

Модернізація інженерних систем в багатоквартирному будівництві з використанням відновлюваних джерел енергії

Доповідач ст.гр, ТГ_18м

Юхимчук Катерина

Науковий керівник к.т.н., доцент Петрусь В.В.

Кафедра інженерних систем у будівництві

Вінницький національний технічний
університет

- **Актуальність роботи.** Україна посідає перше місце за енергоємністю ВВП на кілограм умовного палива, а саме 0,89 кг у.п. / долар США. Середня витрата кілограма умовного палива на 1 долар США в цілому по світовому співтовариству – 0,34, у Франції та Німеччині - 0,26, в Угорщині – 0,30, у Білорусі – 0,50.



- **Метою роботи** є розробка варіанта проектного рішення системи опалення для створення оптимальних мікрокліматичних умов у приміщеннях будинку із використанням енергоефективних технологій, що забезпечить зменшення споживання теплової та електричної енергії, а також зменшить використання традиційних видів палив, зокрема природнього газу.
- **Об'єктом дослідження** – процеси теплообміну в приміщеннях багатоквартирних житлових будинків, гідравлічні та теплообмінні процеси системи опалення та процеси вироблення та використання енергії з альтернативних джерел.
- **Предметом дослідження** – комбіновані системи опалення житлових будинків з використанням сонячних батарей, теплових насосів і газових котлів.

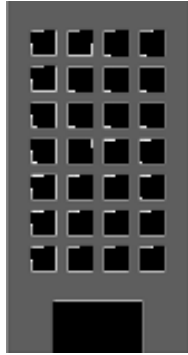


○ Для досягнення поставленої мети у ході виконання роботи необхідно розв'язати **наступні задачі:**

- виконати аналітичний огляд сучасного стану в галузі альтернативних джерел енергії;
- вибрати найбільш енергоефективну схему влаштування системи опалення;
- виконати техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розробити оптимальні схеми теплопостачання з використанням альтернативних джерел енергії;
- розробити схеми систем опалення на планах поверхів;
- побудувати аксонометричні схеми системи опалення та виконати математичне моделювання гідравлічних та теплових режимів системи опалення;
- визначити склад і об'єми робіт для монтажу системи опалення;
- розробити необхідні креслення системи та окремі монтажні вузли;
- розробити календарний графік виконання робіт, а також підібрати необхідний інструмент та обладнання для виконання робіт;
- розробити заходи з охорони праці та цивільного захисту.



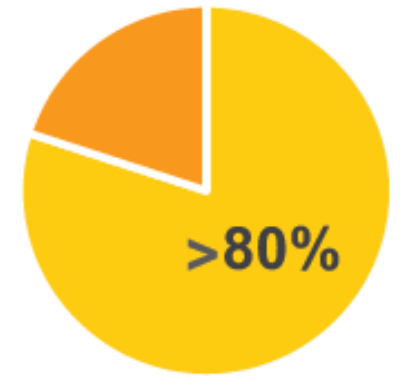
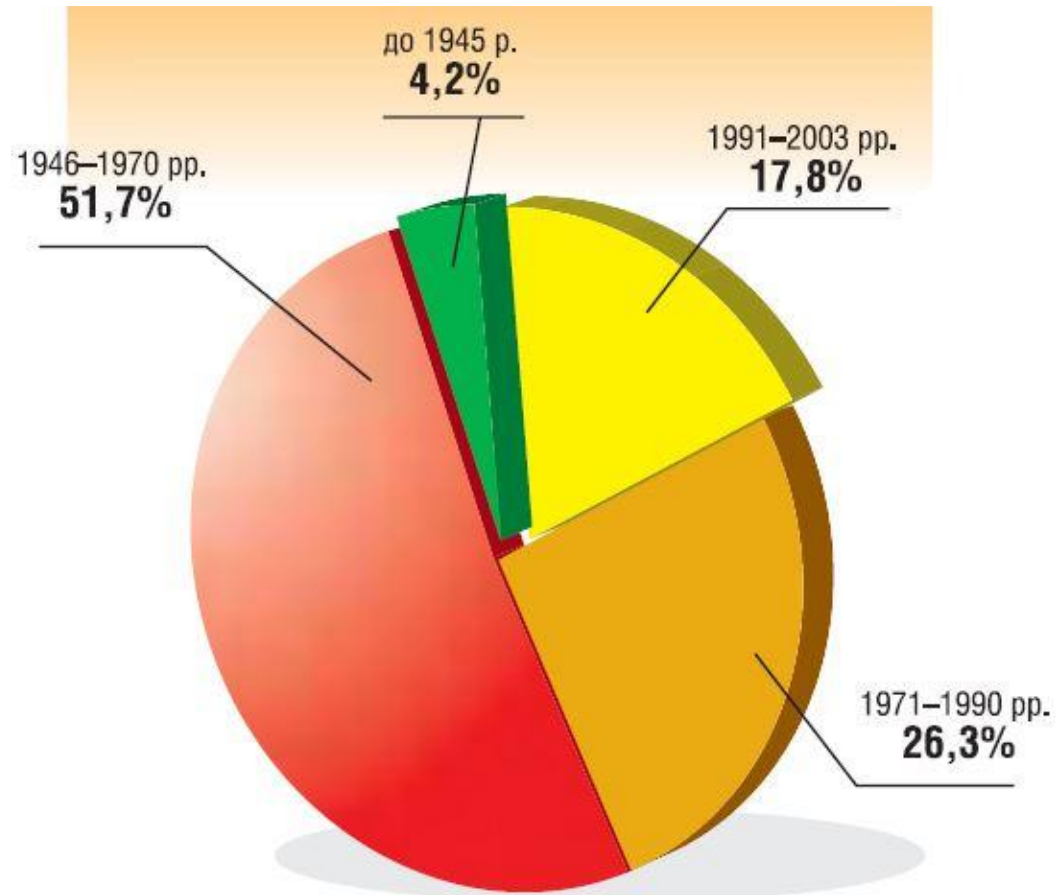
СТАН ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ



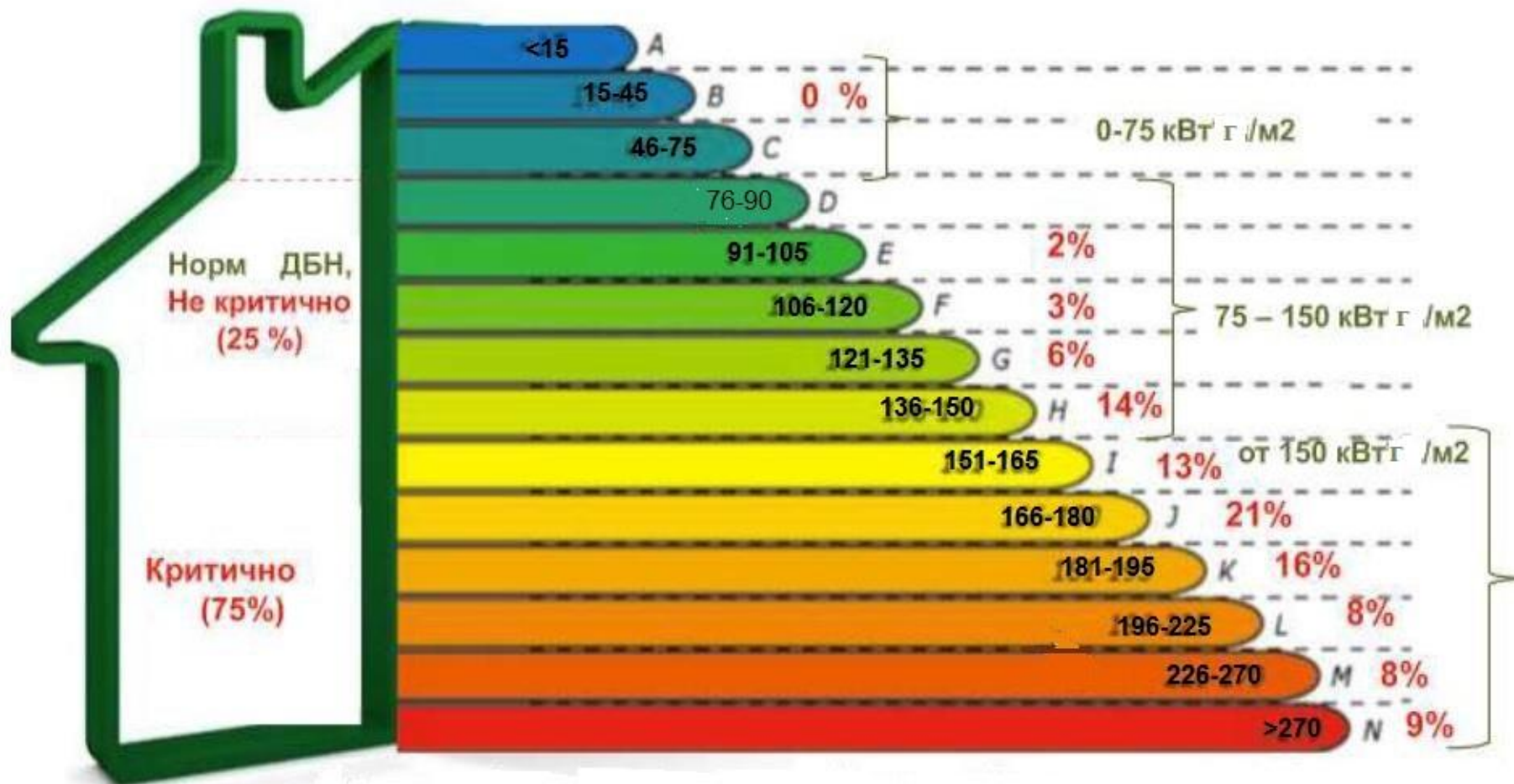
- 239 тис. багатоквартирних житлових будинків
 - Житлові будинки, що потребують санації



енерговтрати
60-80%



СТАН ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ



0%

25%

75%



СТАН ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНІ

Житловий сектор споживає на опалення

18 млрд. куб.м.

або 45% загального споживання газу
в Україні в 2014 році*



Індивідуальний будинок

- 6.5 млн. будинків загальною площею 622 млн. кв.м.
- **80%** потребують термомодернізацію
- Потенціал зниження споживання газу – **8.0 млрд. куб.м.***
- Для цього в заходи з термомодернізації та заміну котлів необхідно інвестувати **300 млрд. грн*** (\$14 млрд.)

**за оцінками консультантів McKinsey & Company*

Багатоквартирний будинок

- 255 тис. будинків загальною площею 464 млн. кв.м. (створено 16.5 тис. ОСББ)
- **80%** потребують термомодернізацію
- Потенціал зниження споживання газу – **3.5 млрд. куб.м.***
- Для цього в заходи з термомодернізації та встановлення ІТП необхідно інвестувати **400 млрд. грн*** (\$18 млрд.)

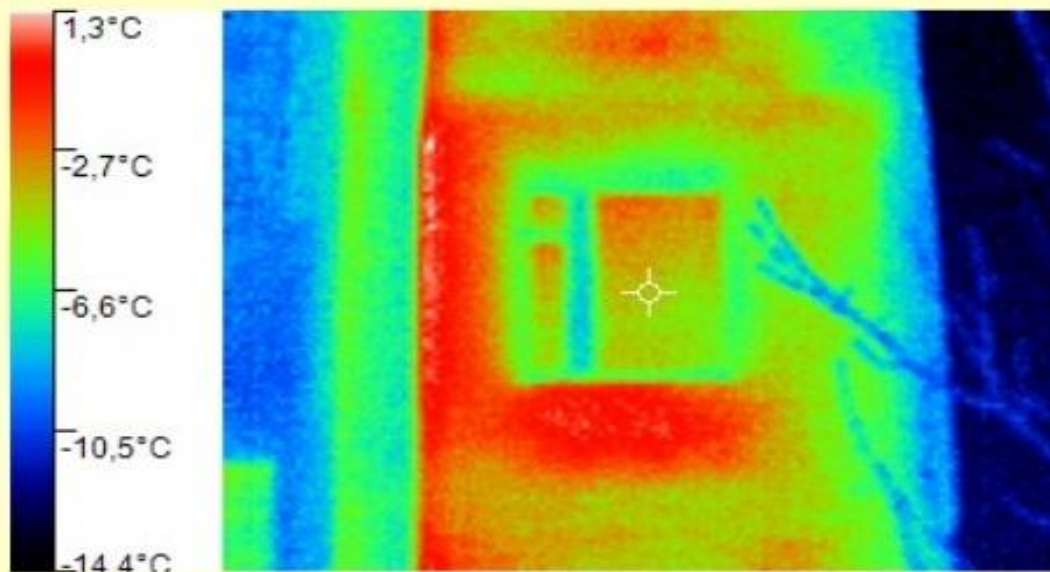
Термограми теплових втрат у житловому будинку

Температура повітря назовні
 -14°C

Температура зовнішньої
поверхні стіни - близько $+1^{\circ}\text{C}$

Температура внутрішньої
поверхні стіни $+3^{\circ}\text{C} \dots +5^{\circ}\text{C}$

Вологість внутрішньої
поверхні стіни - 100%
(пліснява, грибок та інші
проблеми)



ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ М. ВІННИЦІ ([HTTP://BLDNG.INFO](http://bldng.info))

Адреса:

Келецька 128

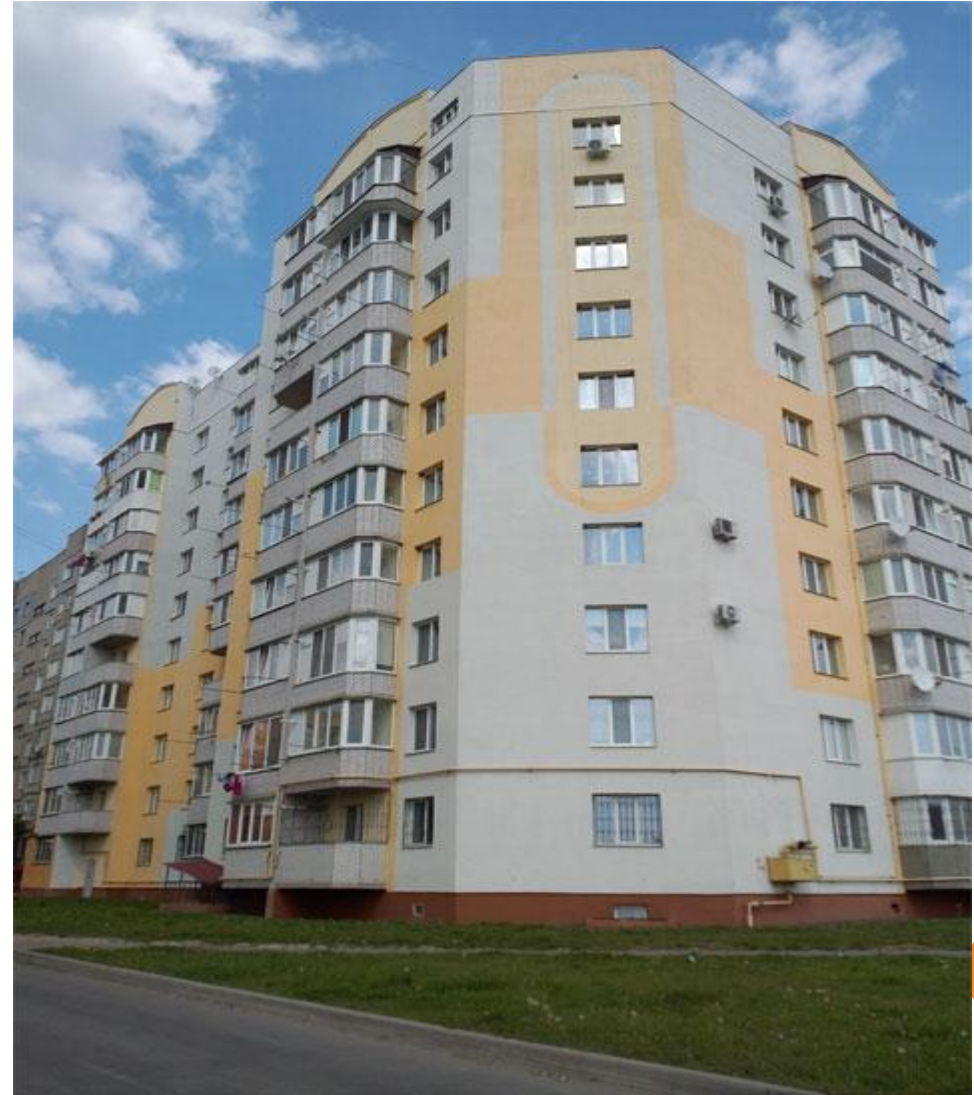
Рік забудови: 2010

Кількість поверхів: 9

Матеріал стін: цегла

Опалювальна площа: 5587 м²

Кількість квартир: 90



ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ М. ВІННИЦІ ([HTTP://BLDNG.INFO](http://bldng.info))

Адреса: [Келецька](#) 136

Рік за будови: [2001](#)

Тип будинку: [житлові](#)

Кількість поверхів: [10](#)

Матеріал стін: [Цегла](#)

Опалювальна площа: 10680 м²

Кількість квартир: [201](#)



ТЕПЛОВІЗИРНЕ ОБСЕЖЕННЯ

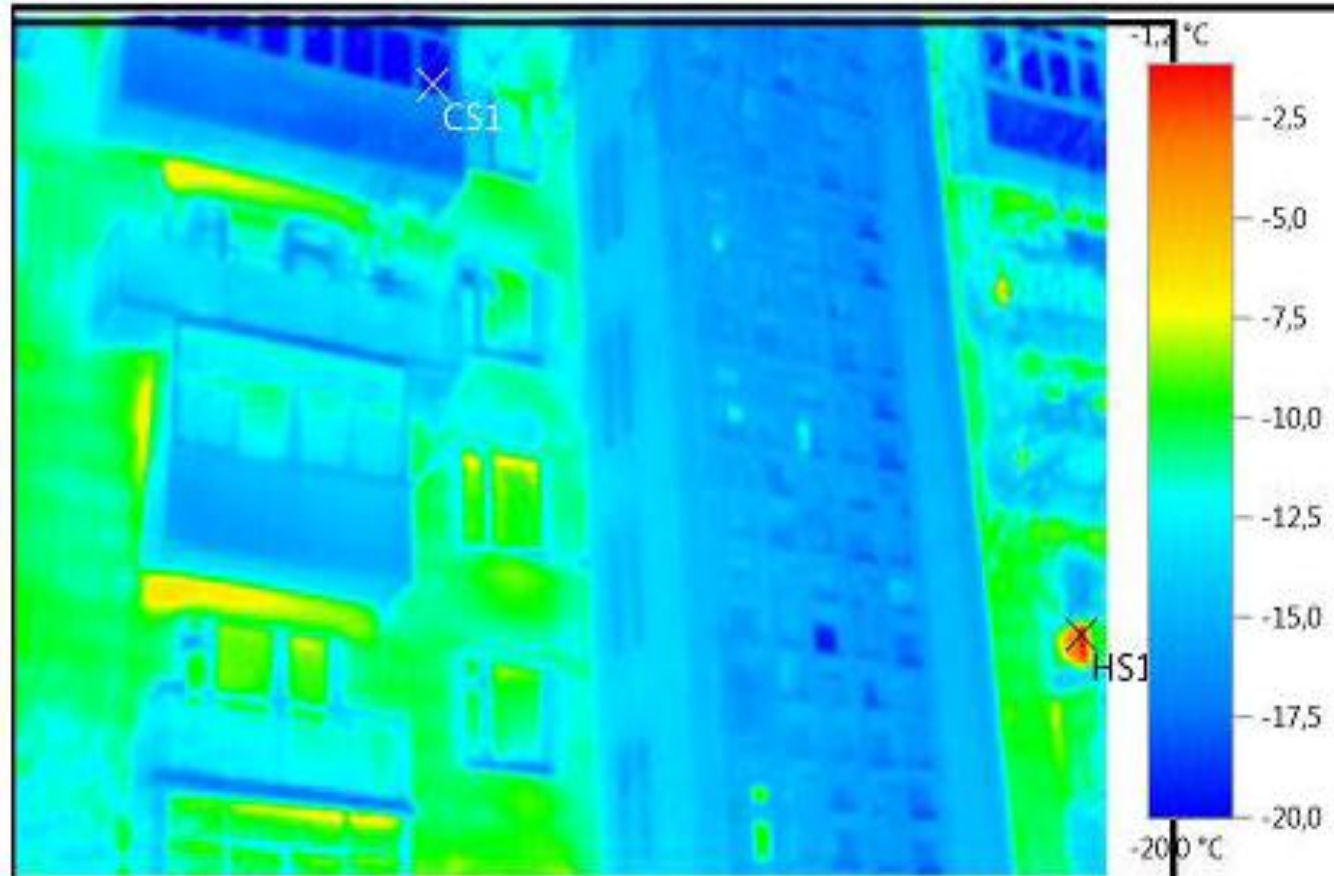
Залізобетонні перекриття між поверхами



Через те, що залізобетон має досить велику теплопровідність, він має значно вищу температуру, ніж інші огороджуючі конструкції, тобто, через нього втрачається більше тепла. Такі стики варто ізолювати.

ТЕПЛОВІЗІРНЕ ОБСЕЖЕННЯ

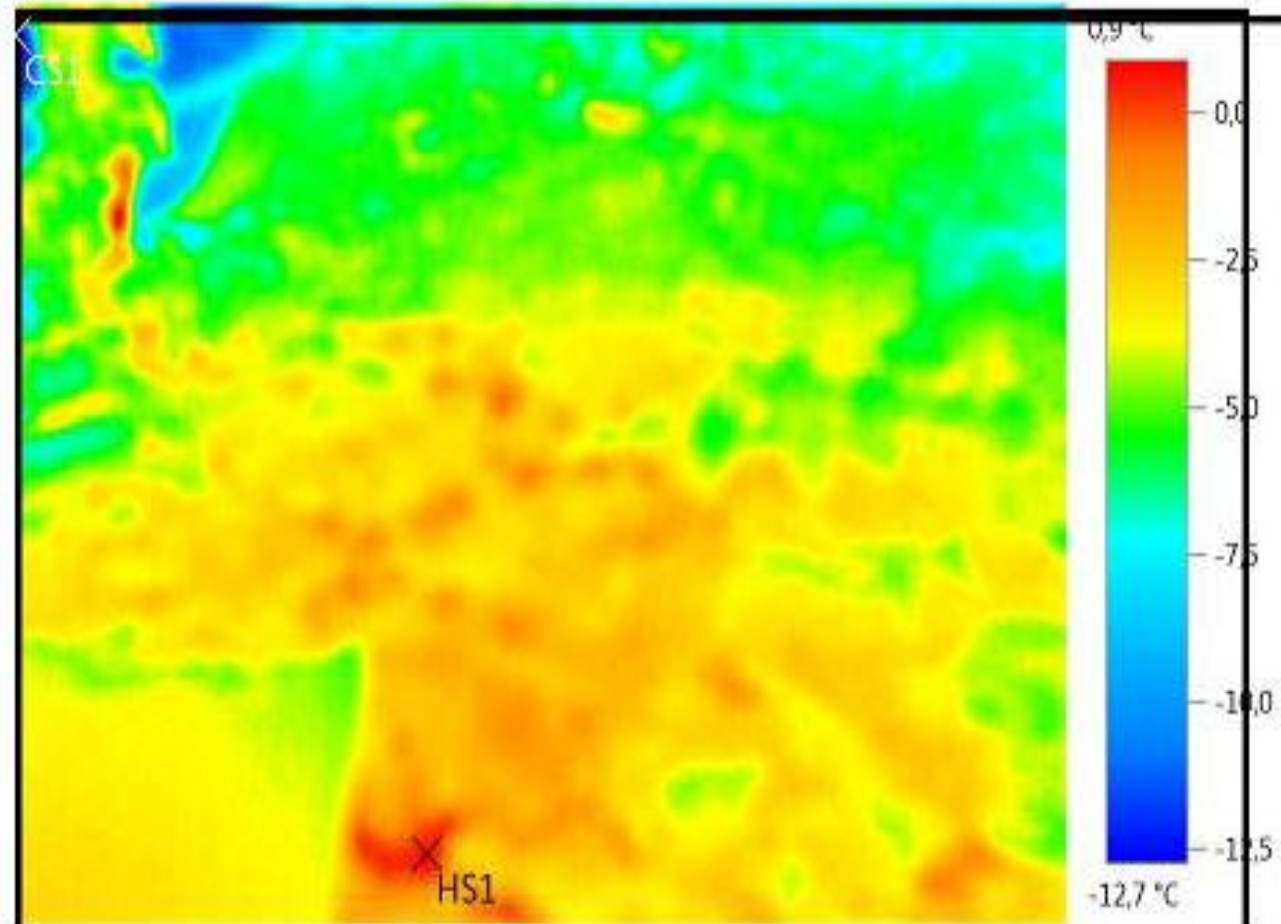
Незасклений балкон:



Видно, що тепловтрати при незаскленому балконі значно більше. Повітряний прошарок у заскленому балконі слугує хорошим тепло ізолятором, і на зовнішній частині стіни температура буде значно вища.

ТЕПЛОВІЗІРНЕ ОБСЕЖЕННЯ

Втрати через перекриття горища:



Температура перекриття над житловими приміщеннями є високою, термічний опір перекриття не відповідає нормі, присутні великі тепловтрати.

ТЕПЛОВІЗИРНЕ ОБСЕЖЕННЯ НЕІЗОЛЬВАНІ ТРУБОПРОВОДИ В ПІДВАЛІ

трубопроводи:

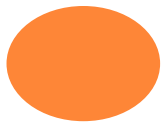
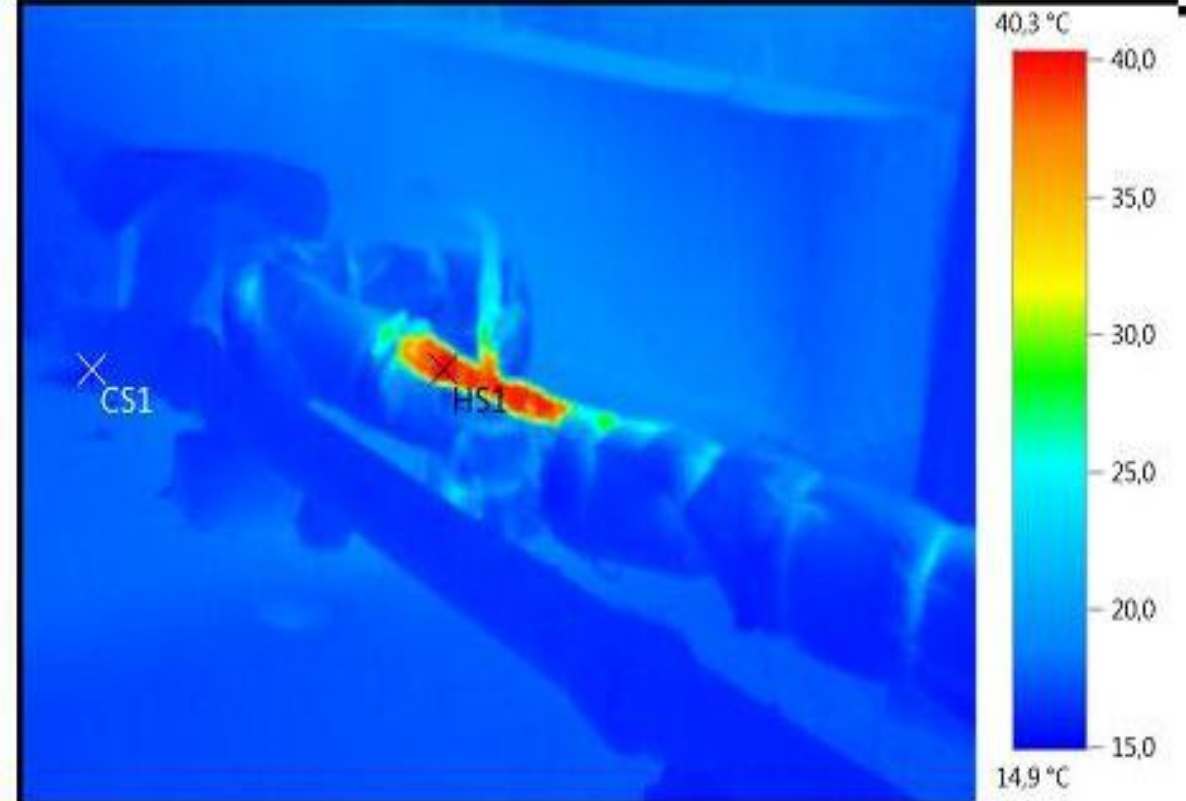
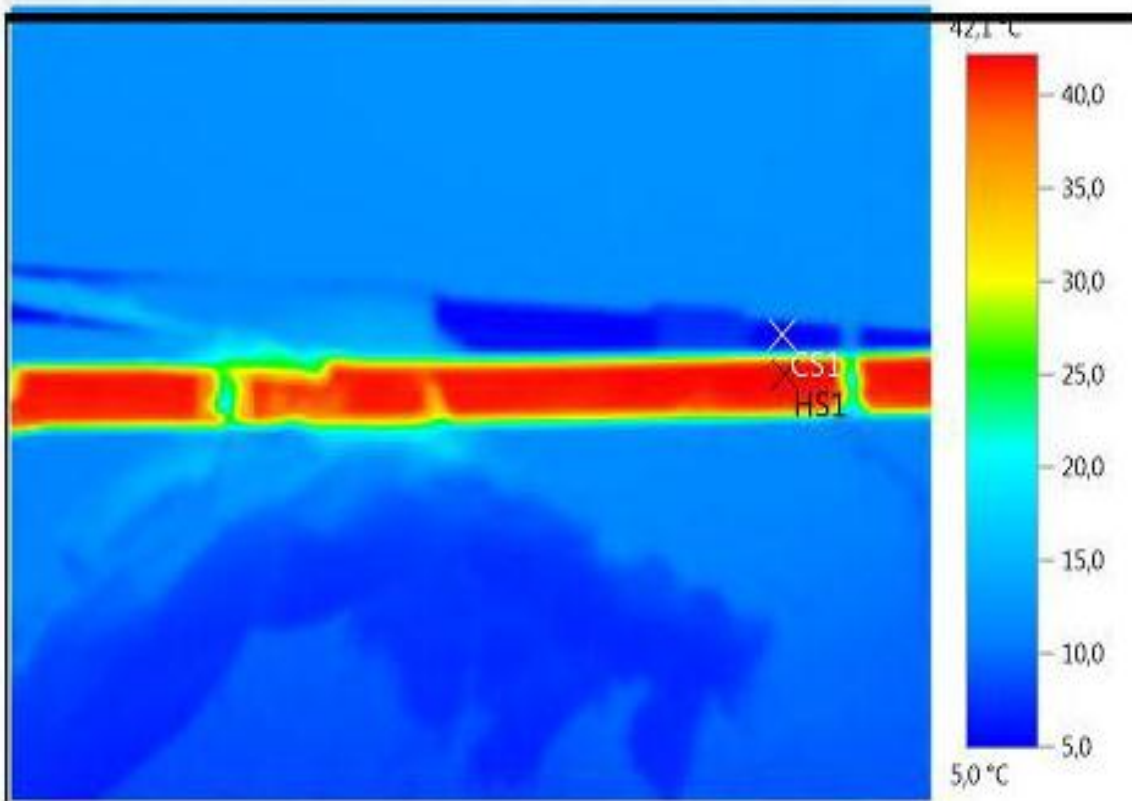


Схема розташування системи опалення на плані першого поверху 1:100

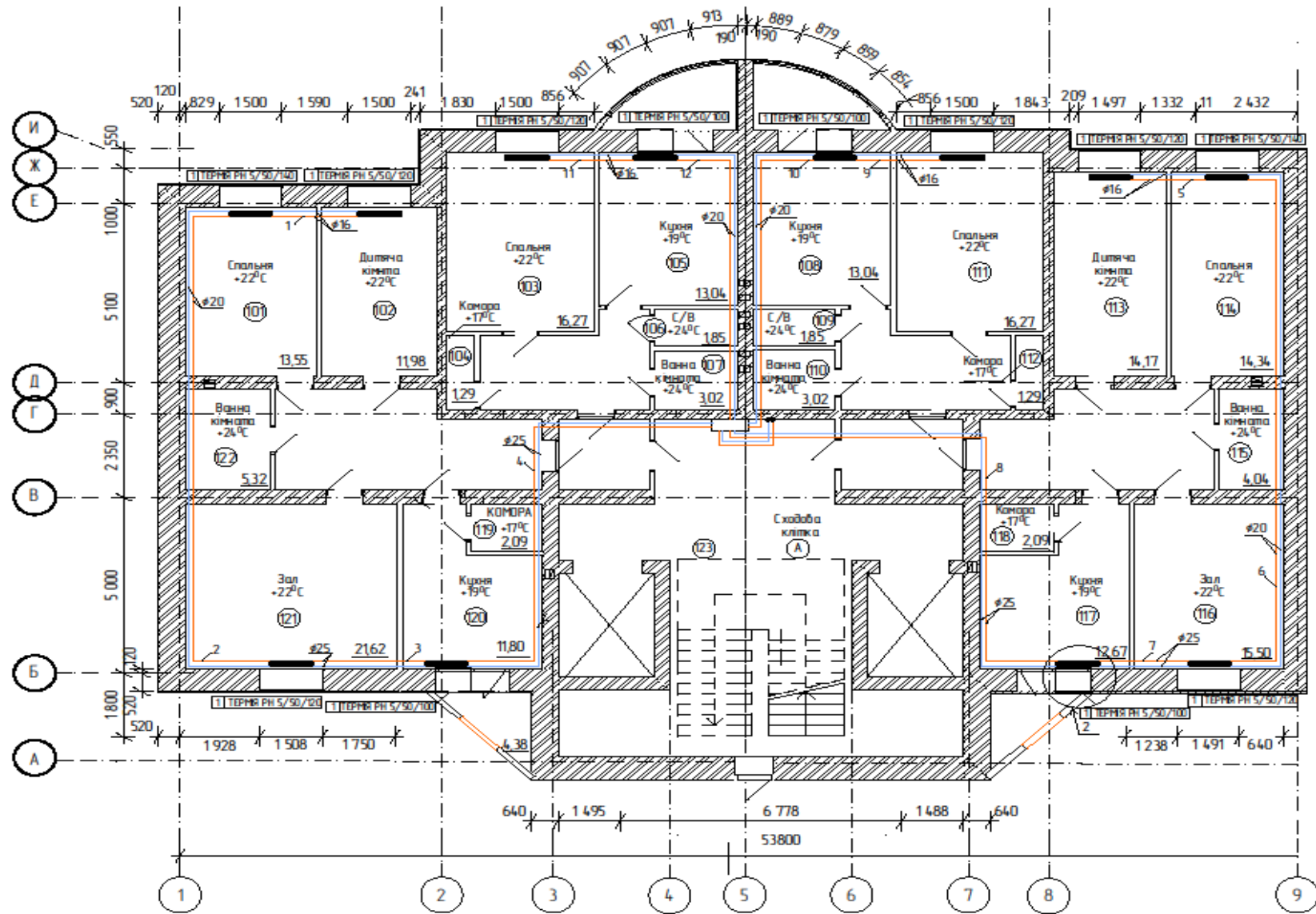
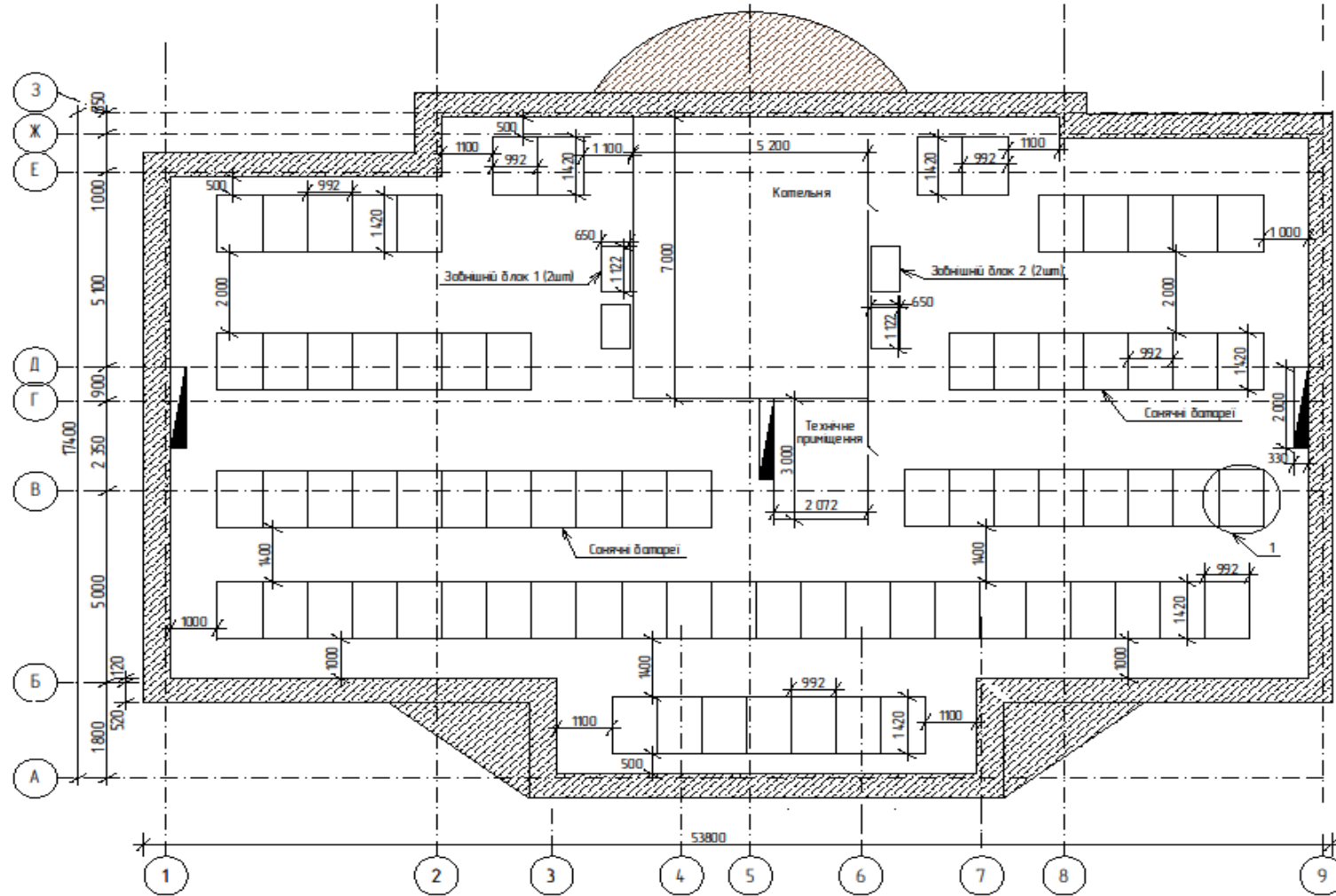
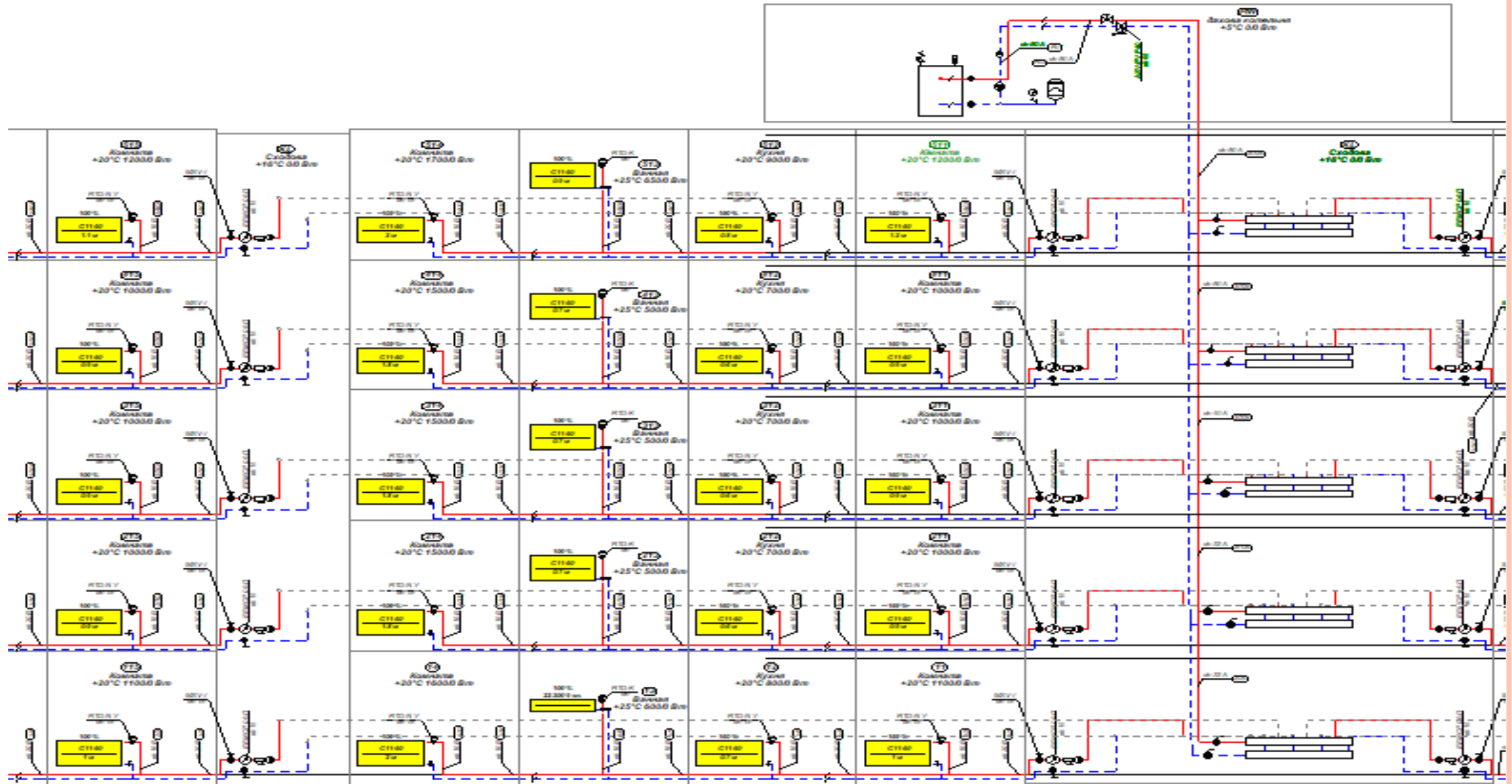
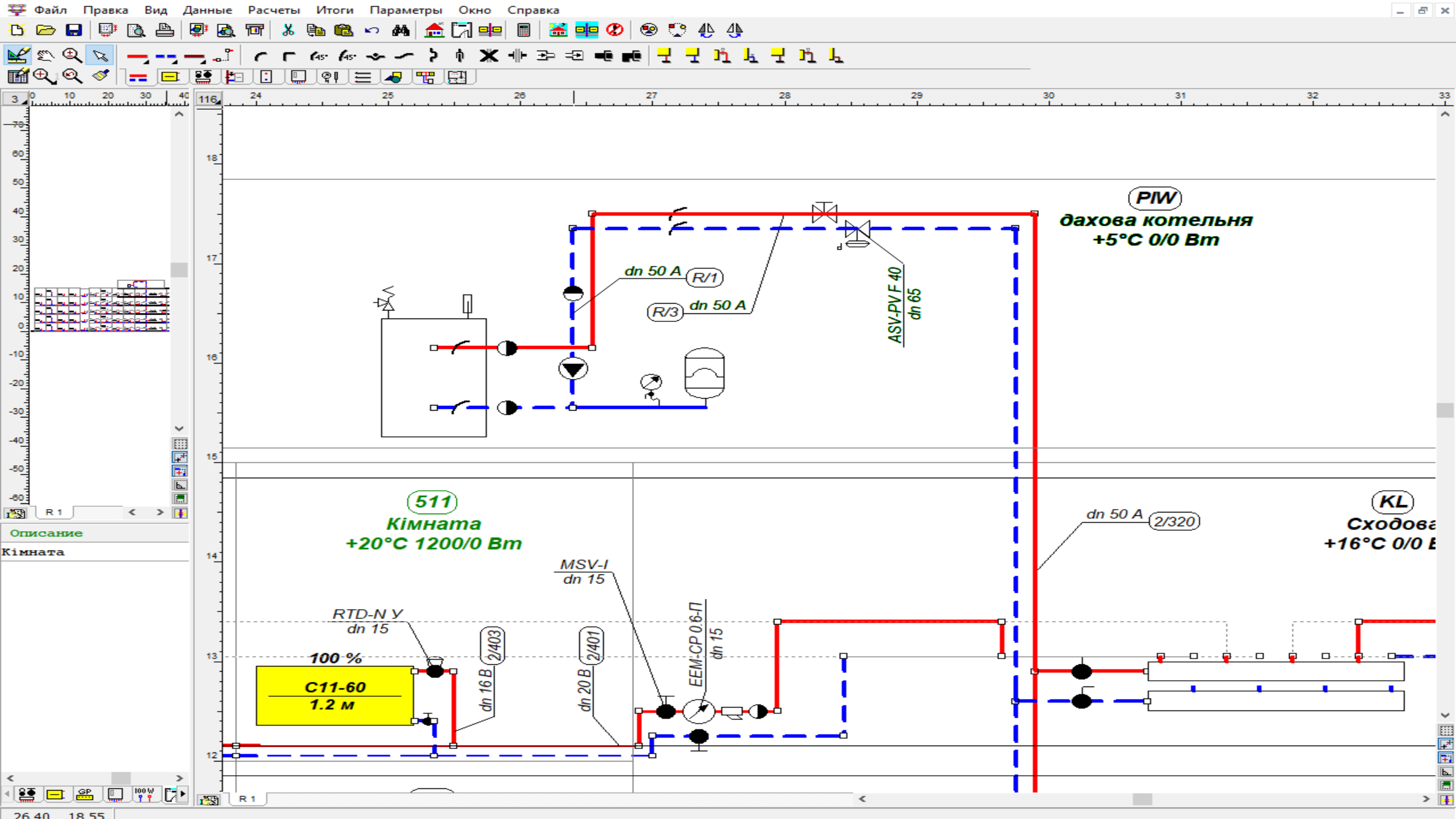


Схема розташування обладнання на плані даху 1:100

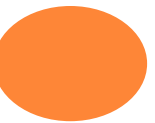
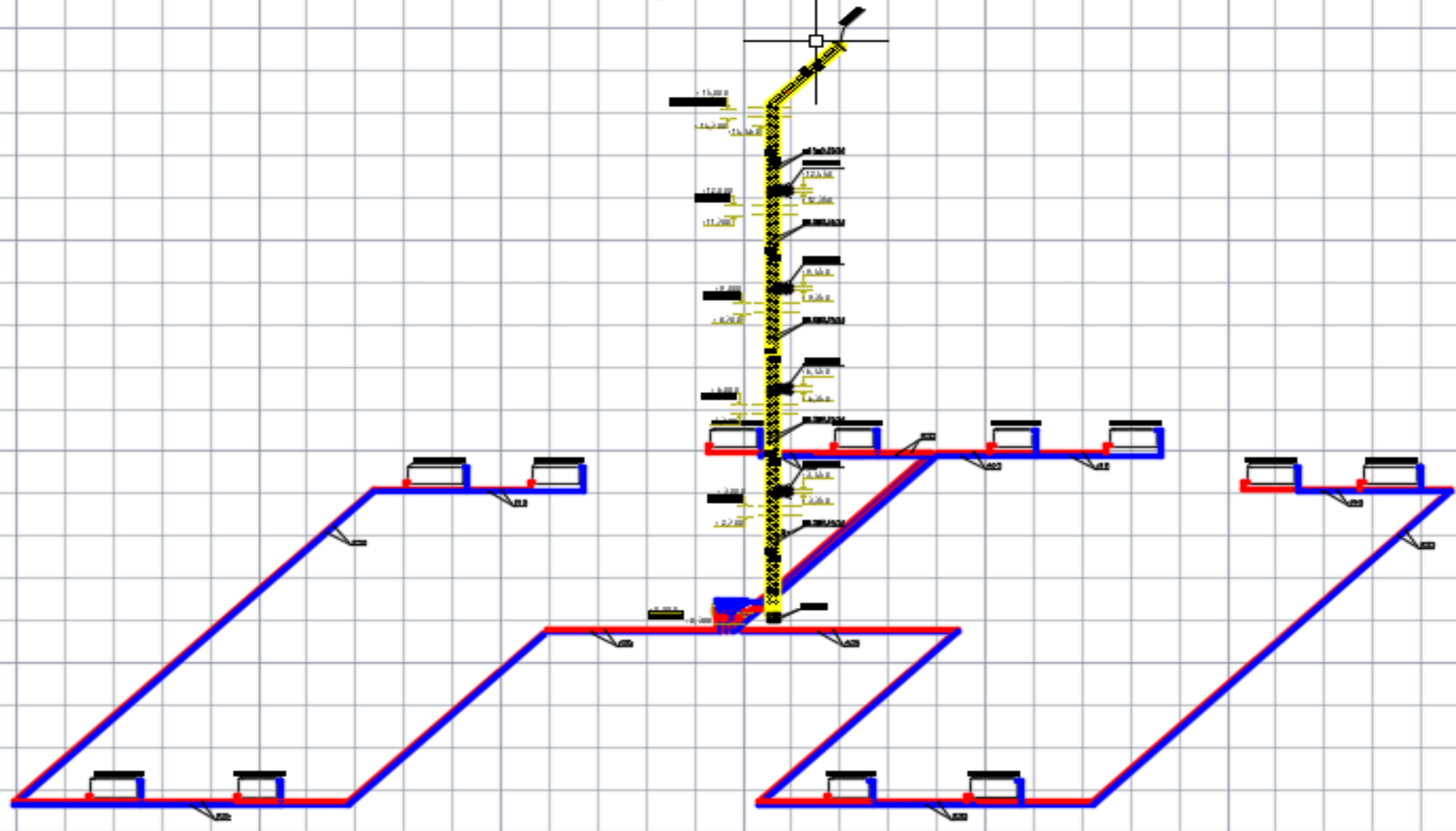


РЕЗУЛЬТАТИ ПІДБОРУ ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ НА ПЛАНАХ ПОВЕРХІВ З ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ДАНФОСС СО

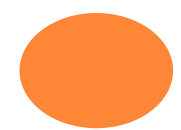
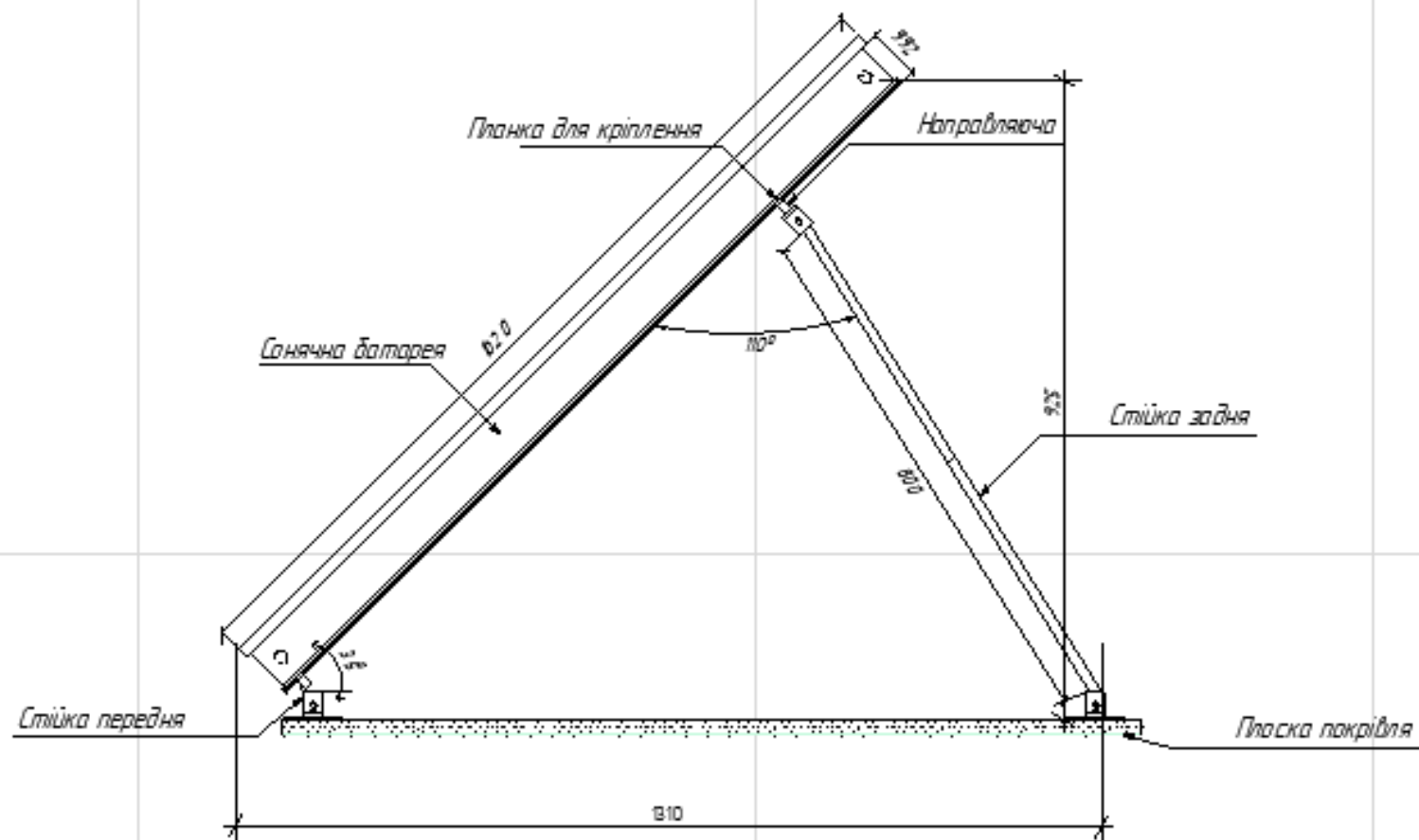




Аксонетрична схема системи опалення житлового будинку 1:100



Вузол 1
Схема кріплення сонячних батарей на плоску покрівлю
1:10



**ПАСПОРТ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ПРИРОДНОГО ГАЗУ №3
ПЕРЕДАНОГО БЕРДИЧІВСЬКИМ ЛВУМГ ТА ПРИЙНЯТОГО ПАТ
«ВІННИЦЯГАЗ»
ПО ГАЗОПРОВОДУ "ДАШАВА-КИЇВ" (ДК)**

Свідоцтво № 056/2018 чинне до 27.12.2021 р.

за період з 01.02.2019р. по 28.02.2019р.

Число місяця	Компонентний склад, % мол.		Фізико-хімічні показники газу						
	метан, C1	етан, C2	Густина абсолютна, кг/м ³ , при 20 °С,	Температура вимірювання/згорання при 20/25°С					
				Теплота згорання нижча			Теплота згорання вища		
				ккал/м3	МДж/м3	кВт·год/м3	ккал/м3	МДж/м3	кВт·год/м3
4	90,0362	4,8499	0,7497	8 226	34,44	9,57	9 108	38,13	10,59
Рівень одоризації відповідає				8 222	34,42	9,56	9 103	38,11	10,59



Опалення



Розташування об'єкта	Вінницька обл.	
Якість утеплення	сучасна забудова (50 Вт/м ²)	
Тепловтрати будинку, кВт	55,0	
Опалювальна площа, м ²	936	м ²
Температура у приміщенні для режиму опалення	21	°C
Температура у приміщенні для режиму ЕСО	18	°C

Комбінована схема: тепловий насос та газовий котел

Додаткове джерело енергії (комбінована схема)	газовий котел	
ККД додаткового джерела енергії	95	%
Теплотворна здатність палива	9,56	кВт·год/м ³
Модель (потужність) теплового насоса	13	кВт
Кількість теплових насосів	2	шт.
Температурний режим опалення	55 °C	



Тарифна група споживача (електропостачання) (станом на 1 березня 2019 р.)

Тарифна група споживача (газопостачання) (станом на 1 березня 2019 р.)

Розрахунковий період

Свій тариф	1,68	грн/кВт
Свій тариф	8,5489	грн/м ³
	1	рік

Мінімальна річна температура

Тепловтрати будівлі у найхолоднішу добу

Максимальна потужність теплового насоса у найхолоднішу добу

Потреба в додатковій тепловій енергії від газового котла

-20,0	°C
55,2	кВт·год
28,0	кВт·год
27,2	кВт·год

Максимальна річна температура

Потреба в енергії на охолодження

36,0	°C
42,4	кВт·год

Схема з одним джерелом енергії: газовий котел

Основний теплогенератор

ККД основного теплогенератора

Теплотворна здатність палива, кВт·год/м³

газовий котел		
95	%	
9,56	кВт·год/м ³	

		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Усього за розрахунковий період	
Середньомісячна температура, °C		-0,4	-0,9	5,0	9,1	15,3	19,2	20,7	21,1	17,2	7,0	4,4	2,0		
Максимальна температура, °C		10,0	8,0	15,0	25,0	29,0	32,0	35,0	34,0	36,0	23,0	14,0	11,0		
Мінімальна температура, °C		-20,0	-14,0	-6,0	-2,0	4,0	9,0	8,0	8,0	5,0	-6,0	-5,0	-12,0		
Необхідна кількість теплової енергії на опалення	кВт-год/міс	20 236	18 656	13 264	9 260	0	0	0	0	0	11 148	13 693	17 477		
Необхідна кількість енергії на охолодження	кВт-год/міс	0	0	0	0	2 802	6 424	8 278	10 002	4 139	0	0	0		
Необхідна кількість теплової енергії на ГВП	кВт-год/міс	3 446	3 112	3 446	3 334	3 446	3 334	3 446	3 446	3 334	3 446	3 334	3 446		
Загальна необхідна кількість тепла	кВт-год/міс	23 682	21 768	16 710	12 594	6 248	9 758	11 723	13 448	7 473	14 594	17 027	20 922	175 948	кВт-год/рік
Комбінована схема: тепловий насос та газовий котел															
тепловий насос															
Кількість теплової енергії, що покривається ТН	кВт-год/міс	22 731	21 376	16 710	12 594	0	0	0	0	0	14 594	17 027	20 826		
Споживання електроенергії тепловим насосом	кВт-год/міс	8 211	7 779	5 786	4 251	1 027	957	977	970	983	5 009	5 909	7 380	49 240	кВт-год/рік
Витрати на ел.енергію, що спожив. тепловим насосом	грн/міс	13 795	13 069	9 720	7 142	1 725	1 608	1 642	1 630	1 651	8 415	9 927	12 399	82 723	грн/рік
газовий котел															
Дефіцит теплової енергії при піковому навантаженні	кВт-год/міс	951	504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97		
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	105	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	171	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	895	474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	1 460	грн/рік
Витрати на енергоносії (комбінована схема)	грн/міс	14 690	13 544	9 720	7 142	1 725	1 608	1 642	1 630	1 651	8 415	9 927	12 490	84 183	грн/рік
Схема з одним джерелом енергії: газовий котел															
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	2 608	2 397	1 840	1 387	379	367	379	379	367	1 607	1 875	2 304	15 889	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	22 292	20 491	15 729	11 855	3 243	3 139	3 243	3 243	3 139	13 737	16 028	19 694	135 833	грн/рік
Економія витрат у порівнянні між комбінованою схемою та схемою з одним джерелом енергії															
Економія у порівнянні зі сх. з одним джерелом енергії	грн/міс	7 602	6 947	6 009	4 713	1 589	1 538	1 589	1 589	1 538	5 322	6 101	7 204	51 743	грн/рік

 Розрахунок при
 вартості газу
 8,5 грн/м.куб

		Усього за розрахунковий період	
Середньомісячна температура, °С			
Максимальна температура, °С			
Мінімальна температура, °С			
Необхідна кількість теплової енергії на опалення	кВт-год/міс		
Необхідна кількість енергії на охолодження	кВт-год/міс		
Необхідна кількість теплової енергії на ГВП	кВт-год/міс		
Загальна необхідна кількість тепла	кВт-год/міс	175 948	кВт-год/рік
Комбінована схема: тепловий насос та газовий котел			
тепловий насос			
Кількість теплової енергії, що покривається ТН	кВт-год/міс		
Споживання електроенергії тепловим насосом	кВт-год/міс	49 240	кВт-год/рік
Витрати на ел.енергію, що спожив. тепловим насосом	грн/міс	82 723	грн/рік
газовий котел			
Дефіцит теплової енергії при піковому навантаженні	кВт-год/міс		
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	171	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	1 460	грн/рік
Витрати на енергоносії (комбінована схема)	грн/міс	84 183	грн/рік
Схема з одним джерелом енергії: газовий котел			
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	15 889	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	135 833	грн/рік
Економія витрат у порівнянні між комбінованою схемою та схемою з одним джерелом енергії			
Економія у порівнянні зі сх. з одним джерелом енергії	грн/міс	51 743	грн/рік

Розрахунок при
 вартості газу
 10 грн/м.куб

		Усього за розрахунковий період	
Середньомісячна температура, °C			
Максимальна температура, °C			
Мінімальна температура, °C			
Необхідна кількість теплової енергії на опалення	кВт-год/міс		
Необхідна кількість енергії на охолодження	кВт-год/міс		
Необхідна кількість теплової енергії на ГВП	кВт-год/міс		
Загальна необхідна кількість тепла	кВт-год/міс	175 948	кВт-год/рік
Комбінована схема: тепловий насос та газовий котел			
тепловий насос			
Кількість теплової енергії, що покривається ТН	кВт-год/міс		
Споживання електроенергії тепловим насосом	кВт-год/міс	49 240	кВт-год/рік
Витрати на ел.енергію, що спожив. тепловим насосом	грн/міс	82 723	грн/рік
газовий котел			
Дефіцит теплової енергії при піковому навантаженні	кВт-год/міс		
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	171	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	1 708	грн/рік
Витрати на енергоносії (комбінована схема)	грн/міс	84 431	грн/рік
Схема з одним джерелом енергії: газовий котел			
Споживання газу газовим котлом	м3/міс	15 889	м3/рік
Витрати на газ, що споживається газовим котлом	грн/міс	158 889	грн/рік
Економія витрат у порівнянні між комбінованою схемою та схемою з одним джерелом енергії			
Економія у порівнянні зі сх. з одним джерелом енергії	грн/міс	74 552	грн/рік

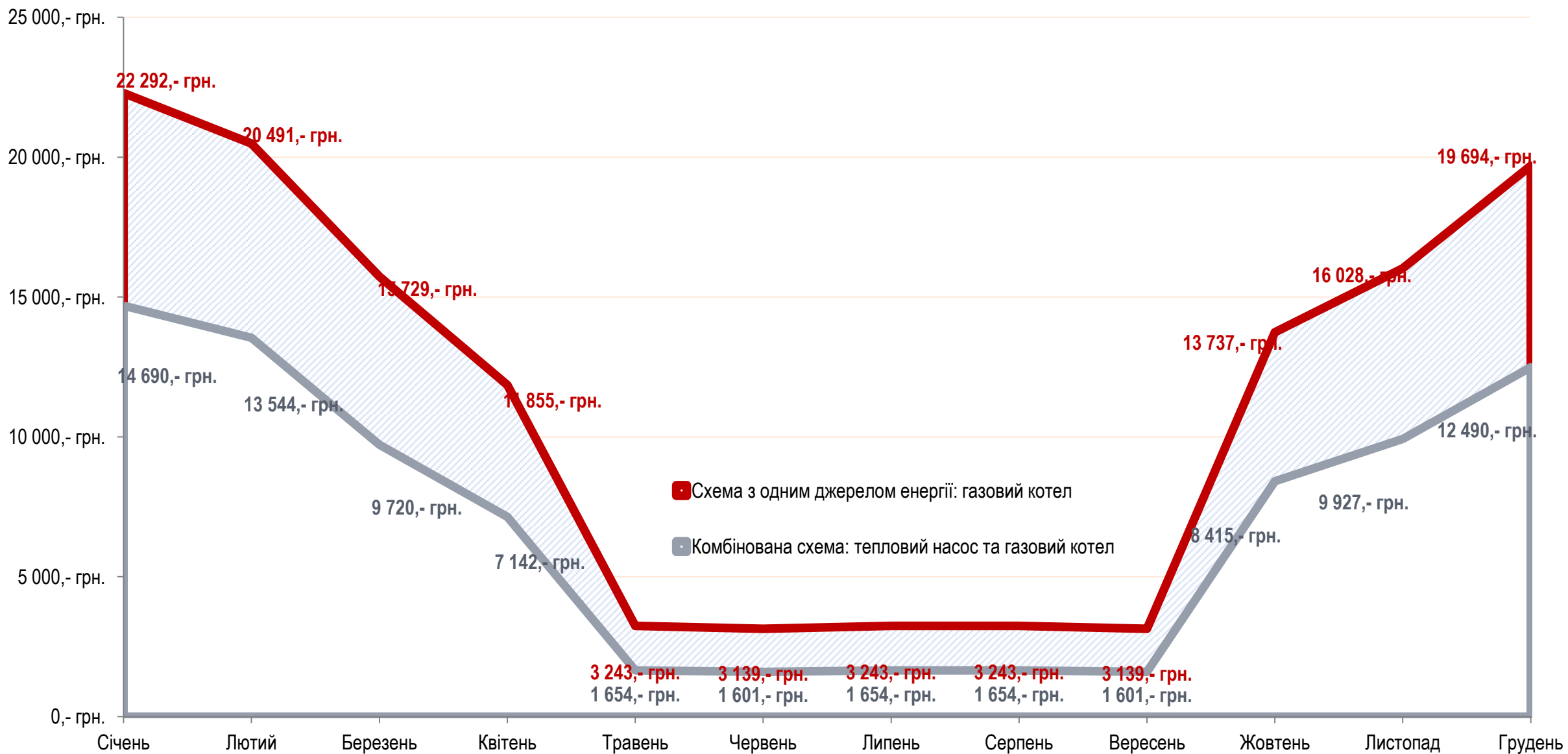
Структура виробленої теплової енергії при використанні комбінованої схеми



Структура витрат при використанні комбінованої схеми



Середньомісячні витрати та потенціал до заощадження для комбінованої схеми та схеми з одним джерелом енергії



ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТН

- При вартості газу **8,55 грн/м.куб** термін окупності складає **~16 років**
 $(270000 * 4 * 1,05 - 300\ 000) / 51743 = 16,11$
- При вартості газу **10 грн/м.куб** термін окупності складає **~11 років**
 $(270000 * 4 * 1,05 - 300\ 000) / 74\ 552 = 11,18$



Потужність станції:

3 кВт

30 кВт

30 кВт



Необхідна площа даху: ?

210 м²



Приблизна вартість станції:

\$ 24300 - 30600



Приблизна річна генерація:

34980 кВт·год



Максимальний дохід за рік:

€ 5037

***В найближчому майбутньому відповідно до документу «Енергетична стратегія України до 2035 року» планується збільшення квоти на генерацію енергії приватних домогосподарств з 30 кВт до 500 кВт**

НАЦІОНАЛЬНА КОМІСІЯ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ
У СФЕРАХ ЕНЕРГЕТИКИ ТА КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ

ПОСТАНОВА

28.12.2018

№ 2071

Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію для приватних домогосподарств

Відповідно до законів України «Про альтернативні джерела енергії», «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» та Порядку встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу на електричну енергію для суб'єктів господарської діяльності та приватних домогосподарств, затвердженого постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики, від 02 листопада 2012 року № 1421, Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, ПОСТАНОВЛЯЄ:

1. Установити «зелений» тариф на електричну енергію для приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, та які введені в експлуатацію:

з 01 квітня 2013 року по 31 грудня 2014 року – 1136,48 коп/кВт·год (без ПДВ);

з 01 січня 2015 року по 30 червня 2015 року – 1022,15 коп/кВт·год (без ПДВ);

з 01 липня 2015 року по 31 грудня 2015 року – 634,79 коп/кВт·год (без ПДВ);

з 01 січня 2016 року по 31 грудня 2016 року – 602,37 коп/кВт·год (без ПДВ);

з 01 січня 2017 року по 31 грудня 2019 року – 573,36 коп/кВт·год (без ПДВ);

з 01 січня 2020 року по 31 грудня 2024 року – 515,34 коп/кВт·год

(без ПДВ);

з 01 січня 2025 року по 31 грудня 2029 року – 459,03 коп/кВт·год (без ПДВ).

СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ - 30 кВт CLASIC ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО ТАРИФУ



Основні	
Країна виробник	Китай
Тип сонячної електростанції	Електростанція на фотобатареях
Продуктивність	30.0 (кВт*год)
Потужність	30.8 (кВт)
Кількість панелей	88 (шт.)
Потужність панелі	350 (Вт)
Напруга панелі	32.0 (В)
Напруга станції	380.0 (В)
Кількість інверторів	1 (шт.)
Потужність інверторів	30 кВт
Термін служби	40.0 (років)

Комплект складається із:

Найменування товару:	Ціна	Кількість	Сума
Мережевий інвертор Huawei SUN2000-33ktl-a	2 850 \$	1 шт	2 850 \$
Сонячний фотомодуль Amerisolar as-6p30 280w, 5bb	83 \$	88 шт	9 130 \$
Захисна автоматика по AC, DC	160 \$	1	160 \$
Кабель сонячний Olflex Solar 6.0 мм	1,2 \$	300 м	360 \$
Конектор MC4	2 \$	20 шт.	40 \$
Загалом			12540 \$*

ЩО БУДЕ ПІСЛЯ ОКУПНОСТІ СОНЯЧНОЇ СТАНЦІЇ?

- Середній річний обсяг згенерованої Сонячною станцією електроенергії ~ 35000 кВт*год (у випадку не збільшення виділеної потужності)
- Споживання електроенергії тепловим насосом 49240 кВт*год
- Різниця складає ~ 14500 кВт*год,
що без врахування «нічного» тарифу (НТ) коштуватиме **24360** грн
(**82723** грн за повний обсяг електроенергії)
тобто економія додатково **58363** грн/рік
з врахуванням «нічного» тарифу **20300** грн (**68936** грн за повний обсяг електроенергії), тобто економія додатково **48636** грн/рік



ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТН ПІСЛЯ ОКУПНОСТІ СОНЯЧНОЇ СТАНЦІЇ БЕЗ НТ

- При вартості газу **8,55 грн/м.куб** термін окупності складає **~9,5 років**

$$(270\ 000 * 4 * 1,05 - 300\ 000 - 51\ 743 * 3,85) / (51\ 743 + 583\ 63) = 5,77$$

Тобто загальний термін $3,85 + 5,77 = \mathbf{9,62}$ роки

- При вартості газу **10 грн/м.куб** термін окупності складає **~8 років**

$$(270\ 000 * 4 * 1,05 - 300\ 000 - 74\ 552 * 3,85) / (74\ 552 + 583\ 63) = 4,11$$

Тобто загальний термін $3,85 + 4,11 = \mathbf{7,96}$ роки

*3,85 - максимальний термін окупності СЕС 30кВт

*НТ – «нічний» тариф на електроенергію



ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТН ПІСЛЯ ОКУПНОСТІ СОНЯЧНОЇ СТАНЦІЇ З НТ

- При вартості газу **8,55 грн/м.куб** термін окупності складає **~9 років**

$$(270000 * 4 * 1,05 - 300\ 000 - 66515 * 3,85) / (65515 + 48636) = 5,06$$

Тобто загальний термін $3,85 + 5,06 = 8,91$ роки

- При вартості газу **10 грн/м.куб** термін окупності складає **~7,5 років**

$$(270000 * 4 * 1,05 - 300\ 000 - 88323 * 3,85) / (88323 + 48636) = 3,61$$

Тобто загальний термін $3,85 + 3,61 = 7,46$ роки

*3,85 - максимальний термін окупності СЕС 30кВт

*НТ – «нічний» тариф на електроенергію



ОКУПНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТН

Тариф на газ, грн/м.куб	без нічного тарифу	з нічним тарифом	без нічного тарифу та СЕС	з нічним тарифом та СЕС
8,55	16,06	12,8	9,62	8,91
10	11,2	9,58	7,96	7,46

За термін окупності в 7,5 років буде заощаджено ~120 тис. м.куб. газу.

Тобто по Україні враховуючи кількість багатоповерхівок це мінімум
 $250\ 000 * 120\ 000 = \sim 30$ млрд м.куб.

або ~4 млрд м.куб./рік додаткової економії газу!

тобто 38 % річного обсягу імпорту газу!



Загальні висновки

Виконано теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик комбінованої системи опалення, а саме:

Складено розрахункову схему до моделювання теплового розрахунку будівлі

Здійснено моделювання та проектні розрахунки теплотехнічних параметрів системи, які включають: теплотехнічний розрахунок, за результатом якого підібрано як утеплювач мінеральну вату товщиною $\delta_{\text{ут}} = 0,15$ м для стіни, перекриття над підвалом $\delta_{\text{ут}} = 0,15$ м, для перекриття над горищем житлового будинку $\delta_{\text{ут}} = 0,2$ м.

Виконано моделювання теплових та гідравлічних режимів системи опалення; для житлового п'ятиповерхового житлового будинку вибрана котельня, що знаходиться на даху, сонячні батареї, тепловий насос. В будинку встановлені сталеві панельні радіатори «ТЕРМІЯ», встановлені трубопроводи поліпропіленові та сталеві, виконано гідравлічний розрахунок трубопроводів конвективного опалення. Розрахунок тепловтрат приміщень – $Q_{\text{втр.}} = 60$ кВт.



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ (ПРОДОВЖЕННЯ)

- Підібрано котельню, що знаходиться на даху на базі котлів «Vaillant» загальною потужністю 60 кВт, теплові насоси «Buderus WPL ARB 13», балансувальні клапани ASV-I PN25, терморегулятори RTD-N, сонячна електростанція «Clasik», розширювальний бак EASY-PRO 18. За підібраним обладнанням складено специфікацію обладнання та матеріалів наведену в Додатку Г роботи.
- У роботі було розроблено заходи з організації та технології монтажу, складено графік виконання робіт. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем опалення та гарячого водопостачання з використанням програми DanfossCO, потребу в допоміжних матеріалах, підібрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт. Визначено загальну трудомісткість виконання робіт – 1301,18 люд.год та тривалість виконання монтажних робіт – 41,25 днів.
- Мінімальний термін окупності впровадження теплових насосів та СЕС **склав 7,5 років**. За цей період одним будинком буде заощаджено **~120 тис. м.куб. газу**, що в масштабах України на рік **~4 млрд куб. м газу, тобто 38 % річного обсягу імпорту газу!**