. Тому встановлення традиційних нагрівальних приладів утруднене. Пропонуються до встановлення **внутрішньопідлогові конвектори POLVAX**



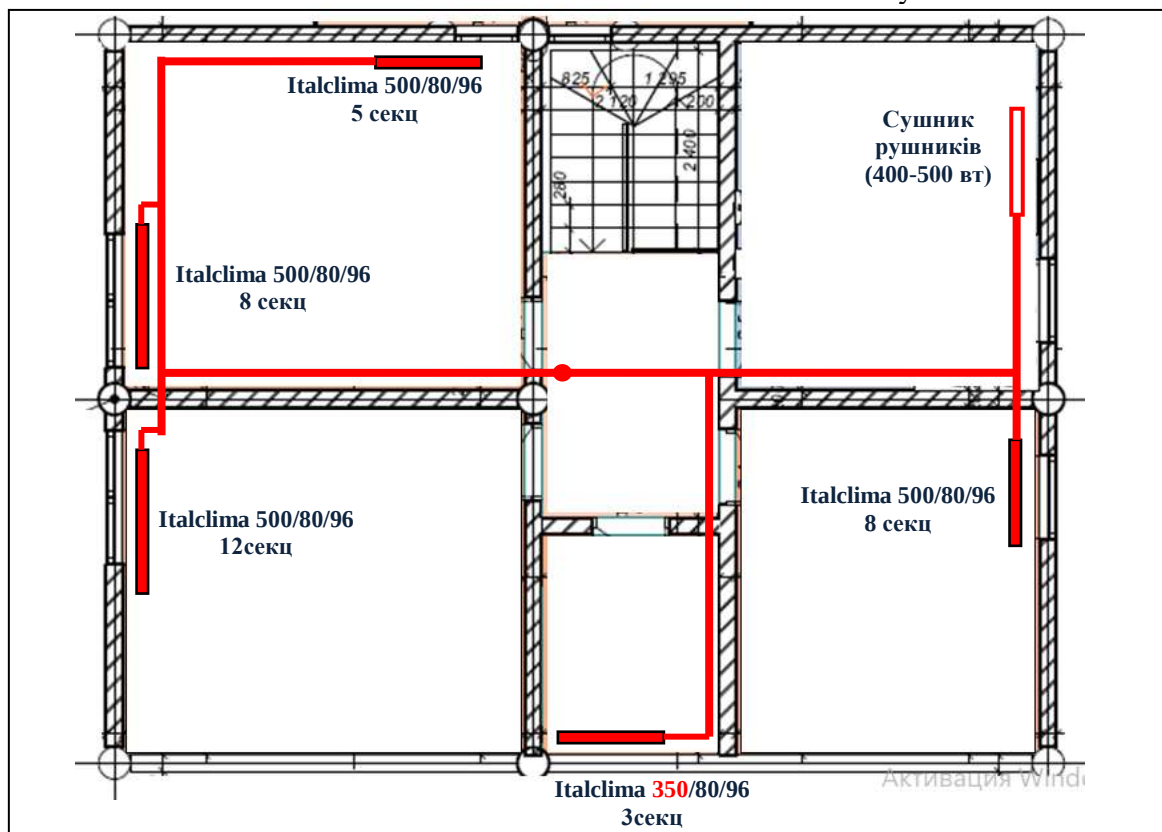
На всіх конвективних приладах опалення передбачається встановлення термовентилів для автоматичного підтримання заданої температури у приміщеннях. Для внутрішньопідлогових конвекторів має застосовуватись виносний термодатчик.



На рисунках 16 та 17 приведені плани поверхів із нанесенням схеми системи опалення будинку із застосуванням конвективних нагрівальних приладів



Для системи опалення застосовується двотрубна горизонтальна система опалення з окремими магістральними трубопроводами для кожного поверху. Магістральні трубопроводи системи опалення прокладаються к конструкції підлоги 1-го та 2-го поверхів



Розрахунок вартості системи опалення будинку приведений у таблиці 3

Розрахунок вартості систем опалення будинку.

Таблиця 3

1 Євро = **33** грн

№ п/п	Найменування обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість		
				Євро		грн
				ціна	сума	
	1. Матеріали системи опалення (конвективні прилади)					
1	Радіатор біметалічний секційний Italclima 500/80/96	секц	60	5,98	358,80	11840
2	Радіатор біметалічний секційний Italclima 350/80/80	секц	3	6,8	20,40	673
3	Внутрішньопідлоговий конвектор KE 230x2750x120	шт	4	337	1348,0	44484
4	Решіка декоративна підлоговий конвектор	шт	4	60	240,00	7920
5	Вентиль 1/2" термостатичний з термoeлементом	шт	11	15,00	165,00	5445
6	Кран відсічний кутовий 1/2"	шт	11	4,20	46,20	1525
7	Кран відсічний прямий 3/4"	шт	4	7,20	28,80	950
8	Сушник для рушників	шт	1	85,00	85,00	2805
9	Кран кульовий "американка" 1"	шт	4	7,00	28,00	924
10	Кран кульовий "американка" 1/2"	шт	4	5,00	20,00	660
11	Кронштейн радіаторний	шт	30	0,50	15,00	495
12	Труба арм. алюм. фольгою FIRAT 32	м	24	4,01	96,24	3176
13	Труба арм. алюм. фольгою FIRAT 25	м	52	2,24	116,48	3844
14	Труба арм. алюм. фольгою FIRAT 20	м	140	1,64	229,60	7577
15	Муфта з РЗ 25x3/4"	шт	8	1,90	15,20	502
16	Муфта з РВ 25x3/4"	шт	2	1,90	3,80	125
17	Муфта з РЗ 20x1/2"	шт	22	1,18	25,96	857
18	Муфта з РВ 20x1/2"	шт	2	1,00	2,00	66
19	Трійник 25	шт	8	0,27	2,16	71
20	Трійник 25x20x25	шт	16	0,31	4,96	164
21	Редуктор 25x20	шт	10	0,11	1,10	36
22	Муфта 32	шт	6	0,12	0,72	24
23	Муфта 25	шт	12	0,10	1,20	40
24	Муфта 20	шт	20	0,09	1,80	59
25	Коліно 90 32	шт	10	0,36	3,60	119
26	Коліно 45 32	шт	5	0,42	2,10	69
27	Коліно 90 25	шт	20	0,20	4,00	132
28	Коліно 45 25	шт	15	0,21	3,15	104
29	Коліно 90 20	шт	100	0,13	13,00	429
30	Коліно 45 20	шт	30	0,17	5,10	168
31	Ізоляція 35x6	м	24	0,35	8,40	277
32	Ізоляція 28x6	м	52	0,30	15,60	515
33	Ізоляція 22x6	м	140	0,20	28,00	924
34	Дюбеля, шурупи, лріплення, паста, пакля	к-кт	1	35,00	35,00	1155
Всього за розділом 1:					2974	98154
	2. Матеріали системи опалення підлогою (без гріючої плити)					
1	Труба металопластик FIRAT 16	м	300	0,92	276,00	9108,0
2	Полістирол фольгований 30 мм	м2	60	3,00	180,00	5940,0
3	Шина монтажна	м	85	1,00	85,00	2805,0
4	Демпферна стрічка SanPol 10 (150ммX10мм) для Т/П	м	100	0,54	54,00	1782,0
5	Радіатор опалення C20-45 PK	шт	13	14,00	182,00	6006,0
6	Колектор в зборі для т/п з витратомірами на 5 вих.	шт	1	223,00	223,00	7359,0
7	Насос RS 25/7	шт	1	110,00	110,00	3630,0
8	Муфта PEX 16x1/2"	шт	10	2,60	26,00	858,0
9	Кран кульовий "американка" 1"	шт	2	7,00	14,00	462,0
10	Муфта з РЗ 32x1"	шт	2	4,84	9,68	319,4
11	Редуктор 32x25	шт	2	0,17	0,34	11,2
12	Дюбеля, шурупи, скоби якірні, гофротруба	к-кт	1	60,00	60,00	1980,0
Всього за розділом 2:					1220	40261
	3. Монтажні роботи					
1	Система опалення (конвективні прилади опалення)	шт	15	30,00	450	14850
2	Система опалення підлогою (без гріючої плити)	шт	5	60,00	300	9900
Всього за розділом 3:					750	24750
Всього по пропозиції (розділи 1 - 3):					4944	163165

Збірна таблиця розрахунку вартості впровадження теплонасосної установки та влаштування системи опалення будинку приведений в таблиці 4

Загальна вартість робіт за роздрібними цінами						
1 Євро = 33 грн						
Найменування показників	Вартість виконання робіт (євро, грн)					
	Теплонасосна устан. (без первин. контуру)		Первинний контур теплонасосн. установки		Системи опалення	
	євро	грн	євро	грн	євро	грн
Обладнання та матеріали	16877	556941	1615	53295	4194	138402
Виконання робіт	3375	111375	3350	110550	750	24750
Всього:	20252	668316	4965	163845	4944	163152
Загальна вартість робіт	євро	30161				
	грн	995313				

Приведена вище вартість впровадження теплонасосної установки складена у роздрібних цінах на матеріали та обладнання. Пропозиція передбачає застосування матеріалів та обладнання, що мають високу якість та здатність забезпечити тривалу та надійну експлуатацію. Високий курс євро робить загальну вартість робіт досить непривабливою. В той же час техніко-економічні показники, що характеризують можливість заощадження енергії, достатньо високі та привабливі. Компанія «.....» зацікавлена у впровадженні проекту, що обіцяє бути цікавим та успішним, тому пропонує використати можливості компанії щодо надання знижок на ціни замовнику за рахунок домовленостей з постачальниками обладнання та матеріалів. В таблицях 1А, 2А, 3А та 4А приведений розрахунок вартості впровадження теплонасосної установки з урахуванням знижок.

Розрахунок вартості теплонасосної установки. Таблиця 1А						
К = 0,85 1 Євро = 33 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість (з ПДВ)		
				Євро		грн
				один.	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.					14346	473402
1	Обладнання теплонасосної установки в комплекті:	компл	1	11476	9754	321891
	- тепловий насос Vitocal 300-G 301.B13					
	- буферна ємність Vitocell 100-E SVPA 400 л					
	- ємнісний водопідігрівач Vitocell 100-V CVW 390 л.					
	- контролер Vitotronic 200 W01C					
	- накладний датчик NTC					
	- занурювальний датчик температури					
	- комунікаційна система Vitocm 100 LAN					
2	Електронагрівальна вставка ГБП (2-6 кВт)	шт	1	546	464	15315
3	Електрокотел DNIPRO Mini з насосом 15 кВт 380В	шт	1	170	145	4769
4	Насос WILO TOP-S 30/7	шт	6	340	1734	57222
5	Клапани регулюючі 3-ходові dy 25	шт	2	300	509	16805
6	Комплект розширювальних баків	компл	1	185	157	5189
7	Манометри, термометри	компл	1	100	85	2805
8	Електротехнічні матеріали	компл	1	150	128	4208
9	Арматура трубопровідна запірна	компл	1	511	435	14343
10	Трубопроводи та фітинги	компл	1	650	553	18233
11	Теплова ізоляція (синтетичний каучук)	компл	1	200	170	5610
12	Допоміжні та невраховані матеріали	компл	1	250	213	7013
2. Проектні роботи.					0	0
3. Монтажні роботи та пусконаладжувальні роботи					2152	71010
Всього за розділами 1-3:					16497	544412

Розрахунок вартості первинного контуру теплонасосної установки

Таблиця 2А

1 Євро = **33** грн

№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість (з ПДВ)		
				Євро		грн
				одиниці	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.					1615,00	53295,00
1	Комплект матеріалів для вштовпування ґрунтових зондів у 9-ти свердловинах глибиною 30 метрів	компл	1	495,00	495,00	16335,00
2	Комплект матеріалів для вштовпування з'єднувальних трубопроводів та розподільчого колодязя	компл	1	600,00	600,00	19800,00
3	Теплоносій первинного контуру	л	600	0,70	420,00	13860,00
4	Невраховані та допоміжні матеріали	компл	1	100,00	100,00	3300,00
2. Монтажні роботи (буріння свердловин, монтаж зондів та розподільчих трубопроводів)		компл	1		3350,00	110550,00
1	Буріння свердловин				1800	
2	Монтаж ґрунтових зондів				900	

Розрахунок вартості систем опалення будинку. Таблиця 3А

К = 0,85

1 Євро = **33** грн

№ п/п	Найменування обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість		
				Євро		грн
				ціна	сума	
1. Матеріали системи опалення (конвективні прилади)						
1	Радіатор біметалічний секційний Italclima 500/80/96	секц	60	5,98	304,98	10064
2	Радіатор біметалічний секційний Italclima 350/80/80	секц	3	6,8	17,34	572
3	Внутрішньопідлоговий конвектор KE 230x2750x120	шт	4	337	1145,80	37811
4	Решіка декоративна підлоговий конвектор	шт	4	60	204,00	6732
5	Вентиль 1/2" термостатичний з термоелементом	шт	11	15,00	140,25	4628
6	Кран відсічний кутовий 1/2"	шт	11	4,20	39,27	1296
7	Кран відсічний прямий 3/4"	шт	4	7,20	24,48	808
8	Сушник для рушників	шт	1	85,00	72,25	2384
9	Кран кульовий "американка" 1"	шт	4	7,00	23,80	785
10	Кран кульовий "американка" 1/2"	шт	4	5,00	17,00	561
11	Кронштейн радіаторний	шт	30	0,50	12,75	421
12	Труба арм. алюм. фольгою FIRAT 32	м	24	4,01	81,80	2700
13	Труба арм. алюм. фольгою FIRAT 25	м	52	2,24	99,01	3267
14	Труба арм. алюм. фольгою FIRAT 20	м	140	1,64	195,16	6440
15	Муфта з РЗ 25x3/4"	шт	8	1,90	12,92	426
16	Муфта з РВ 25x3/4"	шт	2	1,90	3,23	107
17	Муфта з РЗ 20x1/2"	шт	22	1,18	22,07	728
18	Муфта з РВ 20x1/2"	шт	2	1,00	1,70	56
19	Трійник 25	шт	8	0,27	1,84	61
20	Трійник 25x20x25	шт	16	0,31	4,22	139
21	Редуктор 25x20	шт	10	0,11	0,94	31
22	Муфта 32	шт	6	0,12	0,61	20
23	Муфта 25	шт	12	0,10	1,02	34
24	Муфта 20	шт	20	0,09	1,53	50
25	Коліно 90 32	шт	10	0,36	3,06	101
26	Коліно 45 32	шт	5	0,42	1,79	59
27	Коліно 90 25	шт	20	0,20	3,40	112
28	Коліно 45 25	шт	15	0,21	2,68	88
29	Коліно 90 20	шт	100	0,13	11,05	365
30	Коліно 45 20	шт	30	0,17	4,34	143
31	Ізоляція 35x6	м	24	0,35	7,14	236
32	Ізоляція 28x6	м	52	0,30	13,26	438
33	Ізоляція 22x6	м	140	0,20	23,80	785
34	Дюбеля, шурупи, лріплення, паста, пакля	к-кт	1	35,00	29,75	982
Всього за розділом 1:					2528	83431
2. Матеріали системи опалення підлогою (без грійочої плити)						
1	Труба металопластик FIRAT 16	м	300	0,92	234,60	7741,8
2	Полістирол фольгований 30 мм	м2	60	3,00	153,00	5049,0
3	Шина монтажна	м	85	1,00	72,25	2384,3
4	Демпферна стрічка SanPol 10 (150ммX10мм) для Т/П	м	100	0,54	45,90	1514,7
5	Радіатор опалення C20-45 РК	шт	13	14,00	154,70	5105,1
6	Колектор в зборі для т/п з витратомірами на 5 вих.	шт	1	223,00	189,55	6255,2
7	Насос RS 25/7	шт	1	110,00	93,50	3085,5
8	Муфта PEX 16x1/2"	шт	10	2,60	22,10	729,3
9	Кран кульовий "американка" 1"	шт	2	7,00	11,90	392,7
10	Муфта з РЗ 32x1"	шт	2	4,84	8,23	271,5
11	Редуктор 32x25	шт	2	0,17	0,29	9,5
12	Дюбеля, шурупи, скоби якірні, гофротруба	к-кт	1	60,00	51,00	1683,0
Всього за розділом 2:					1037	34222
3. Монтажні роботи						
1	Система опалення (конвективні прилади опалення)	шт	15	30,00	450	14850
2	Система опалення підлогою (без грійочої плити)	шт	5	60,00	300	9900
Всього за розділом 3:					750	24750
Всього по пропозиції (розділи 1 - 3):					4315	142403

Рисунок 4А

1 євро = **33** грн

Найменування показників	Вартість виконання робіт (євро, грн)					
	Теплонасосна устан. (без первин. контуру)		Первинний контур теплонасосн. установки		Системи опалення	
	євро	грн	євро	грн	євро	грн
Обладнання та матеріали	14346	473418	1615	53295	3565	117645
Виконання робіт	2152	71016	3350	110550	750	24750
Всього:	16498	544434	4965	163845	4315	142395
Загальна вартість робіт	євро	25778				
	грн	850674				

Додаткові знижки дають змогу знизити загальну вартість на 4,3 тис. євро (144,6 тис. грн).

Але є ще резерви зниження вартості:

1. До встановлення під вікнами, що починаються від підлоги, передбачені підпільні конвектори. Встановлення замість них біметалевих приладів безпосередньо у створі вікон (на спеціальних кріпленнях) може додатково знизити вартість приблизно на 25 тис. грн.
2. Сьогодні є абсолютно реальна можливість знизити вартість за рахунок отримання компенсації від Європейського банку на умовах програми **IQ-energy** (www.iqenergy.org.ua)
Обладнання Viessmann входить до умов програми. Компенсація номінально може становити 3000 євро, з урахуванням втрат від процентів реальна компенсація 2700 євро

Вартість системи опалення підлогою без врахування «гріючої плити». Вартість робіт по облаштуванню «гріючої плити» становить близько 50 грн/м². Потреба в матеріалах для 50 м² плити: близько 1000 кг цементу та 3 м³ піску (вартість пластифікатору врахована у вартості теплої підлоги).

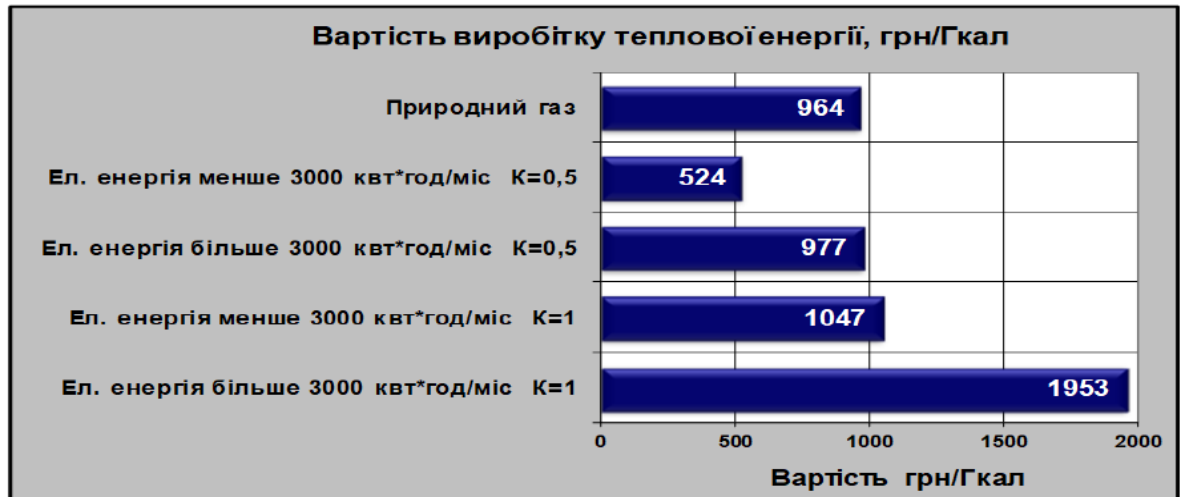
Вартість робіт по влаштуванню свердловин та ґрунтових зондів потребує уточнення.

4. Аналіз техніко-економічних показників.

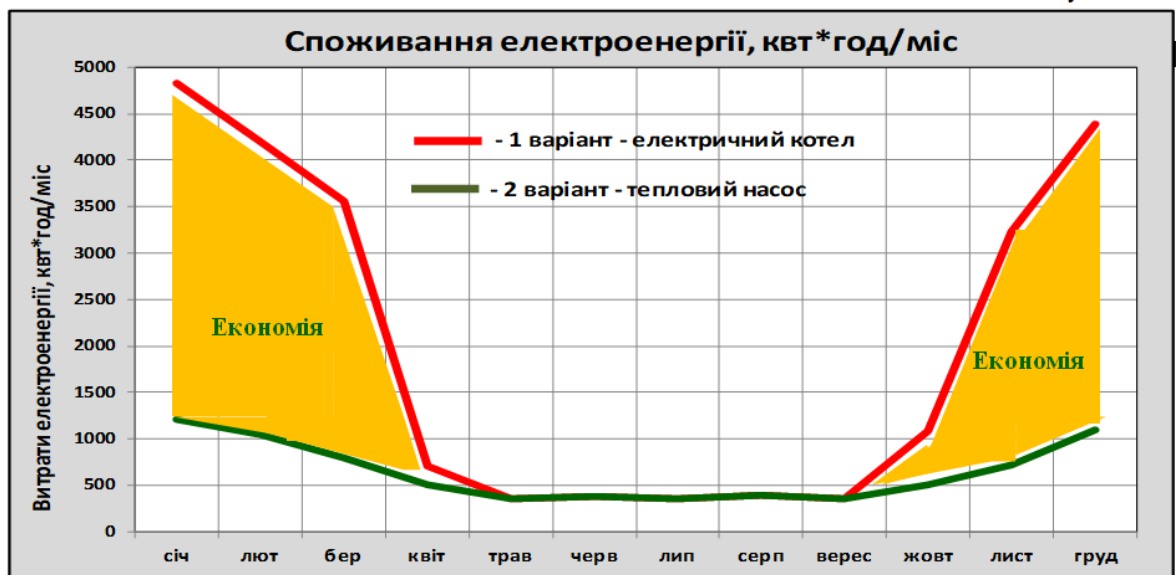
Розрахунки необхідні для аналізу енергетичних техніко-економічних показників впровадження теплонасосної установки приведені в додатку 2.

Згідно проведених розрахунків та попереднього аналізу отримані такі показники:

✓ Порівняльна вартість виробітку теплової енергії



✓ Економія споживання електричної енергії (при порівнянні варіантів: опалення електричним котлом – опалення тепловим насосом)

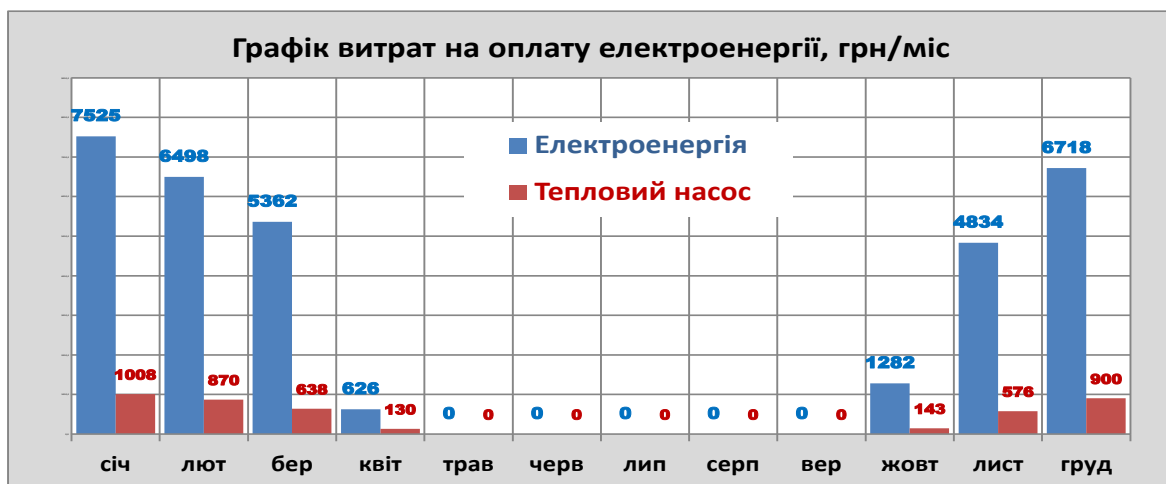


✓ Коефіцієнт перетворення теплового насосу.



Примітка: В літній період при приготуванні гарячої води $COP \approx 3,0$, але на середньорічний показник ефективності теплового насоса літнє приготування гарячої води буде мало впливати. Середньорічний COP буде мати значення вище 4,0

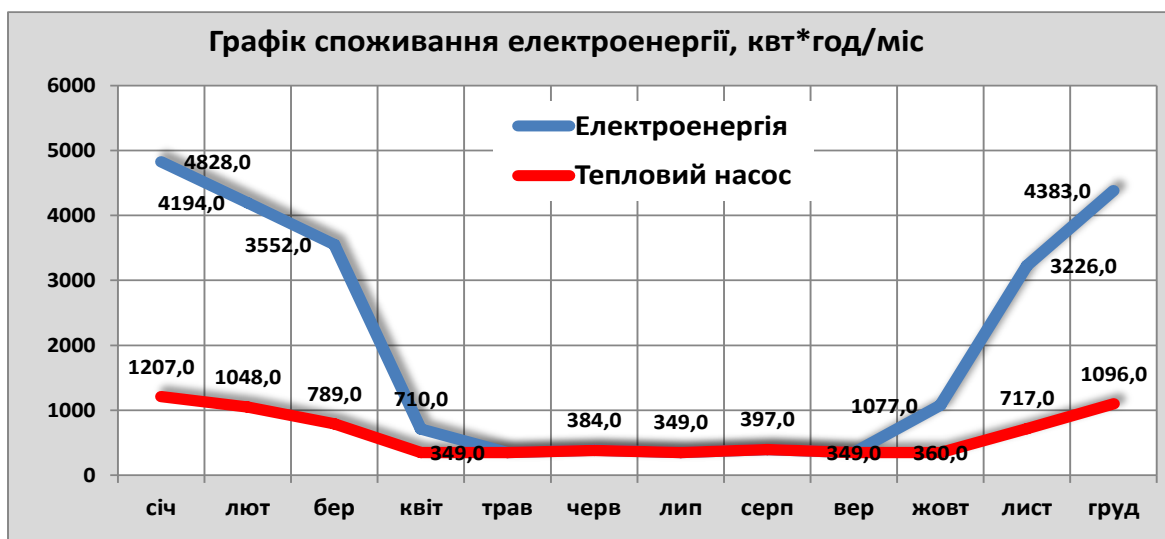
- ✓ Економія коштів (при порівнянні варіантів: опалення електричним котлом – опалення тепловим насосом)



Примітка:

1. На цьому графіку приведені витрати, що стосуються виключно опалення. Витрати на електроенергію для потреб ГВП не враховані.
2. Економія витрат досягається за рахунок скорочення споживання електроенергії та за рахунок використання зниженого тарифу при зниженні споживання електроенергії.

- ✓ Графік споживання електроенергії



Примітка: Споживання електроенергії, приведене на графіку не враховує побутового споживання електроенергії.

- ✓ Графік застосування тарифу на електроенергію



Технічне завдання на розробку технічних рішень системи теплопостачання індивідуального житлового будинку

.....

Джерело тепла: електричні теплогенератори та ґрунтові теплові насоси.

Розрахункова підключена потужність електромережі – 12 кВт

Передбачити автоматизовану систему теплопостачання з використанням таких джерел теплової енергії: теплового насосу, електричних котлів.

Дати загальну оцінку техніко-економічних показників системи опалення.

Тип системи опалення: - Однотрубна: -

- Двотрубна: +

Опалення: місцевими нагрівальними приладами (під вікнами) та підлогою.

Опалення теплою підлогою: згідно планів, що додаються

Розведення системи опалення : -

- нижнє: +
- верхнє: можливо частко (при обґрунтуванні)
- горизонтальне променеве: можливо -

Циркуляція :

- природна: -
- насосна: +
- комбінована: -

Розрахункова температура теплоносія:

Система опалення: $T_1 = 60^\circ\text{C}$; $T_2 = 45^\circ\text{C}$; $P_{\text{вх}}$; ΔP – згідно розрахунків

Температура води в системі ГВП: $55 \pm 5^\circ\text{C}$

Розрахункова температура приміщень :

№ по плану	Найменування приміщень	Площа приміщень м ²	Розрахункова температура °C
1 поверх			
1	Хол	5,08	18
2	Технічна кімната	4,16	18
3	Хол (сходова клітина)	7,0	20
4	Туалет	1,91	20
5	Вітальня	42,38	22
6	Кухня	18,34	22
2 поверх			
11	Ванна	15,06	25
12	Спальня 1	15,07	22
13	Гардероб	5,58	18
14	Спальня 2	19,92	22
15	Спальня 3	19,92	22
	Підвальне приміщення		16

Кількість мешканців у будинку: 4 чол

Норма споживання гарячої води: 50 літрів/люд*доба

Нагрівальні прилади :

- Радіатори чавунні -
- Радіатори біметалеві +
- Радіатор - конвектор сталевий -
- Інші: згідно креслень дизайнера
 - вбудовані підлогові конвектори +
 - конвектори в підвіконні -

Труби :

- Сталеві водогазопровідні «чорні»: -
- Інші: - _____
- Пластикові: - **Firat армована прокладкою із алюмінію**

Труби для обігріву підлоги: Pex-Al-Pe**Регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів:**

- Термовентилі (на всіх нагрівальних приладах)
- _____

Будівельні конструкції**І -й поверх****Зовнішні стіни.**

Зовнішні стіни 1 поверху – колоди високогірної смереки середнім діаметром 380 мм. Прийняти середню товщину стіни – **315 мм**

Підлога.

Підлога будівлі неутеплена з облаштування на більшій частині площі «теплої підлоги»

2 -й поверх**Зовнішні стіни.**

Частина зовнішніх стіни 2 поверху має ту ж конструкцію, що і стіни 1-го поверху. Інша частина стін (згідно проектної документації) є збірною конструкцією, в основі якої:

- зовнішній шар – дошка дерев'яна $\Delta = 20$ мм
- утеплювач Rockwool $\Delta = 200$ мм
- внутрішній шар – дошка дерев'яна $\Delta = 20$ мм

Горищне покриття являє собою конструкцію, в основу якої покладено:

- керамічна черепиця;
- утеплювач мінераловатний $\Delta = 250$ мм
- внутрішній шар – дошка дерев'яна $\Delta = 15$ мм

Вікна 1-го та 2-го поверхів..

Для 2-го поверху у покритті – мансардні вікна Velux GZR MK 08 3050B однокамерні, заповнені аргоном 78 x 140 см $R = 0,68 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$

Інші вікна $R = 0,68 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$

Двері балконні $R = 0,68 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$

Двері входні $R = 0,68 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$

3. Специфікації матеріалів і устаткування.
4. Розрахунок вартості робіт по монтажу системи опалення.
5. Оцінка основних техніко-економічних показників

Додаткові відомості :

« ПОГОДЖЕНО »

Замовник

(_____)

Виконавець

(_____)

« ____ » _____ 2018 р.

РОЗРАХУНОК

теплових навантажень та річних витрат тепла на опалення та гаряче водопостачання індивідуального будинку

.....

Цей розрахунок виконаний у відповідності до діючих нормативів:

ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки»

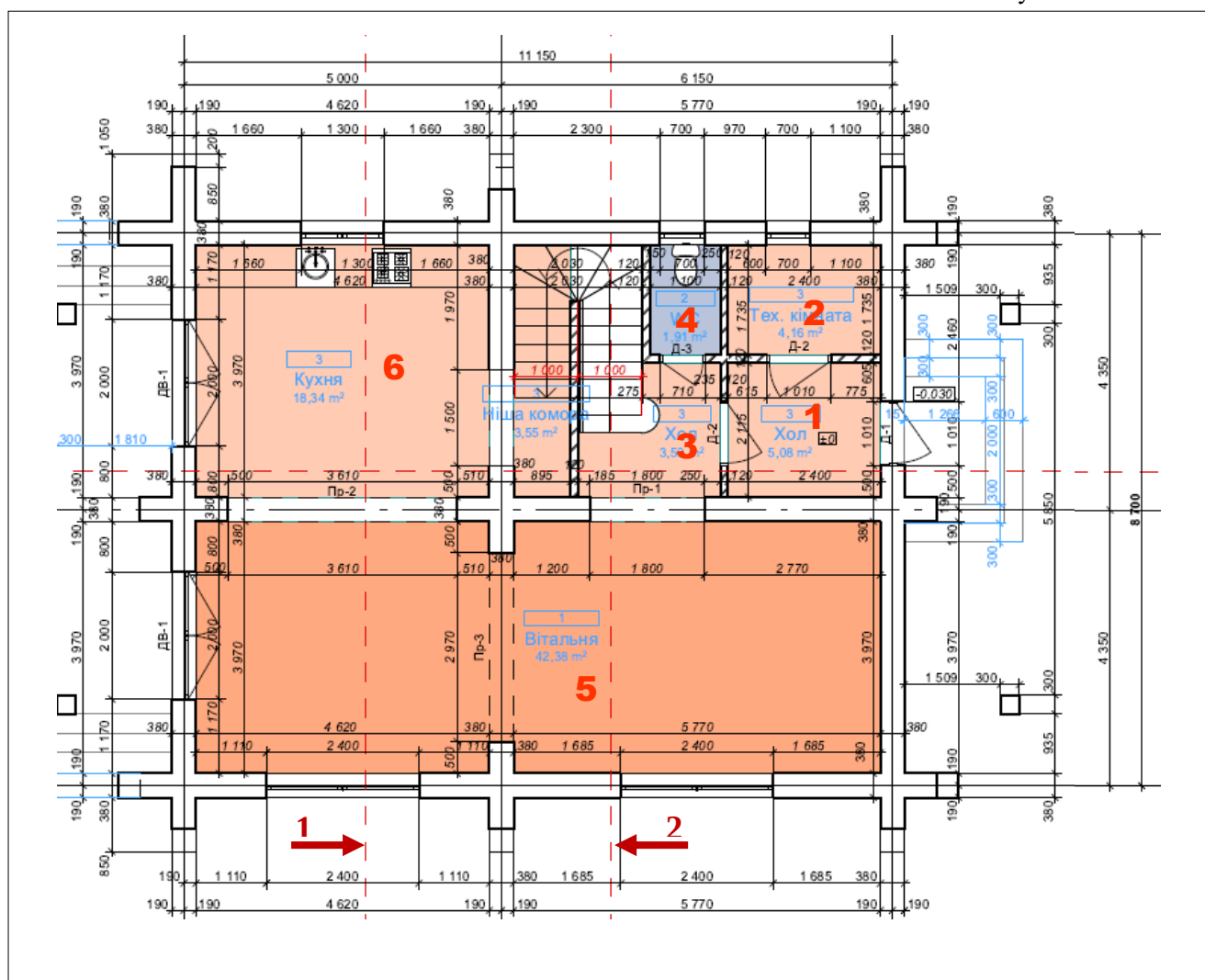
ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель»

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання»

ДСТУ НБВ.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

План 1 поверху будинку приведений на рисунку 1.

Рисунок 1

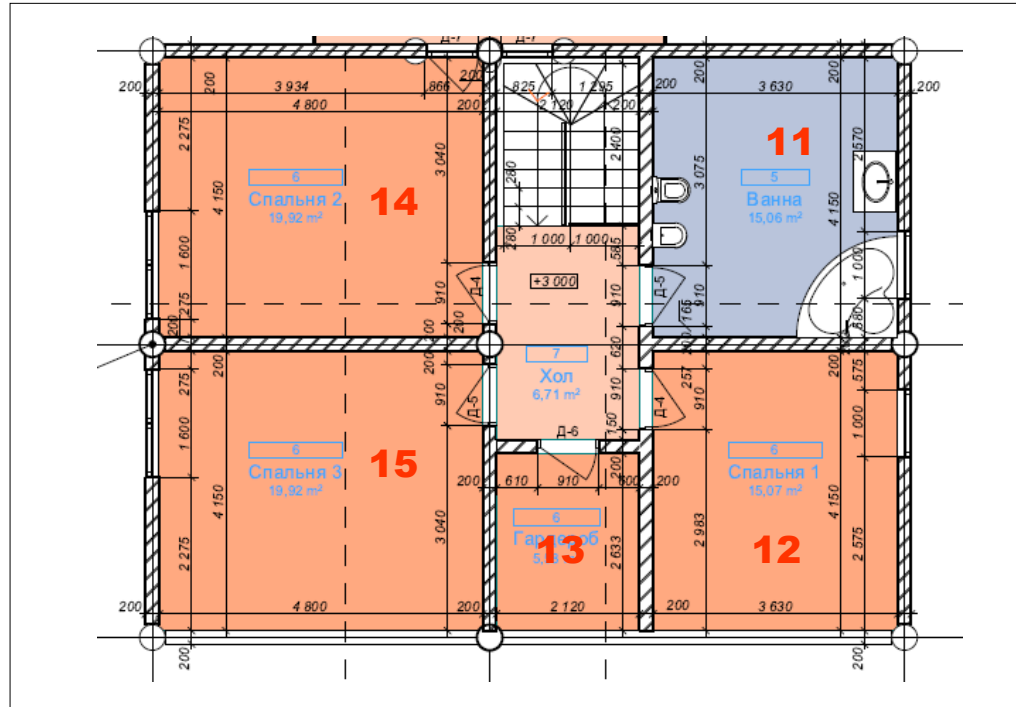


План 2 поверху будинку приведений на рисунку 2.

Розріз 1-1 приведений на рисунку 3

Розріз 2-2 приведений на рисунку 4

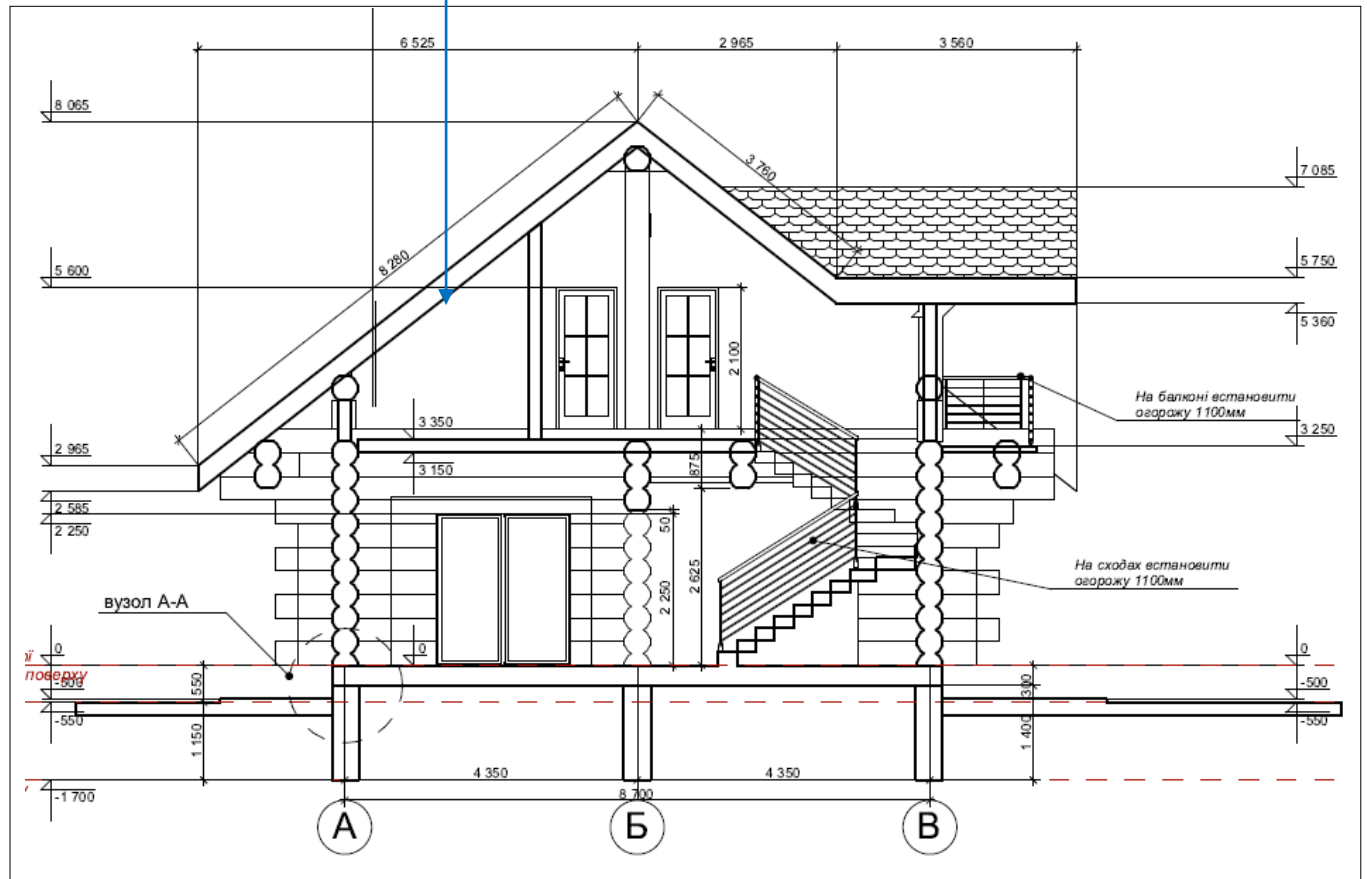
Рисунок 2



керамічна черепиця
обрешітка 50мм
контрбрус 20мм
гідроізоляція
несучі крокви з утепленням
мінеральною ватою 200 мм
дерев'яна обрешітка 50 мм
пароізоляція
прошарок для прокладки інженерних мереж
вагонка

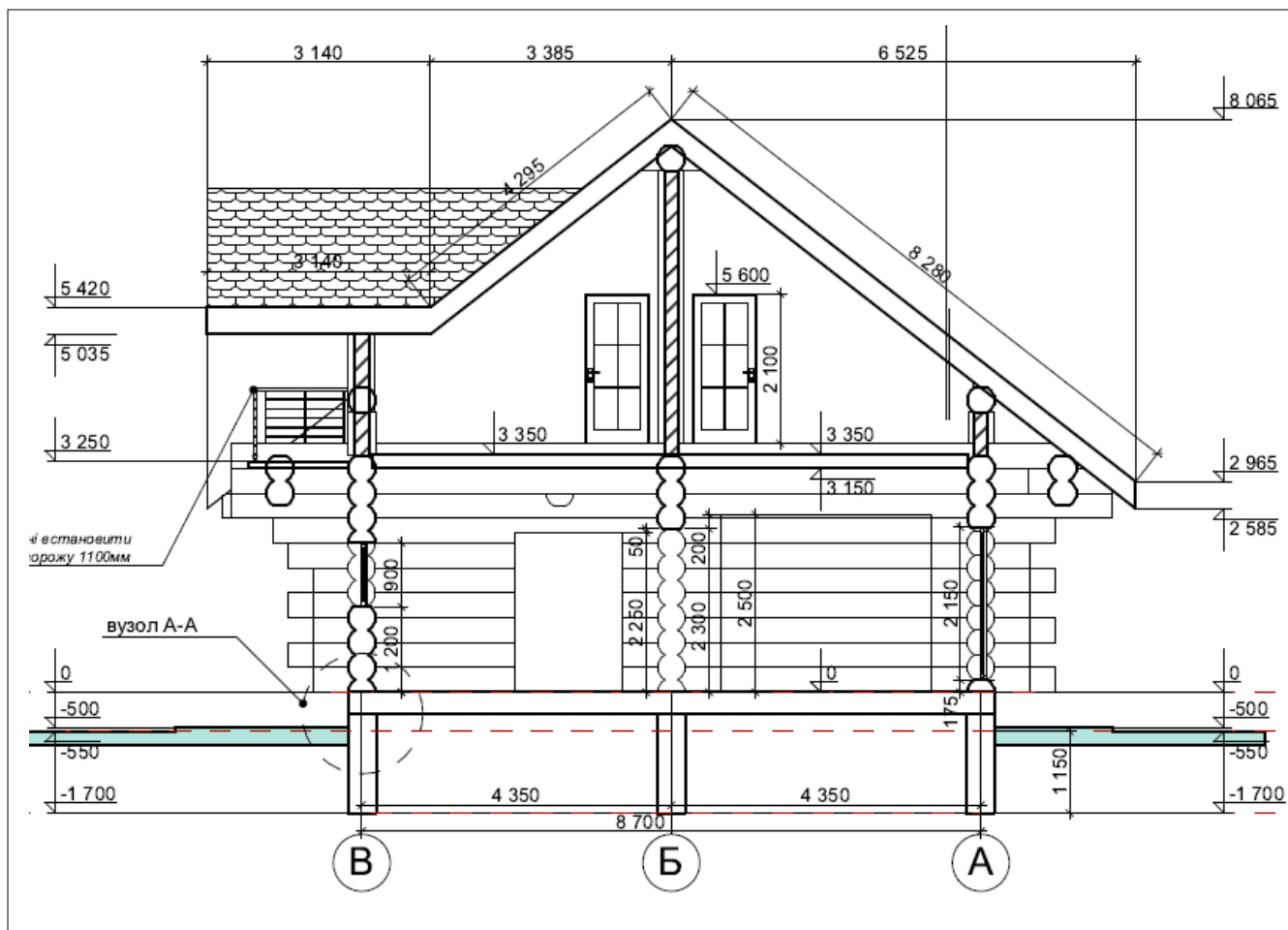
Розріз 1 - 1

Рисунок 3



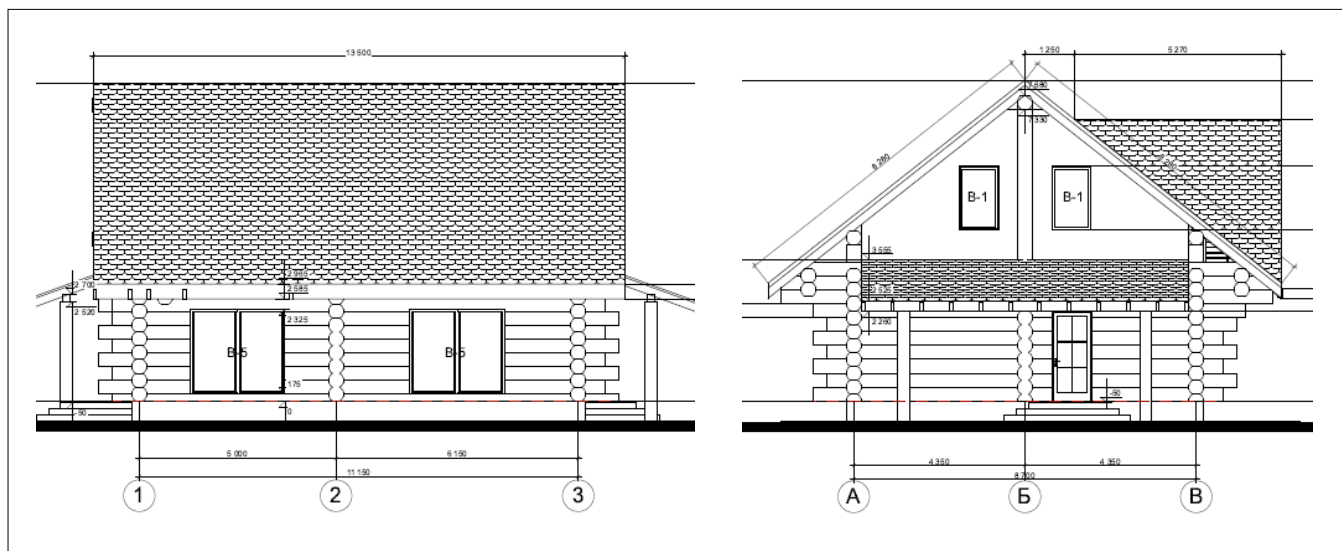
Розріз 2 - 2

Рисунок 4



Фасади будинку приведені на рисунку 5

Рисунок 5



При виконанні розрахунків теплових навантажень використані креслення Додатку 1 до договору підряду №..... від року

Вихідні дані:

1. Експлікація приміщень індивідуального будинку згідно планів рисуноків 1 та 2

№ при міщ.	Найменування приміщення	tв, °C		№ при міщ.	Найменування приміщення	tв, °C	
		згідно ДБН	погод- жено			згідно ДБН	погод- жено
1 поверх				2поверх			
1	Хол	16	18	11	Ванна	25	25
2	Технічна кімната	16	18	12	Спальня 1	20	22
3	Хол (сходова клітина)	16	20	13	Гардероб	18	18
4	Туалет	20	20	14	Спальня 2	20	22
5	Вітальня	20	22	15	Спальня 3	20	22
6	Кухня	18-20	22				

Розрахункові внутрішні температури для розрахунку системи опалення прийняті згідно ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки» з урахуванням побажань замовника

2. Повітрообмін у приміщення приймається згідно ДБН В.2.5-67:2013:

Таблиця Х.4 – Мінімальні питомі витрати вентиляційного повітря для приміщень житлових будівель							
Умови мікроклімату	Повітрообмін ¹⁾		Житлові та спальні кімнати, витрата зовнішнього повітря		Витрата видаляемого повітря, дм³/с		
	дм³/(с·м²)	год⁻¹	дм³/(с·людина) ²⁾	дм³/(с·м²)	Кухня	Ванна	Туалет
Підвищені оптимальні	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
Оптимальні умови	0,42	0,6	7	1,0	20	15	10
Допустимі	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7
¹⁾ Питомі витрати вентиляційного повітря, що надані в одиницях вимірювання [дм³/(с·м²)] і [год⁻¹], відповідають одна одній при висоті стелі 2,5 м.							

Приймемо розрахунковий нормативи повітрообміну у будинку: 0,42 дм³/(сек·м²) або K=0,6
Тоді середні повітрообмін за опалювальний період орієнтовно може становити **K=0,35**

3. Кліматичні розрахункові умови міста в опалювальний період згідно ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

- Середньомісячні температури повітря, °C:

січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	верес	жовт	лист	груд
-5,6	-4,7	0,3	9,0						7,7	1,3	-3,4

- Розрахункова температура для проект. опалення (зовні опалювального приміщення) $t_p^3 = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Тривалість опалювального періоду $n_{оп} = 178$ діб.
- Середня розрахункова температура за опалювальний період $t_{оп}^{cp} = -0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Теплотехнічні характеристики, коефіцієнти термічного опору та коефіцієнти теплопередачі огорожувальних конструкцій приміщень прийняті згідно даних проекту будівельної частини та опитування замовника

Коефіцієнти термічного опору огорожувальних конструкцій визначаються за формулою:

$$R = 1/\alpha_{в} + \sum \delta/\lambda + 1/\alpha_{з}$$

$\alpha_{в} = 8,7\text{ Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій

$\alpha_{з} = 23\text{ Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій

δ – товщина кожного шару огорожувальних конструкцій, м

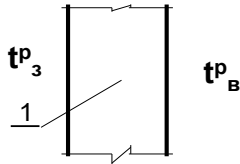
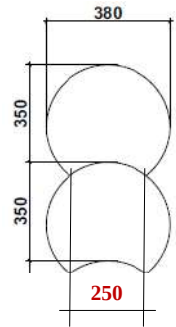
λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності кожного шару конструкції, Вт/м·°C

Зовнішні стіни для всіх кімнат.

Існує два варіанти зовнішніх стін:

ЗСт1

Зовнішні стіни виготовлені із колод високогірної смереки середнім діаметром 380 мм (дикий зруб). Середня товщини зовнішньої стіни з колод становить **315 мм**



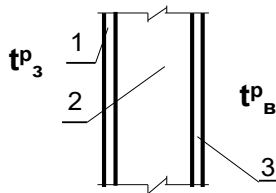
1 - смерека (сосна, ялина) $\delta = 0,25$ м $\lambda = 0,18$ Вт/м $^{\circ}$ С

$$R = 1,55 \text{ м}^2\text{°C/Вт} \quad K = 0,65 \text{ Вт/м}^2\text{°C} \quad (R_n = 3,3)$$

ЗСт2

Зовнішні збірні стіни 2-го поверху, що являють собою таку конструкцію:

- ✓ дошка $\delta = 20$ мм;
- ✓ парозахист $\delta = 0,5$ мм;
- ✓ утеплювач Rockwool $\delta = 250$ мм;
- ✓ вітробар'єр $\delta = 3$ мм;
- ✓ дошка $\delta = 20$ мм.



1 - дошка дерев'яна $\delta = 0,02$ м $\lambda = 0,18$ Вт/м $^{\circ}$ С

2 - утеплювач Rockwool $\delta = 0,25$ м $\lambda = 0,05$ Вт/м $^{\circ}$ С

3 - дошка дерев'яна $\delta = 0,02$ м $\lambda = 0,18$ Вт/м $^{\circ}$ С

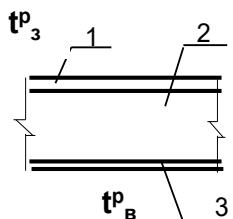
$$R = 5,2 \text{ м}^2\text{°C/Вт} \quad K = 0,19 \text{ Вт/м}^2\text{°C} \quad (R_n = 3,3)$$

Горищне покриття.

Гп

Зовнішні збірні стіни 2-го поверху, що являють собою таку конструкцію:

- ✓ керамічна черепиця $\delta = 20$ мм;
- ✓ гідроізоляція $\delta = 0,5$ мм;
- ✓ мінераловатні плити $\delta = 250$ мм;
- ✓ пароізоляція $\delta = 1$ мм;
- ✓ дошка $\delta = 15$ мм.



1 - керамічна черепиця $\delta = 0,03$ м $\lambda = 1,0$ Вт/м $^{\circ}$ С

2 -плита мінераловатні $\delta = 0,25$ м $\lambda = 0,05$ Вт/м $^{\circ}$ С

3 - дошка дерев'яна $\delta = 0,015$ м $\lambda = 0,18$ Вт/м $^{\circ}$ С

$$R = 5,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт} \quad K = 0,19 \text{ Вт/м}^2\text{°C} \quad (R_n = 6,0)$$

Вікна в кімнатах – пластиківі склопакет однокамерний.

Прийнятий термічний опір $R = 0,68 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ - потребує уточнення

Вікна мансандрі (3 штуки) – Velux GZR MR 08 3050B (78*140 см) – пластиківі склопакет однокамерний. Прийнятий термічний опір $R = 0,68 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Вхідні двері – пластикові вз склопакетами. $R = 0,68 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Підлога.

Для неутепленої підлоги та стін підвалу прийнято:

- I зона $R = 2,1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ $K = 0,476 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
- II зона $R = 4,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ $K = 0,233 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
- III зона $R = 8,6 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ $K = 0,116 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
- IV зона $R = 14,2 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ $K = 0,070 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$

Розрахунок втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції здійснюється за загальновідомою та загальноприйнятою формулою:

$$Q^{\text{гол}}_{\text{ок}} = F \cdot (t^{\text{п}}_{\text{в}} - t^{\text{п}}_{\text{з}}) \cdot K \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \quad \text{Вт}$$

де, F – розрахункова поверхня огорожувальної конструкції, м^2

$t^{\text{п}}_{\text{в}}$ - розрахункова температура в приміщенні, $^{\circ}\text{C}$

$t^{\text{п}}_{\text{з}}$ - розрахункова температура зовні опалювального приміщення, $^{\circ}\text{C}$

$K=1/R$ – коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\text{Вт/м}^2\text{°C}$

R – коефіцієнт опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$

$\sum \beta$ – додаткові втрати тепла в частках від основних теплових втрат (Для вертикальних огорожувальних конструкцій, орієнтовані на північ, схід, півн-схід, та півд.-захід $\beta=0,1$; південний-схід та захід - $\beta = 0,05$; для кутових приміщень $\beta = 0,05$)

n – коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря (наприклад, для горищного перекриття $n=0,9$, для зовнішніх стін і вікон $n=1$, для перекриття над неопалювальним підвалом без вікон $n=0,6$, з вікнами - $n=0,75$)

В таблиці 1 приведений розрахунок витрат тепла через огорожувальні конструкції будинку.

В таблиці 1 прийняті такі умовні позначення:

ЗСт1 – зовнішня стіна (колоди)

Пд– південь

ЗСт2 – зовнішня стіна збірна (2 поверх)

Пн – північ

Вн - вікно

Сх – схід

Гп - горищне покриття

Дв - двері

Зх - захід

Пдн - підлога неутеплена

Таблица 1

Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_3 = -23 \text{ } ^\circ\text{C}$

№ п/п	Назва прим.	t _в °C	Поз- нач	Орі- єнт	Розмір, м	F м ²	K	t _в - t _с °C	n	Q _о Вт	1+Σβ	Q Вт
1 поверх												
1	Хол	18	ЗСт1	Сх	(2,365*3,325)-(2,25*1,01)	5,59	0,65	41	1	149	1,1	164
			Дв	Сх	2,25*1,01	2,27	1,47	41	1	137	1,1	151
			Пдн	I зона	(0,145*2*2)*2+(1,97*2)	0,00	0,476	41	1	0	1	0
			Пдн	II зона	1,97*0,4	0,00	0,233	41	1	0	1	0
											286	
2	Технічна кімната	18	ЗСт1	Сх	1,985*3,325	6,60	0,65	41	1	176	1,15	202
			ЗСт1	Пн	(2,65*3,325)-(0,9*0,7)	8,18	0,65	41	1	218	1,15	251
			Вн	Пн	0,9*0,7	0,63	1,47	41	1	38	1,15	44
			Пдн	I зона	1,735*2,4*2	0,00	0,476	41	1	0	1	0
										432		497
3	Хол-сходова клітина з нішею-коморою (1-й та 2-й поверхи)	20	ЗСт1	Пн	2,32*3,325	7,71	0,65	43	1	216	1,1	237
			ЗСт2	Пн	4,63-1,65	2,98	0,19	43	1	24	1,1	27
			Дв	Пн	2,2*0,75	1,65	1,47	43	1	104	1,1	115
			Гп	-	17,46	17,46	0,19	43	1	143	1	143
			Пдн	I зона	2,03*2*2	0,00	0,476	43	1	0	1	0
			Пдн	II зона	2,03*1,97*1	0,00	0,233	43	1	0	1	0
										487		521
4	Туалет	20	ЗСт1	Пн	(1,22*3,325)-(0,9*0,7)	3,43	0,65	43	1	96	1,1	105
			Вн	Пн	0,9*0,7	0,63	1,47	43	1	40	1	40
			Пдн	I зона	1,735*1,1*2	0,00	0,476	43	1	0	1	0
										136		145
5	Вітальня	22	ЗСт1	Сх	4,35*3,325	14,46	0,65	45	1	423	1,1	465
			ЗСт1	Пд	(11,15*3,325)-(2,4*2,15*2)	26,75	0,65	45	1	783	1,15	900
			ЗСт1	Зх	(4,35*3,325)-(2,25*2)	9,96	0,65	45	1	291	1,1	321
			Вн	Пд	2,4*2,15*2	10,32	1,47	45	1	683	1	683
			Дв1	Зх	2,25*2	4,50	1,47	45	1	298	1	298
			Пдн	I зона	(2*2*2*2)+(7,15*2)+(1,97*2*2)	38,18	0,476	45	1	818	1	818
			Пдн	II зона	1,97*7,15	14,09	0,233	45	1	148	1	148
										3443		3632
6	Кухня	22	ЗСт1	Зх	4,35*3,325	14,46	0,65	45	1	423	1,1	465
			ЗСт1	Пн	(5*3,325)-(0,9*1,2)	15,55	0,65	45	1	455	1,15	523
			Дв1	Зх	2,25*2	4,50	1,47	45	1	298	1	298
			Вн	Пн	0,9*1,2	1,08	1,47	45	1	71	1	71
			Пдн	I зона	(2*2*2)+(2,62*2)+(1,97*2)	17,18	0,476	45	1	368	1	368
			Пдн	II зона	2,62*1,97	5,16	0,233	45	1	54	1	54
										1669		1780
Всього 1 поверх:											6890	

Продовження таблиці 1

№ п/п	Назва прим.	t _в °C	Поз- нач	Орі- єнт	Розмір, м	F м ²	K	t _в - t _з °C	n	Q _о Вт	1+Σβ	Q Вт
2 поверх												
11	Ванна	25	ЗСт2	Сх	(4,35*3,83*0,5)-(1,6*1)	6,73	0,238	48	1	77	1,15	88
			ЗСт2	Пн	3,83*0,61	2,34	0,238	48	1	27	1,15	31
			ЗСт1	Пн	3,83*0,35	1,34	0,65	48	1	42	1,15	48
			Вн	Сх	1,6*1	1,60	1,667	48	1	128	1	128
			Вн	-	1,4*0,78	1,09	1,667	48	1	87	1	87
			Гп	-	23,08	23,08	0,19	48	1	210	1	210
											273	
12	Спальня 1	22	ЗСт2	Сх	(4,35*3,83*0,5)-(1,6*1)	6,73	0,238	45	1	72	1,1	79
			ЗСТ2	Пд	3,83*0,61	2,34	0,238	45	1	25	1,05	26
			ЗСТ1	Пд	3,83*0,35	1,34	0,65	45	1	39	1,05	41
			Вн	Сх	1,6*1	1,60	1,667	45	1	120	1,05	126
			Вн	-	1,4*0,78	1,09	1,667	45	1	82	1	82
			Гп	-	22,17	22,17	0,19	45	1	190	1	190
											528	
13	Гардероб	18	ЗСт1	Пд	2,23*0,35	0,78	0,65	41	1	21	1,05	22
			ЗСт2	Пд	2,23*0,61	1,36	0,238	41	1	13	1,05	14
			Гп	-	6,69	6,69	0,19	41	1	52	1	52
											86	
14	Спальня 2	22	ЗСт1	Зх	(4,35*3,83*0,5)-(1,6*1,6)	5,77	0,65	45	1	169	1,15	194
			ЗСт1	Пн	5*0,35	1,75	0,65	45	1	51	1,15	59
			ЗСт2	Пн	5*0,61	3,05	0,238	45	1	33	1,15	38
			Вн	Зх	1,6*1,6	2,56	1,667	45	1	192	1	192
			Гп	-	32,15	32,15	0,19	45	1	275	1	275
											720	
15	Спальня 3	22	ЗСт1	Зх	(4,35*3,83*0,5)-(1,6*1,6)	5,77	0,65	45	1	169	1,1	186
			ЗСт1	Пд	5*0,35	1,75	0,65	45	1	51	1,15	59
			ЗСт2	Пд	5*0,61	3,05	0,238	45	1	33	1,15	38
			Вн	Зх	1,6*1,6	2,56	1,667	45	1	192	1	192
			Вн	-	1,4*0,78	1,09	1,667	45	1	82	1	82
			Гп	-	30	30,00	0,19	45	1	257	1	257
									783		812	
Всього 2 поверх:												2795
	Підвал	16	Пдн	I зона	2*(5,8+8,5)	28,60	0,476	39	1	531	1,15	611
			Пдн	II зона	2*14	28,00	0,233	39	1	254	1,15	293
			Пдн	III зона	4*2,5	10,00	0,116	39	1	45	1,15	52
Всього підвал:												955
Всього 1 та 2 поверхи та підвал разом:												10640

Розрахункова втрата тепла огорожувальним конструкціями житлового будинку:

$$Q_{\text{ок}}^{\text{год}} = 10,6 \text{ кВт} \quad \text{або} \quad 9116 \text{ ккал/год}$$

Згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання» при визначенні розрахункового споживання тепла на обігрів будівель та теплових навантажень на системи опалення слід враховувати тепловий баланс між втратами тепла та тепловими надходженнями, а саме:

- втратами теплоти через огорожувальні конструкції ($Q_{\text{ок}}^{\text{рік}}$);
- витратою теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє у приміщення за рахунок інфільтрації або шляхом організованого припливу для вентиляції приміщень ($Q_{\text{вент}}^{\text{рік}}$);
- витратою теплоти на нагрівання гарячої води для системи гарячого водопостачання ($Q_{\text{гвп}}^{\text{рік}}$);
- побутовими надходженнями - надходженням теплоти, що регулярно поступають у приміщення від електричних приладів, приладів освітлення, технологічного обладнання, трубопроводів, людей та інших джерел ($Q_{\text{вн.п.}}$).

Тепловий баланс будинку визначається формулою:

$$Q_{\text{ТГ}}^{\text{рік}} + Q_{\text{ВН.П}} = Q_{\text{ОК}}^{\text{рік}} + Q_{\text{ВЕНТ}}^{\text{рік}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{рік}}$$

де, $Q_{\text{ТГ}}^{\text{рік}}$ – річна витрата теплової енергії квартирою, що має генеруватись обладнанням теплогенеруючим обладнанням (електрокотлом, тепловим насосом)

$$Q_{\text{ТГ}}^{\text{рік}} = (Q_{\text{ОК}}^{\text{рік}} + Q_{\text{ВЕНТ}}^{\text{рік}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{рік}}) - Q_{\text{ВН.П}}$$

Річна (за опалювальний період) втрата тепла огорожувальними конструкціями квартири визначається за формулою:

$$Q_{\text{ОК}}^{\text{рік}} = Q_{\text{ОК}}^{\text{год}} * 24 * n_{\text{оп}} * [(t_{\text{в}} - t_{\text{з}}^{\text{п}})/(t_{\text{в}} - t_{\text{оп}}^{\text{ср}})]$$

$$Q_{\text{ОК}}^{\text{рік}} = 9116 * 24 * 178 * [(21 + 0,8)/(21 + 23)] * 10^{-6} = 19,3 \text{ Гкал/рік}$$

Теплові витрати на побутове гаряче водопостачання.

Розрахунок теплового навантаження на гаряче водопостачання має здійснюватись у відповідності до вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішні водопровід».

Середньогодинне теплове навантаження на гаряче водопостачання становить:

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{ср}} = [4 * 50 * (55 - 5)] / 24 = 417 \text{ ккал/год}$$

де, 4 – розрахункова кількість мешканців будинку, люд;
 50 – розрахункове споживання гарячої води, л/люд*доба;
 55 – розрахункова температура гарячої води, °С;
 5 – розрахункова температура холодної води, °С;
 24 – кількість годин в добі, год.

Річна витрата тепла для потреб гарячого водопостачання:

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{рік}} = 417 * 24 * 365 * 10^{-6} = 3,65 \text{ Гкал/рік}$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{год}} = 1,2 * 417 * 2,4 = 1200 \text{ ккал/год або } 1,4 \text{ кВт}$$

1,4 кВт – для покриття пікового навантаження на систему ГВП без використання баку-акумулятору

В разі застосування баку-акумулятора, що забезпечує нагрів води на протязі тривалого періоду, розрахункова годинна потужність для потреб ГВП буде незначною.

В разі застосування проточної системи приготування гарячої води необхідно враховувати, потреба в теплі для гарячого водопостачання може тривати на протязі 10-15 хвилин. Тоді потужність підігрівача гарячої води має становити 5–8 кВт

Річна витрата теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє у приміщення за рахунок інфільтрації або шляхом організованого припливу для вентиляції приміщень.

Середні повітрообмін будинку за опалювальний період орієнтовно становить $K = 0,35$

- Площа будинку..... 178,8 м²
- Об'єм будинку..... 430,0 м³
- Повітрообмін у будинку: $L = 430,0 * 0,35 = 150 \text{ м}^3/\text{год}$

Прийmemo для подальших розрахунків, що повітрообмін у будинку становить $L = 150 \text{ м}^3/\text{год}$

Виходячи із сказаного вище річна витрата теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє у приміщення за рахунок інфільтрації або шляхом організованого припливу для вентиляції приміщень має визначатись формулою:

$$Q_{\text{ВЕНТ}}^{\text{рік}} = L * C_{\text{п}} * \rho_{\text{п}} * (t_{\text{в}} - t_{\text{оп}}^{\text{ср}}) * 24 * n_{\text{оп}}$$

де, $L = 150,0$ – повітрообмін у будинку, м³/год

$C_n = 0,24$ – теплоємність повітря, ккал/кг*°C

$\rho_n = 1,25$ – густина (питома маса) повітря при атмосферному тиску та температурі +10°C.

$n_{оп} = 178$ – розрахункова тривалість опалювального періоду, діб

$$Q_{ВЕНТ}^{рік} = 150,0 * 0,24 * 1,25 * (21 + 0,8) * 24 * 178 * 10^{-6} = 4,2 \text{ Гкал/рік}$$

Розрахункова годинна витрата теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що потрапляє у приміщення за рахунок повітрообміну визначається формулою:

$$Q_{ВЕНТ}^{год} = L * C_n * \rho_n * (t_v - t_{оп}^p)$$

$t_{оп}^p = -23$ °C - розрахункова температура зовнішнього повітря для розрахунку опалення

$$Q_{ВЕНТ}^{год} = 150,0 * 0,24 * 1,25 * (21 + 23) = 1980 \text{ ккал/год або } 2,3 \text{ кВт}$$

Побутові надходження тепла в житлові приміщення визначається у відповідності до методології ДСТУ НБА.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будівель»

5.8 Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду $Q_{вн.п}$, кВт*год, визначаються за формулою:

$$Q_{вн.п} = \chi_1 * q_{вн.п} * z_{оп} * F,$$

де $\chi_1 = 0,024$ – розмірний коефіцієнт;

$q_{вн.п}$ – величина побутових теплонадходжень на 1 м² житлової площі будівлі або розрахункової площі громадського будинку, Вт/м², визначається для:

а) житлових будинків $q_{вн.п} = 10$ Вт/м²;

$z_{оп}$ – тривалість, діб, опалювального періоду, що визначається згідно зі СНиП 2.01.01 для періоду з середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше ніж 10 °C – у разі проектування лікувально-профілактичних та дитячих закладів, та не більше ніж 8 °C – в інших випадках;

F – для житлових будинків – площа квартир, для громадських будинків – розрахункова площа, м².

$$Q_{вн.п} = 0,024 * 10 * 178 * 178,8 = 7638 \text{ кВт*год}$$

або

$$Q_{вн.п} = 6,6 \text{ Гкал/рік}$$

Річна витрата теплової енергії будинком, що має генеруватись у будинку:

$$Q_{ТТ}^{рік} = (19,3 + 4,2 + 3,65) - 6,6 = 20,55 \text{ Гкал/рік}$$

Розрахункове теплове навантаження на теплогенеруюче обладнання.

$$Q_{ТТ}^{год} = Q_{ОК}^{год} + Q_{ТГВ}^{год} + Q_{ВЕНТ}^{год} = 10,6 + 2,3 + 1,4 = 14,3 \text{ кВт}$$

Річне та помісячне споживання теплової енергії (електроенергії) та теплова потужність теплогенерації для теплогенераторної установит: тепловий насос – електрокотел.

Розрахункове річне споживання теплової енергії житловим будинком становить **20,55 Гкал/рік**

в тому числі:

- витрати тепла огорожувальними конструкціями..... 19,3 Гкал/рік
- витрати тепла на нагрів вент. повітря 4,2 Гкал/рік
- витрати тепла на нагрів гарячої води 3,65 Гкал/рік
- побутові теплові надходження -6,6 Гкал/рік

Розрахункове теплове навантаження теплогенеруючого обладнання становить **14,3 кВт**
в тому числі:

- на покриття втрат тепла через огорожувальні конструкції.....**10,6 кВт**
- на покриття витрат тепла на нагрівання вентиляційного повітря**2,3 кВт**
- на покриття витрат тепла на приготування гарячої води **1,4.кВт**

Приведені вище розрахунки визначають максимально можливі річні витрати тепла та розрахункову потужність теплогенеруючого обладнання.

Користуючись приведеною вище методологією можна визначити помісячні витрати теплової енергії та енергоносіїв. Такий розрахунок приведений нижче.

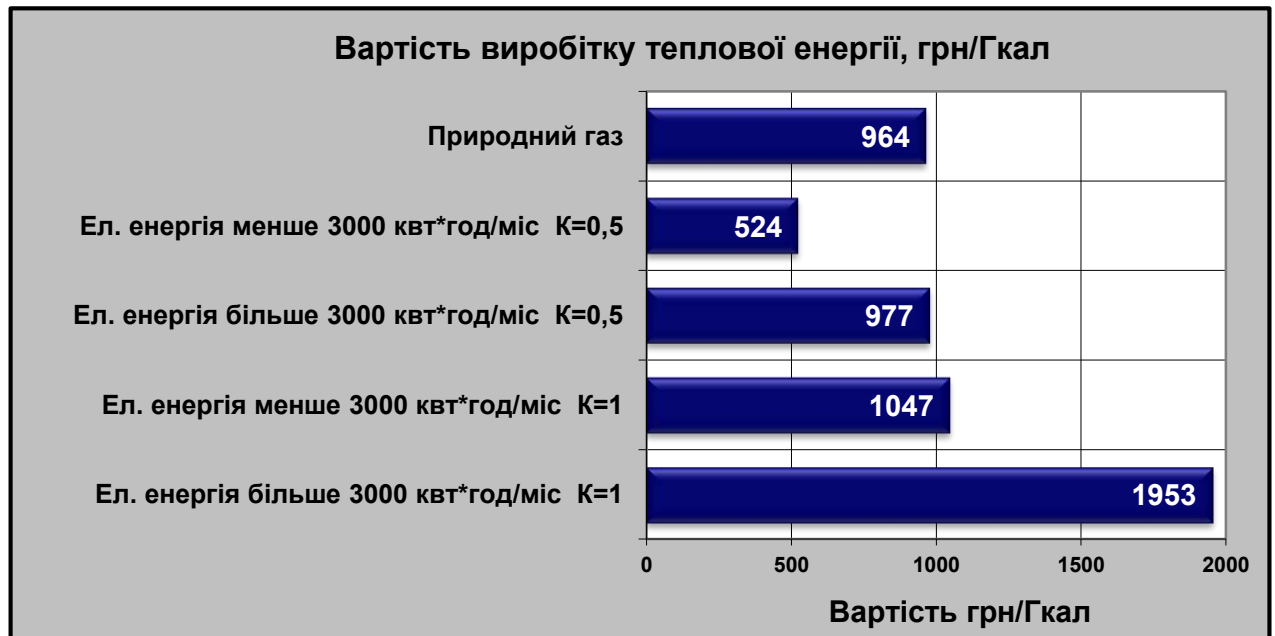
При виконанні розрахунку прийнято, що генерація теплової енергії здійснюється ґрунтовим тепловим насосом, що працює за моновалентною схемою та електрокотлом, що може працювати в альтернативному режимі.

Перед тим, як виконати, згадані вище розрахунки, важливо визначити один із найголовніших показників, що визначає економічність системи тепlopостачання - вартість палива (первинного енергоносія) на одиницю виробленої теплової енергії.

Аналізу підлягають варіанти використання електроенергії при місячному споживанні до 3000 кВт*год та більше 3000 кВт*год за номінальним тарифом та за нічним пільговим тарифом при використанні двозонних тарифів. Додатково розглядається варіант використання природного газу.

На графіку рисунку 1 приведені дані щодо вартості паливної складової 1 Гкал теплової енергії для різних енергоносіїв та для різних режимів їх застосування.

Рисунок 1



В таблиці 2 приведений розрахунок економії споживання електроенергії та коштів на оплату електроенергії при порівнянні варіантів тепlopостачання:

- варіант 1 – застосування електричного котла;
- варіант 2 – застосування теплового насосу.

При розрахунку економії коштів розглядались фактори застосування двозонного тарифу. Застосування двозонного тарифу дає можливість додатково заощадити 15-17% коштів.

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА КОШТІВ

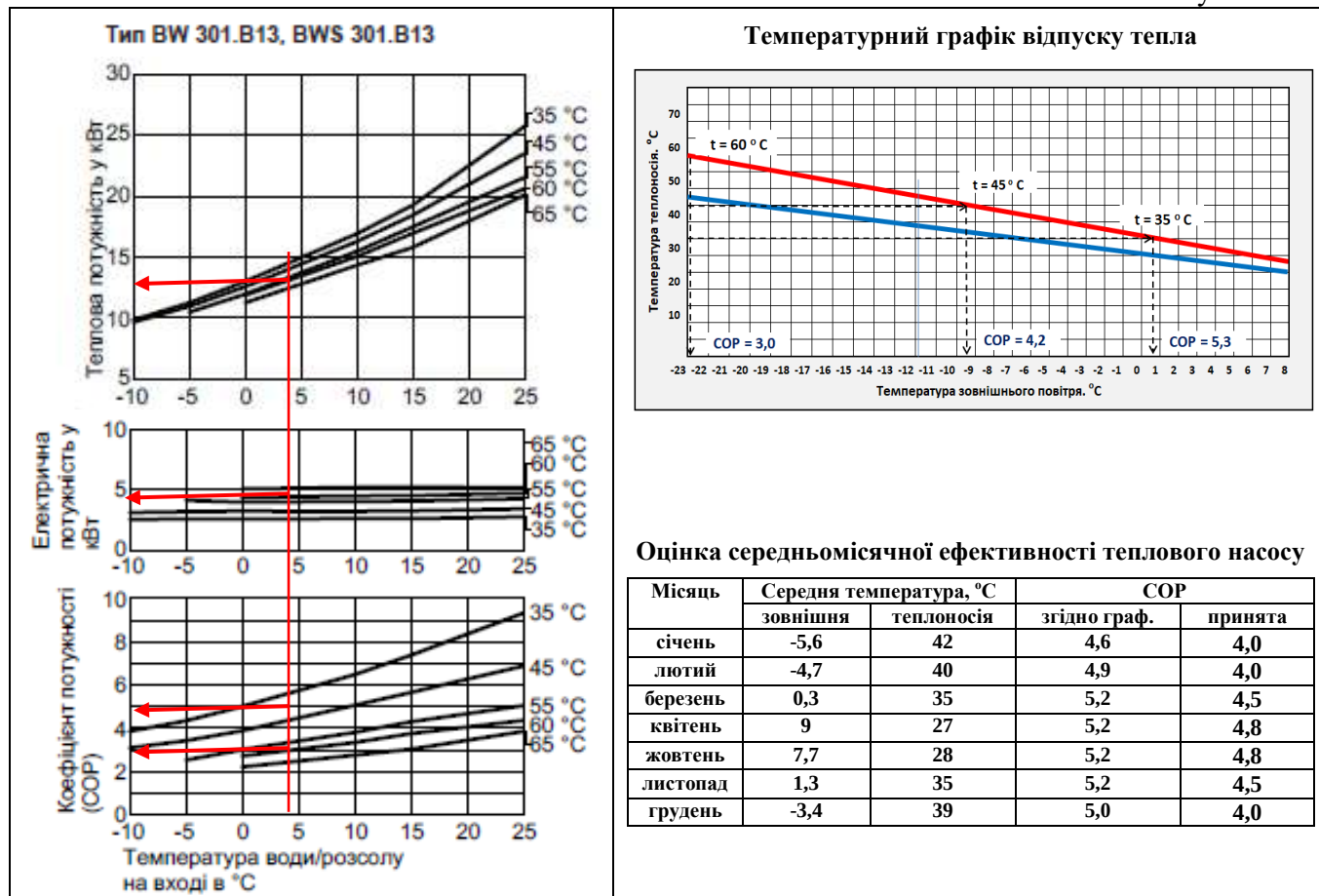
Таблиця 2

	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	верес	жовт	лист	груд	за рік
Розрахункова середньоміс. темпер. °C	-5,6	-4,7	0,3	9						7,7	1,3	-3,4	-0,8
Кількість діб (для опалення)	31	28	31	12						15	30	31	178
Розрахунок помісячного споживання тепла													
Загальне спожив. тепла Гкал/міс	4,15	3,61	3,05	0,61	0,30	0,33	0,30	0,34	0,30	0,93	2,77	3,77	20,5
в тому числі:													
- втрати огороженнями	4,10	3,58	3,19	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	2,94	3,76	19,3
- нагрів вентиляційного повітря	0,89	0,78	0,69	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,64	0,82	4,2
- нагрів гарячої води	0,30	0,28	0,31	0,29	0,30	0,33	0,30	0,34	0,30	0,27	0,30	0,33	3,7
- побутові теплові надходження	-1,14	-1,03	-1,14	-0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,55	-1,10	-1,14	-6,6
Розрахунок споживання електроенергії (ЕЛЕКТРОКОТЕЛ) та витрат коштів.													
Загальне споживання електроенергії, квт*год	4828	4194	3552	710	349	384	349	397	349	1077	3226	4383	23797
Ціна електроенергії, грн/квт*год	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	
Вартість електроенергії, грн/міс	8111	7045	5968	1193	586	645	586	666	586	1810	5420	7363	39978
Розрахунок споживання електроенергії (ТЕПЛОВИЙ НАСОС).													
Коеф. перетворення теплового насоса COP	4,0	4,0	4,5	4,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,8	4,5	4,0	
Загальне споживання електроенергії, квт*год	1207	1048	789	148	349	384	349	397	349	224	717	1096	7056
Ціна електроенергії, грн/квт*год	0,90	0,90	0,90	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	0,90	0,90	0,90	
Вартість електроенергії, грн/міс	1086	944	710	248	586	645	586	666	586	202	645	986	7891
ЕКОНОМІЯ													
Електроенергії	3621	3145	2763	562	0	0	0	0	0	853	2509	3287	16740
Коштів	7024	6102	5257	944	0	0	0	0	0	1608	4775	6377	32087

На рисунку 2 приведені графіки та таблиця, що обґрунтовують показники ефективності теплового насосу. При цьому прийнято:

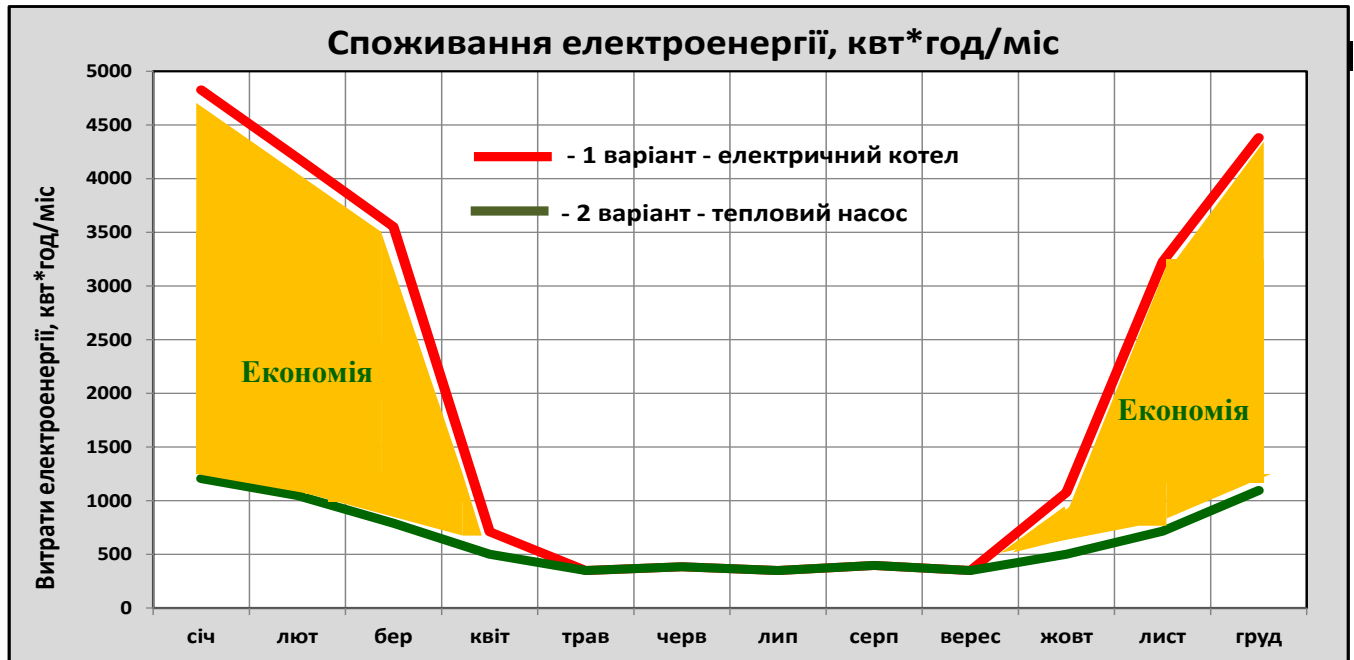
- розрахункові параметри теплоносія 60/45 °C;
- розрахункова температура розсолу +4,0 °C

Рисунок 2



На рисунку 3 приведений графік споживання електроенергії для 2-х варіантів, що розглядаються.

Рисунок 3



В таблиці 3 приведений розрахунок економії споживання електроенергії та коштів на оплату електроенергії при порівнянні варіантів теплопостачання (без врахування витрат на гаряче водопостачання):

- варіант 1 – застосування електричного котла;
- варіант 2 – застосування теплового насосу.

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ТА КОШТІВ

Таблиця 2

3

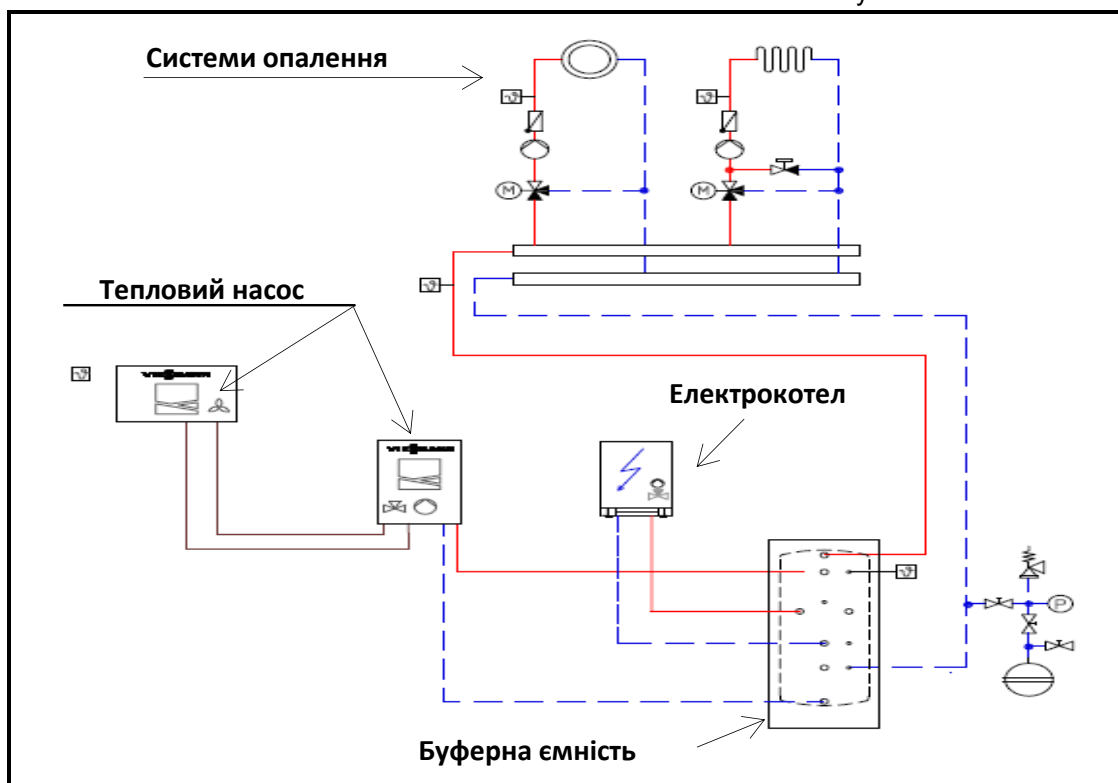
	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	верес	жовт	лист	груд	за рік
Розрахункова середньоміс. темпер. °C	-5,6	-4,7	0,3	9						7,7	1,3	-3,4	-0,8
Кількість діб (для опалення)	31	28	31	12						15	30	31	178
Розрахунок помісячного споживання тепла													
Загальне спожив. тепла Гкал/міс	3,85	3,33	2,74	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	2,47	3,44	16,8
в тому числі:													
- втрати огороженнями	4,10	3,58	3,19	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	2,94	3,76	19,3
- нагрів вентиляційного повітря	0,89	0,78	0,69	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,64	0,82	4,2
- нагрів гарячої води	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
- побутові теплові надходження	-1,14	-1,03	-1,14	-0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,55	-1,10	-1,14	-6,6
Розрахунок споживання електроенергії (ЕЛЕКТРОКОТЕЛ) та витрат коштів.													
Загальне споживання електроенергії, квт*год	4479	3868	3192	373	0	0	0	0	0	763	2878	3999	19551
Ціна електроенергії, грн/квт*год	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	
Вартість електроенергії, грн/міс	7525	6498	5362	626	0	0	0	0	0	1282	4834	6718	32846
Розрахунок споживання електроенергії (ТЕПЛОВИЙ НАСОС).													
Коеф. перетворення теплового насоса COP	4,0	4,0	4,5	4,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,8	4,5	4,0	
Загальне споживання електроенергії, квт*год	1120	967	709	78	0	0	0	0	0	159	639	1000	4672
Ціна електроенергії, грн/квт*год	0,90	0,90	0,90	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	0,90	0,90	0,90	
Вартість електроенергії, грн/міс	1008	870	638	130	0	0	0	0	0	143	576	900	4265
ЕКОНОМІЯ													
Електроенергії	3359	2901	2482	295	0	0	0	0	0	604	2238	2999	14879
Коштів	6517	5628	4724	496	0	0	0	0	0	1139	4259	5818	28581

Додаткове технічне рішення щодо впровадження (як варіант) теплого насосу «повітря- вода».

Розглянутий варіант застосування теплового насосу виключно для потреб опалення. Для потреб гарячого водопостачання розглядається варіант застосування ємкісного електричного бойлера, як самостійного агрегата не пов'язаного з теплонасосною установкою та електродкотлом.

Схема теплонасосної установки приведені на рисунку 1.

Рисунок 1



Для вибору оптимальних параметрів теплонасосної установки спільно розглянемо:

- графік теплової потужності системи опалення (рисунку 1 звіту);
- температурний графік теплоносія системи опалення (рисунку 2 звіту);
- графік характеристик запропонованого теплового насосу (рисунку 2);
- графік тривалості стояння температур зовнішнього повітря (рисунку 3).

Помітний ефект від впровадження теплонасосної установки може бути досягнутий тоді, коли робота теплового насосу буде не епізодичною, а доволі тривалою на протязі опалювального періоду. Аналіз графіка 3 показує, що в разі, якщо температурною зоною роботи теплового насосу буде діапазон температур зовнішнього повітря від $+8^{\circ}\text{C}$ до $0 - (-2^{\circ}\text{C})$, то тривалість роботи теплового насосу становитиме біля 40-45% тривалості опалювального періоду. За таких умов згідно графіка рисунку 1 звіту тепла потужність теплового насосу має становити біля 6 кВт.

Згідно графіка рисунку 2 звіту максимальна температура теплоносія на виході із теплового насосу має становити $35-37^{\circ}\text{C}$. Низька температура теплоносія буде сприяти досягненню високих значень коефіцієнта перетворення.



Розглянемо варіант застосування повітряно – водяного теплового насосу

Vitocal 200-S AWB 201.D08

Рисунок 1 звіту

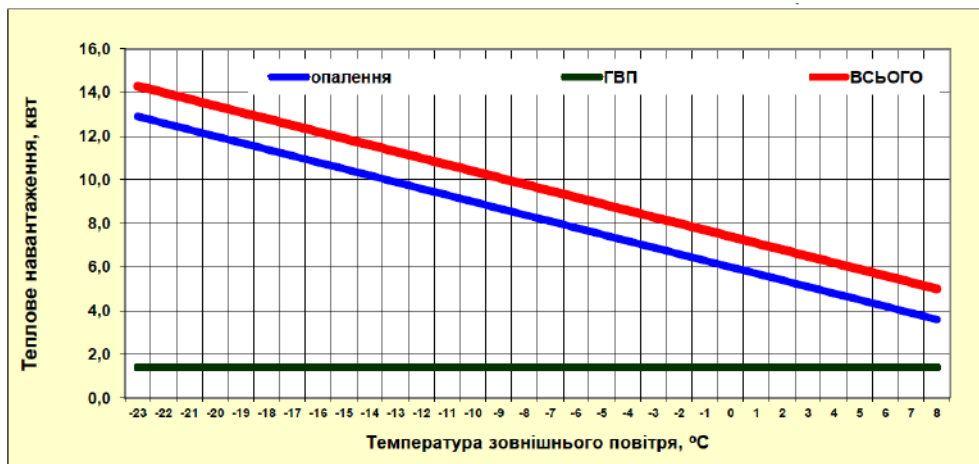


Рисунок 2 звіту

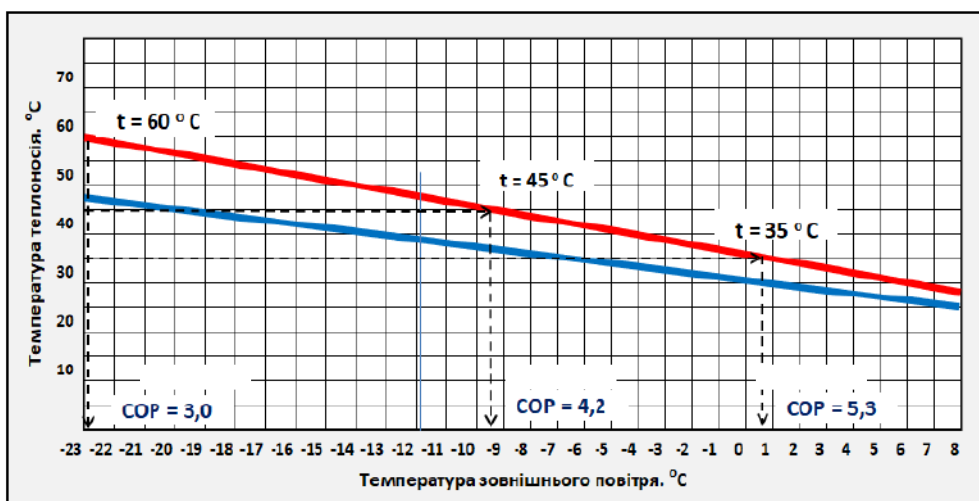


Рисунок 2

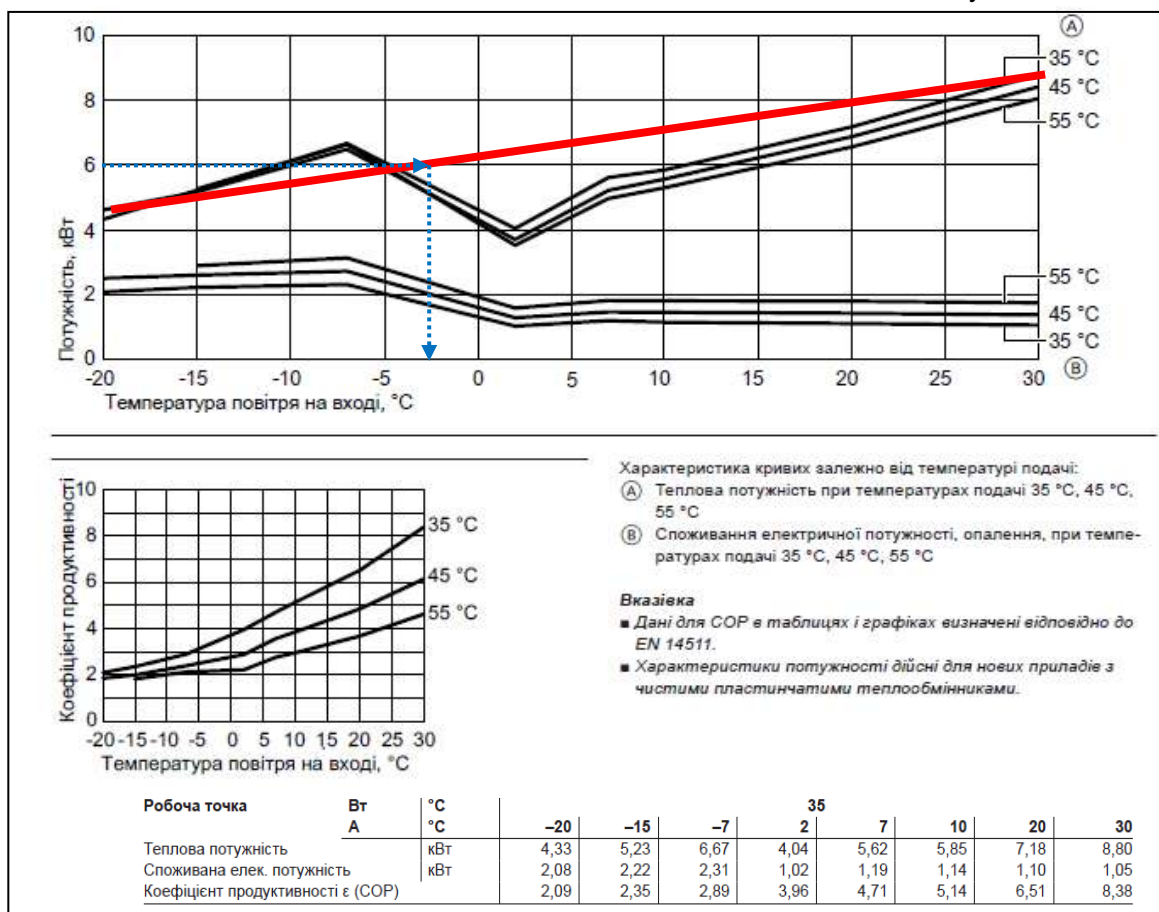
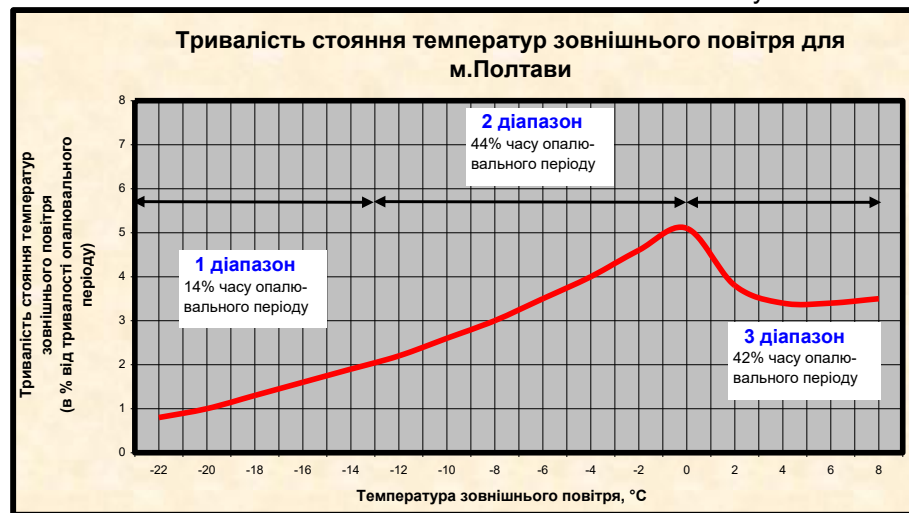


Рисунок 3



Графік теплової потужності теплового насосу (рисунок 2) відповідає максимальному значенню коефіцієнта перетворення теплового насосу (COP). Це відповідає маркетинговій політиці виробника за умов, що COP є основним показником, що характеризує якість продукції. Зменшення теплової потужності теплового насосу при забезпеченні максимальних значень COP при температурах зовнішнього повітря від -5 °C до +5 °C пояснюється особливостями термодинамічних характеристик вологого повітря.

Інформація графіка рисунку 2 свідчить лише про забезпечення максимального значення коефіцієнта перетворення теплового насосу (COP). Реальний графік теплової потужності теплового насосу буде приблизно таким, що відповідає червоній лінії.

Середній коефіцієнт перетворення теплового насосу буде мати значення близьке до COP = 2 при температурі зовнішнього повітря -2°C та COP = 4 при температурі зовнішнього повітря +8°C.

В таблиці 1 приведений розрахунок вартості теплонасосної установки та теплового пункту для систем опалення будинку.

Таблиця 1

1 Євро = 33 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість (з ПДВ)		
				Євро		грн
				один.	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.					8134	268419
1	Обладнання теплонасосної установки в комплекті:	компл	1	5752	5752	189813
	- тепловий насос Vitocal 200-IS AWB-M 201/D08					
	- буферна ємність Vitocell 100-E SVPA 400 л					
	- ємкісний водопідігрівач Vitocell 100-W 200 л.					
	- занурювальний датчик температури					
2	Мідний трубопровід для фріону 3/8" 15 м	компл	1	29	29	957
3	Електрокотел protherm Skat 12 квт	шт	1	600	600	19800
4	Насос WILO TOP-S	шт	4	180	720	23760
5	Клапани регулюючі 3-ходові dy 20	шт	2	180	360	11880
6	Комплект розширювальних баків	компл	1	38	38	1254
7	Манометри, термометри	компл	1	20	20	660
8	Електротехнічні матеріали	компл	1	100	100	3300
9	Арматура трубопровідна запірна	компл	1	180	180	5940
10	Трубопроводи та фітинги	компл	1	200	200	6600
11	Теплова ізоляція (синтетичний каучук)	компл	1	35	35	1155
12	Допоміжні та невраховані матеріали	компл	1	100	100	3300
2. Проектні роботи.					0	0
3. Монтажні роботи та пусконаладжувальні роботи					976	53684
Всього за розділами 1-3:					9110	322102

Вартість теплонасосної установки «повітря-вода» значно нижча за вартість ґрунтової теплонасосної установки через відсутність ґрунтових зондів.

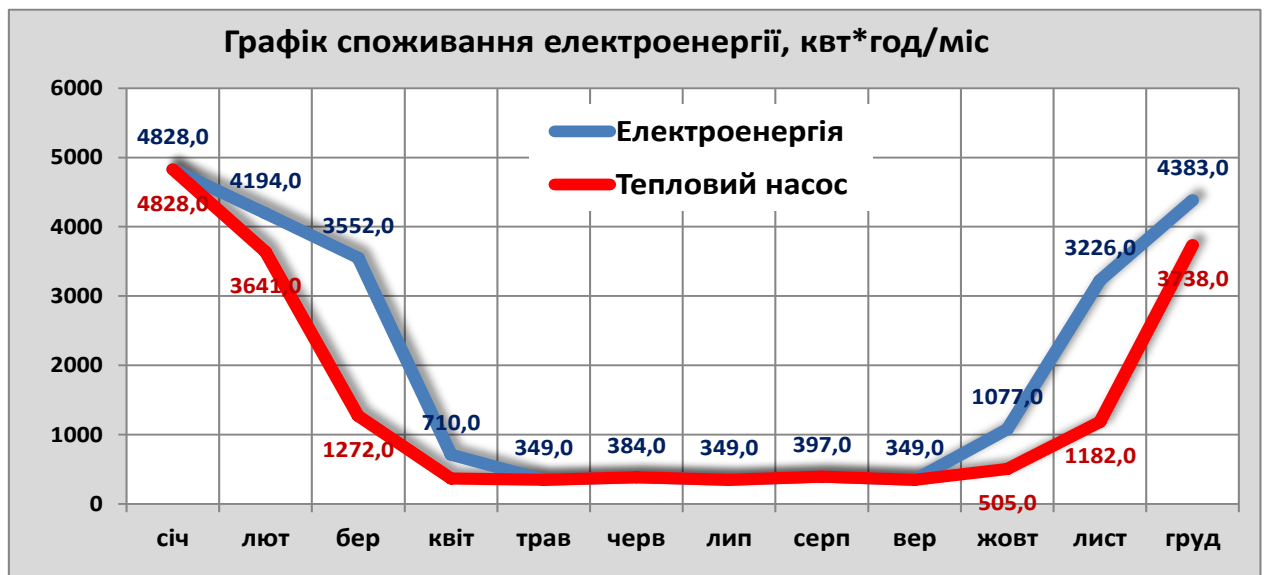
Для теплового насоса «повітря – вода» застосовується бівалентна альтернативна схема, при якій електрокотел відіграє одну з основних ролей. Тому до застосування пропонується більш якісний автоматизований електричний котел Protherm-Skat 12 квт

Економічний ефект впровадження теплового насосу «повітря-вода» визначити досить складно через відсутність інформації про реальну тривалість стояння температур зовнішнього повітря та залежність тарифу на електроенергію від об'єму її споживання.

Досить приблизно можна оцінити скорочення споживання електроенергії за рахунок впровадження повітряного теплового насосу використовуючи електронну таблицю, що використовувалась при розробці Технічних рішень. Користуючись згаданою таблицею можна оцінити, що економія електроенергії становитиме 6 - 7 тисяч квт*год на рік

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ (ілюстрація оцінки)

	січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	верес	жовт	лист	груд	за рік
Розрахункова середньоміс. темпер. °C	-5,6	-4,7	0,3	8						7,7	1,3	-3,4	-0,8
Кількість діб (для опалення)	0	8	31	12						15	31	10	
Розрахунок помісячного споживання тепла													
Загальне спожив. тепла Гкал/міс	0,00	0,95	2,74	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	2,56	1,11	8,4
в тому числі:													
- втрати огороженнями	0,00	1,02	3,19	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	3,04	1,21	10,2
- нагрів вентиляційного повітря	0,00	0,22	0,69	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,66	0,26	2,2
- нагрів гарячої води	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
- побутові теплові надходження	0,00	-0,29	-1,14	-0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,55	-1,14	-0,37	-4,0
Розрахунок споживання електроенергії (ЕЛЕКТРОКОТЕЛ) та витрат коштів.													
Загальне споживання електроенергії, квт*год	0	1105	3192	457	0	0	0	0	0	763	2974	1290	9781
Ціна електроенергії, грн/квт*год	1,68	1,68	1,68	1,68						1,68	1,68	1,68	
Вартість електроенергії, грн/міс	0	1857	5362	768	0	0	0	0	0	1282	4996	2167	16432
Розрахунок споживання електроенергії (ТЕПЛОВИЙ НАСОС).													
Коеф. перетворення теплового насосу COP		2,0	3,5	4,0						4,0	3,2	2,0	
Загальне споживання електроенергії, квт*год	0	553	912	114	0	0	0	0	0	191	929	645	3344
Ціна електроенергії, грн/квт*год	0,90	0,90	0,90	0,90						0,90	0,90	0,90	
Вартість електроенергії, грн/міс	0	497	821	103	0	0	0	0	0	172	836	580	3009
ЕКОНОМІЯ													
Електроенергії	0	553	2280	343	0	0	0	0	0	572	2044	645	6437



Додатково додаю графік. Синє – це коли без теплового насосу, червоне – з використанням повітряного теплового насосу.

Цю інформацію не можна вважати абсолютно об'єктивною, бо не вистачає об'єктивних вихідних даних. Це частково розрахунки, частково інтуїція. Одним словом «загальна оцінка»

Економія буде в березні-квітні та жовтні-листопаді. В ці місяці буде мати місце економія споживання та зниження споживання нижче 3000 квт*год/міс

Інколи погода може подарувати лютий., але може і відібрати березень