

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**КРЕСЛЕННЯ
ДО АТЕСТАЦІОНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ

МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЕНЬ

ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Смілян Михайло Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 20__ року

**КРЕСЛЕННЯ
ДО АТЕСТАЦІОНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЕНЬ
ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Смілян Михайло Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група ТВМ-22

Керівник Погосов О. Г.

(прізвище та ініціали)

К.т.н., доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

Огляд існуючих рішень в розрізі впровадження модульних транспортабельних котельних



ТОВ «Монастирищенський котельний завод «ЕНЕРГЕТИК»



Модульна котельня призначена для подачі теплової енергії і гарячого водопостачання в автоматичному режимі роботи. Теплова потужність від 0,1 до 10,0 МВт.

В якості палива модульної котельні використовують будь-які доступні види палива:

Рідке – дизельне паливо, мазути, сира нафта, змивання нафтопродуктів, відпрацьовані масла; тверде – тріска, вугілля, дрова, пеллети; газоподібне – природний газ, ЗВГ, попутний нафтовий газ)

Модульні котельні установки виробляються з використанням вітчизняного і імпортного устаткування (котли, насоси, пристрої пальників).



Підприємство «Ретра»



Підприємство виготовляє блочно-модульні котельні на базі твердопаливних котлів моделей Ретра-3М та Ретра-4М, які працюють на дровах, брикетах, вугіллі (ручний режим роботи) та на пелетах, відходах з деревини, щепі (автоматизований режим роботи) потужністю від 0,1 до 10,0 МВт.

Модулі представляють собою мобільні будови з двох, трьох або більше блоків – опалювальних, де розташовано теплогенеруюче та допоміжне обладнання та блоку складу палива. Встановлення блоків не потребує проведення капітальних будівельних робіт. Модулі можуть працювати, як з постійним перебуванням обслуговуючого персоналу, так і без нього.



Компанія BEE TERM



Пелетні топкові (модульні котельні) виробляються згідно ТУ У 25.2-37460743-004:2021. Перед введенням в експлуатацію на об'єкт доставляються окремі блоки, їх встановлюють на підготовлений фундамент, потім проводять крупно вузлову збірку, підключають до інженерних систем і в кінці здійснюють пусконаладжувальні роботи.

Номинальна теплова потужність 98 (кВт/ч)

Діапазон регулювання теплової потужності 15-100 (кВт)

ККД котельні до 92 (%)

Температура теплоносія, не більше °С 90 С

Тиск води в системі, не більше 3 бар

Номинальна напруга 220 (В)

Вид палива (основний) – пеллета



ТОВ «Коростенський завод теплотехнічного обладнання»



Модульна котельня від 100 кВт до 10 МВт може працювати на різних видах палива, таких як дрова, торф, тріска, вугілля, відходи різних зернових с/г культур.

Самі котельні можуть працювати з ручним завантаженням палива в камеру горіння або його автоматичною подачею.

Стандартна комплектація: теплогенеруюче обладнання; обладнання водопідготовки; бак запасу води та вузол підживлення; бак мембранний розширювальний; циркуляційні насоси; фільтр та лічильник холодної води; фільтри циркуляційної води; вентиляційна система; димарі (в межах контейнера); контрольно-вимірні прилади; система електропостачання; система внутрішнього та зовнішнього освітлення; система опалення котельні.



Котельні модульні транспортабельні ENERGY

Типоряди KOR 3G/S (80-350)x2, автоматизована подача палива, теплова потужність від 186-814 кВт.
Типоряди KOR 3G (80-350)x2, ручне завантаження палива, теплова потужність від 186-814 кВт

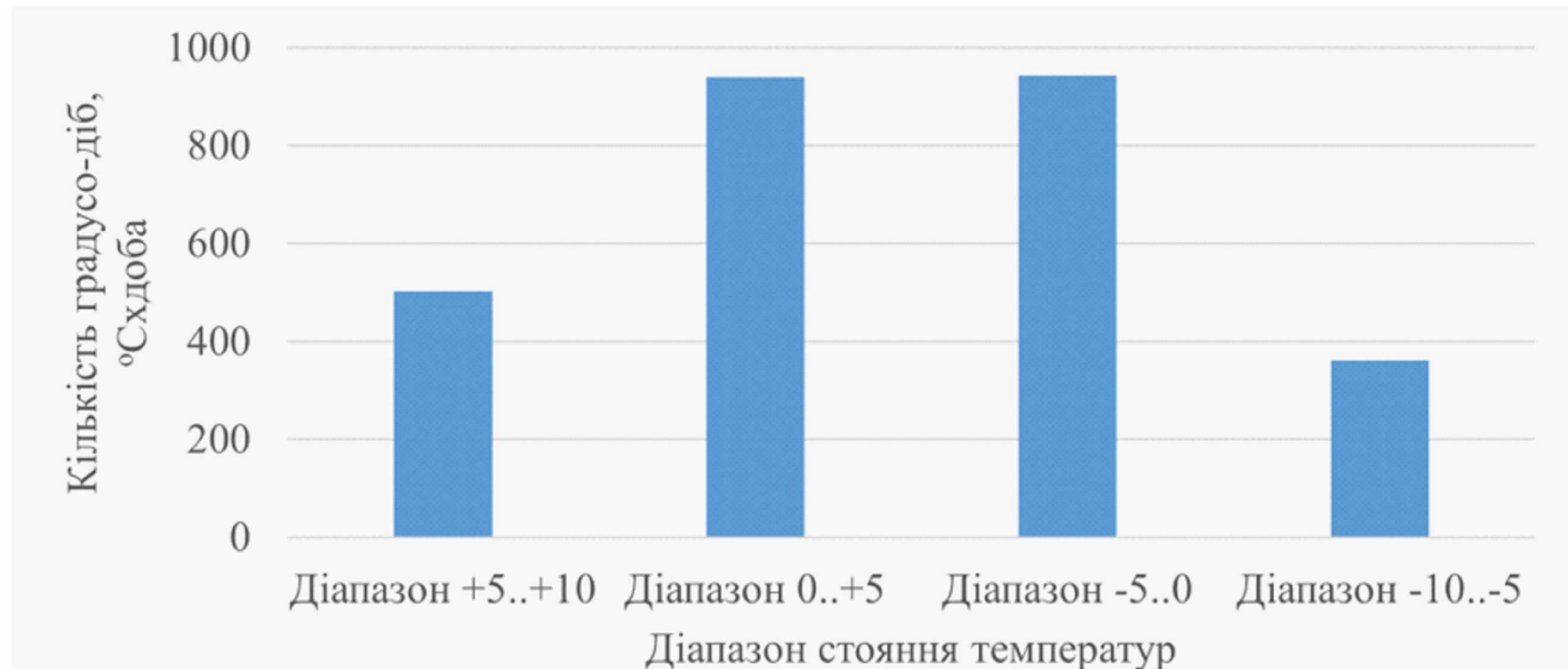
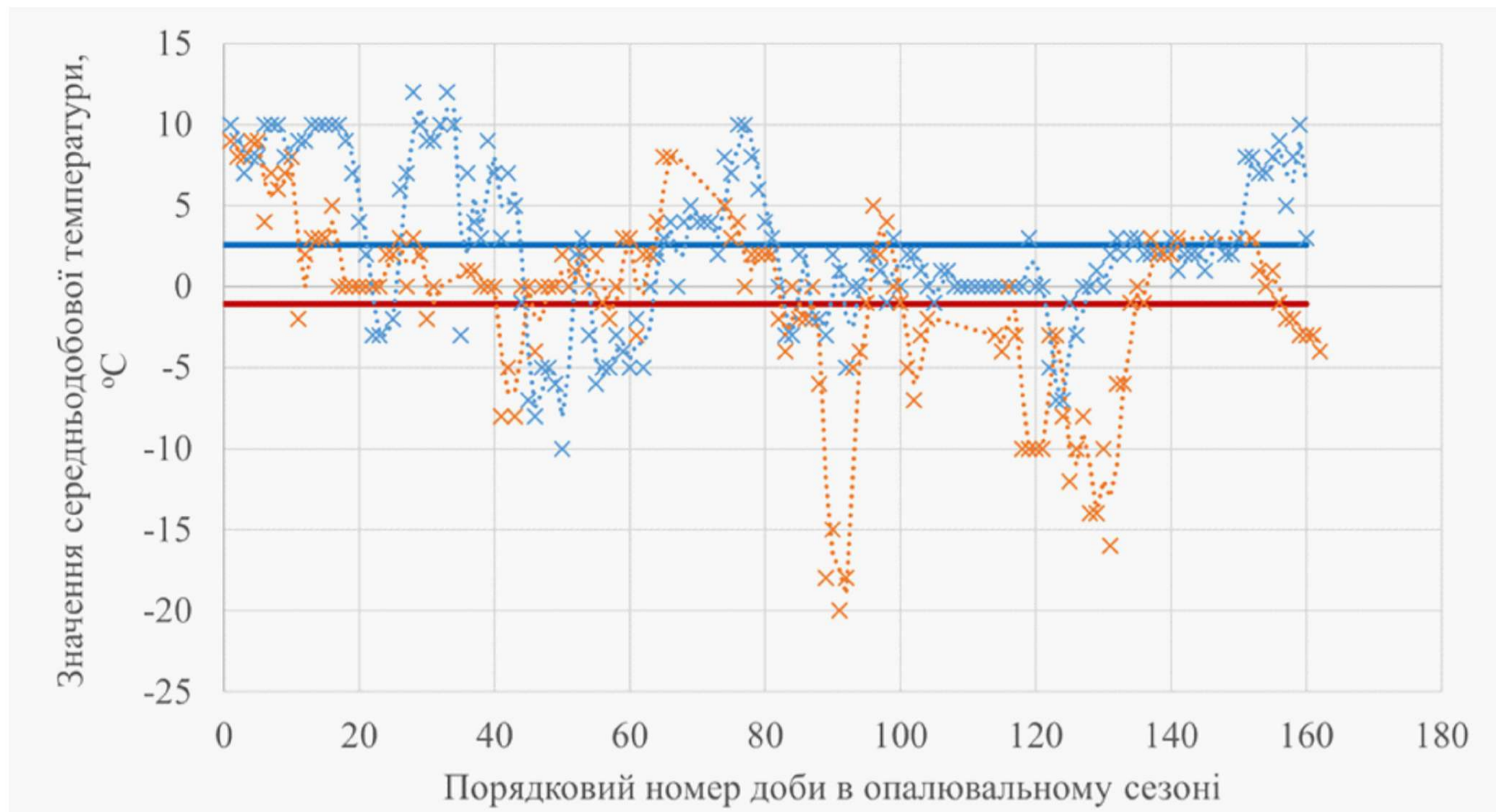


Наявність сертифікатів та декларацій відповідності

Архітектурно-будівельні рішення передбачають конструктивний тип модуля розмірами 2800x2300x9200 мм (для типоряду KOR 3G/S (80-350)x2). Типоряди котельних KOR 3G/S (130-350)x2 з автоматизованою подачею палива можуть бути доповнені додатковими опціями

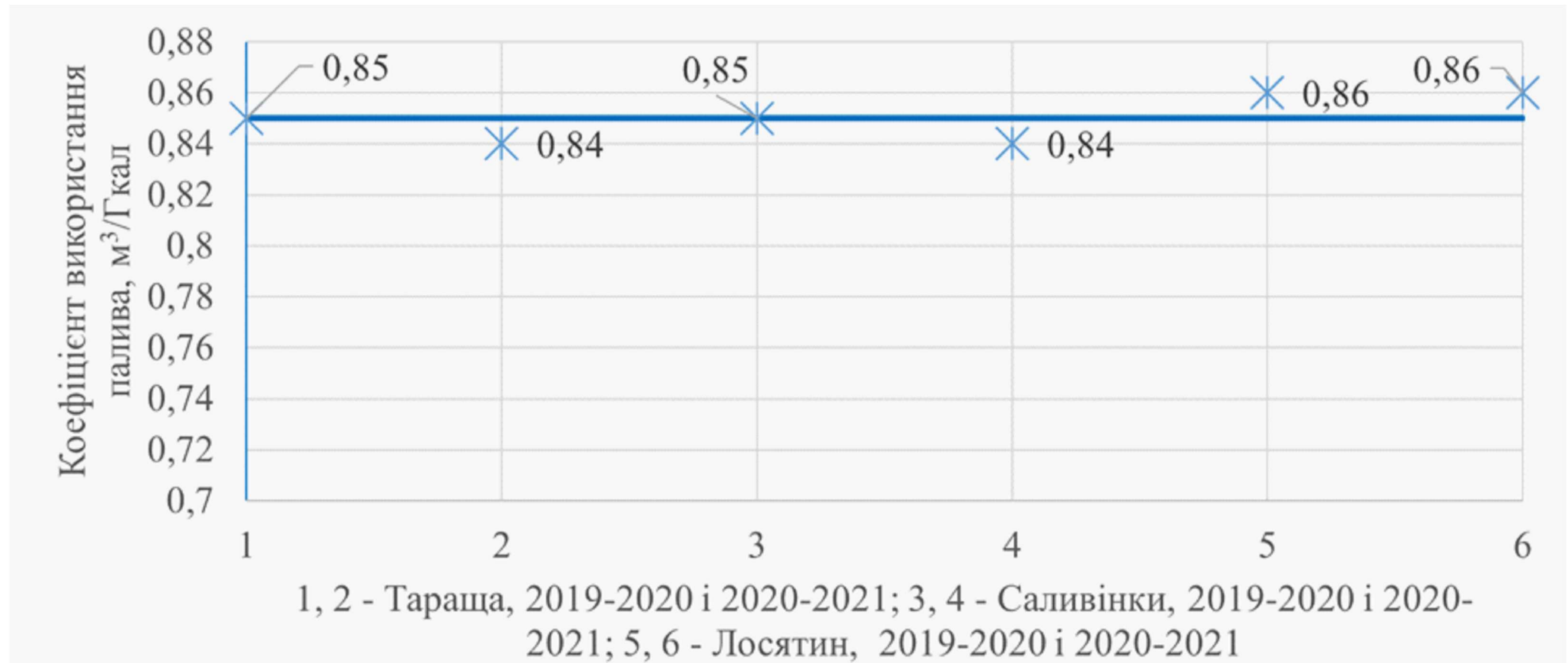
01	02	03	04	05	06	07
Потужність кВт 186, 232, 302, 372, 418, 466, 552, 698, 814	Робочий тиск до 6 бар	ККД 88	Температурний графік 90/70	Присудовані блоки Так	Встановлення/ запуск (год) 48	Завантаження палива Авто/ ручне (в залежності від типоряду)

						без шифру			
						ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№рек	Підрис.	Дата	Магістерська робота	Стодія	Аркуш	Аркуші в
Виконав	Смілян					МР	1		
Керівник	Погосов								
Зав.каф.	Кириченко								
						Огляд існуючих рішень			
						Михайло СМІЛЯН			



Фактичні температури навколишнього середовища для населеного пункту Тараща в опалювальні сезони 2019-2020 та 2020-2021 років. Середні температури (синій колір - для 2019-2020, червоний - 2020-2021) складають відповідно +2,59 С та -1,08 С

Фактична кількість градусо-днів для проміжків стояння температур в опалювальному сезоні 2019-2020 років для населеного пункту Тараща

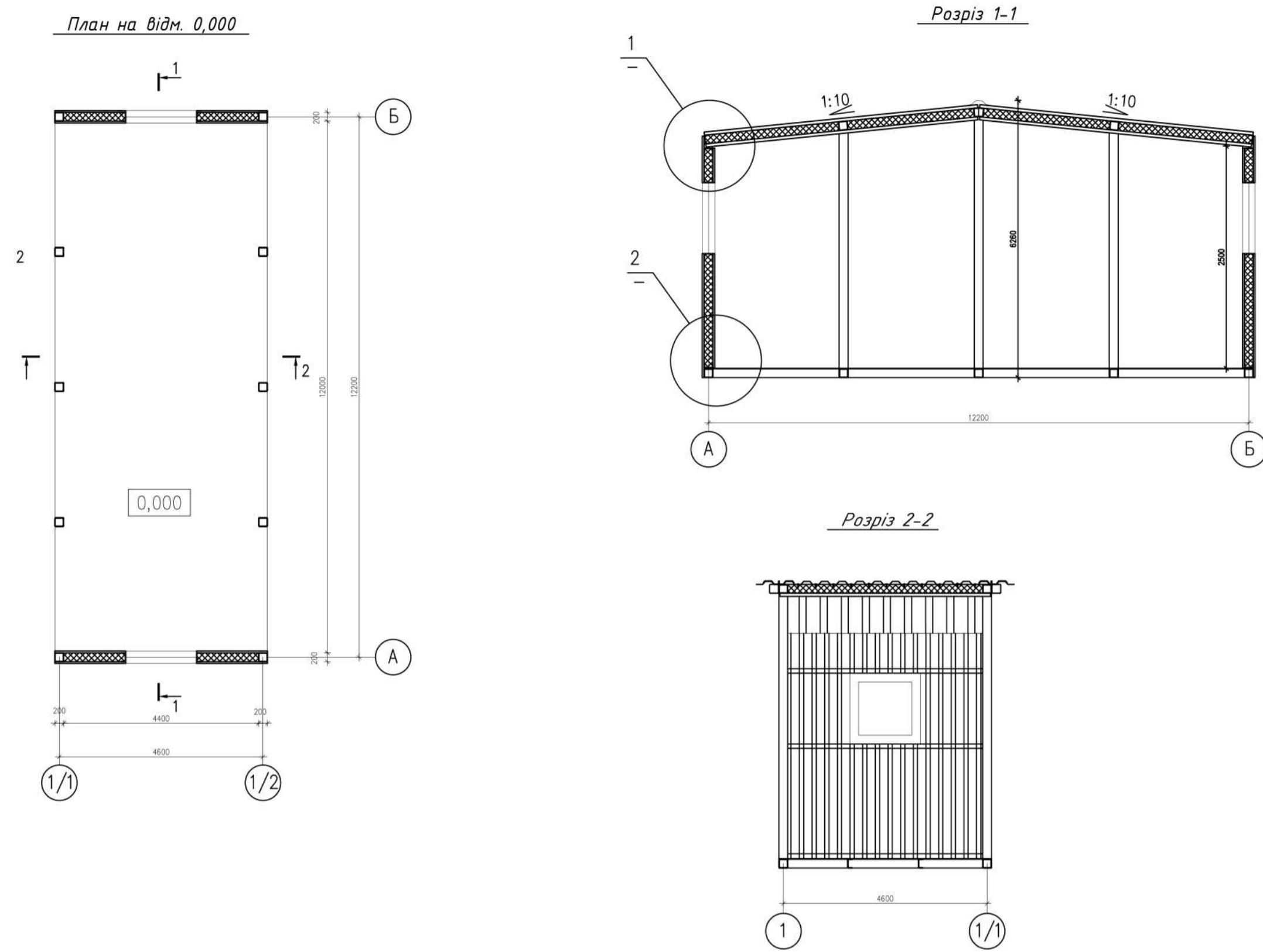


1, 2 - Тараща, 2019-2020 і 2020-2021; 3, 4 - Саливінки, 2019-2020 і 2020-2021; 5, 6 - Лосятин, 2019-2020 і 2020-2021

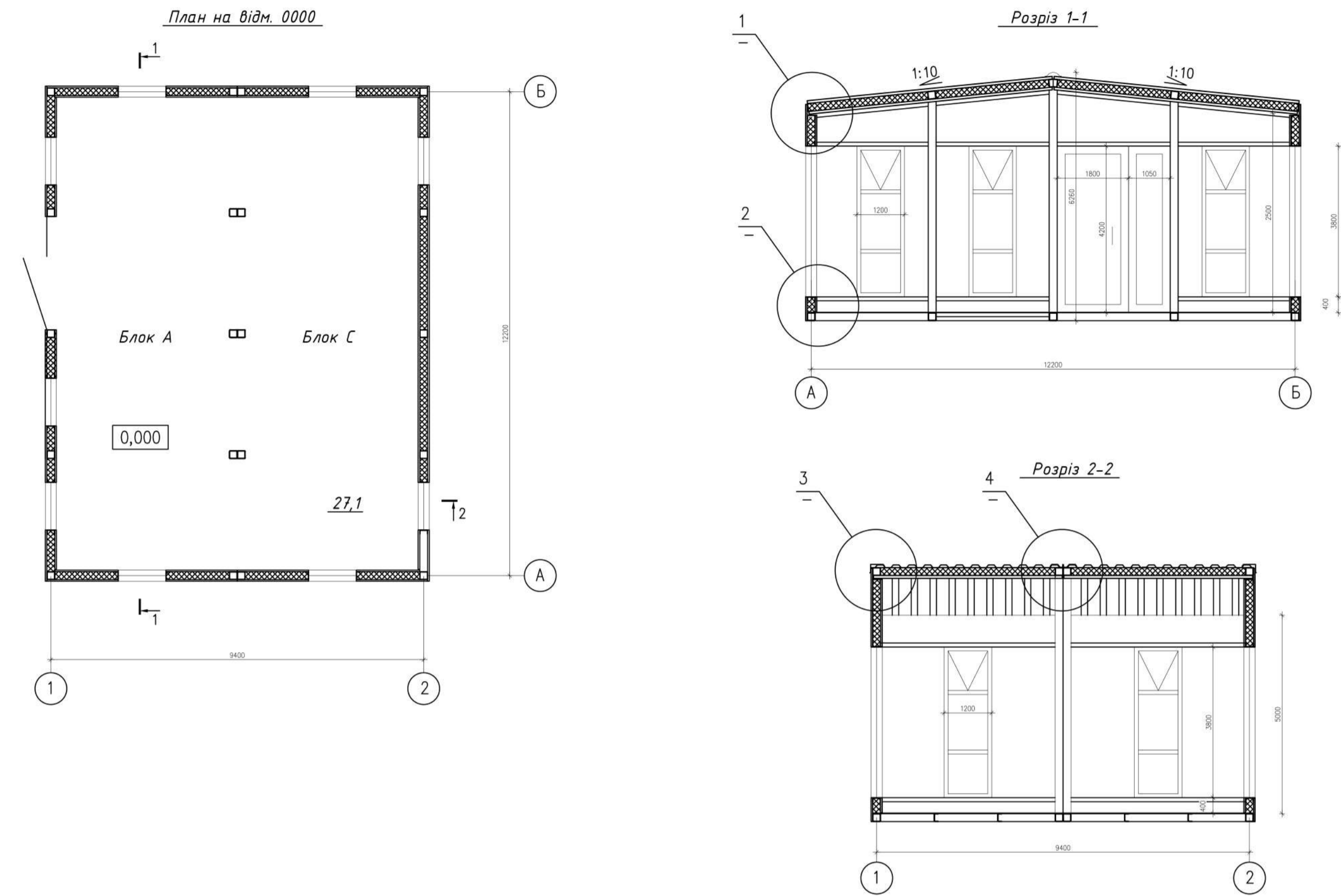
Фактичний коефіцієнт використання палива модульними твердопаливними котельними

без шифру					
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ					
Змін.	Кільк.	Аркуш	№рок.	Підрис.	Дата
Виконав	Смілян				
Керівник	Погосов				
Зав.каф.	Кириченко				
Магістерська робота				Стодія	Аркуш
				МР	2
Питомі енергетичні показники модульних твердопаливних котельних на основні натурних спостережень				Михайло СМІЛЯН	

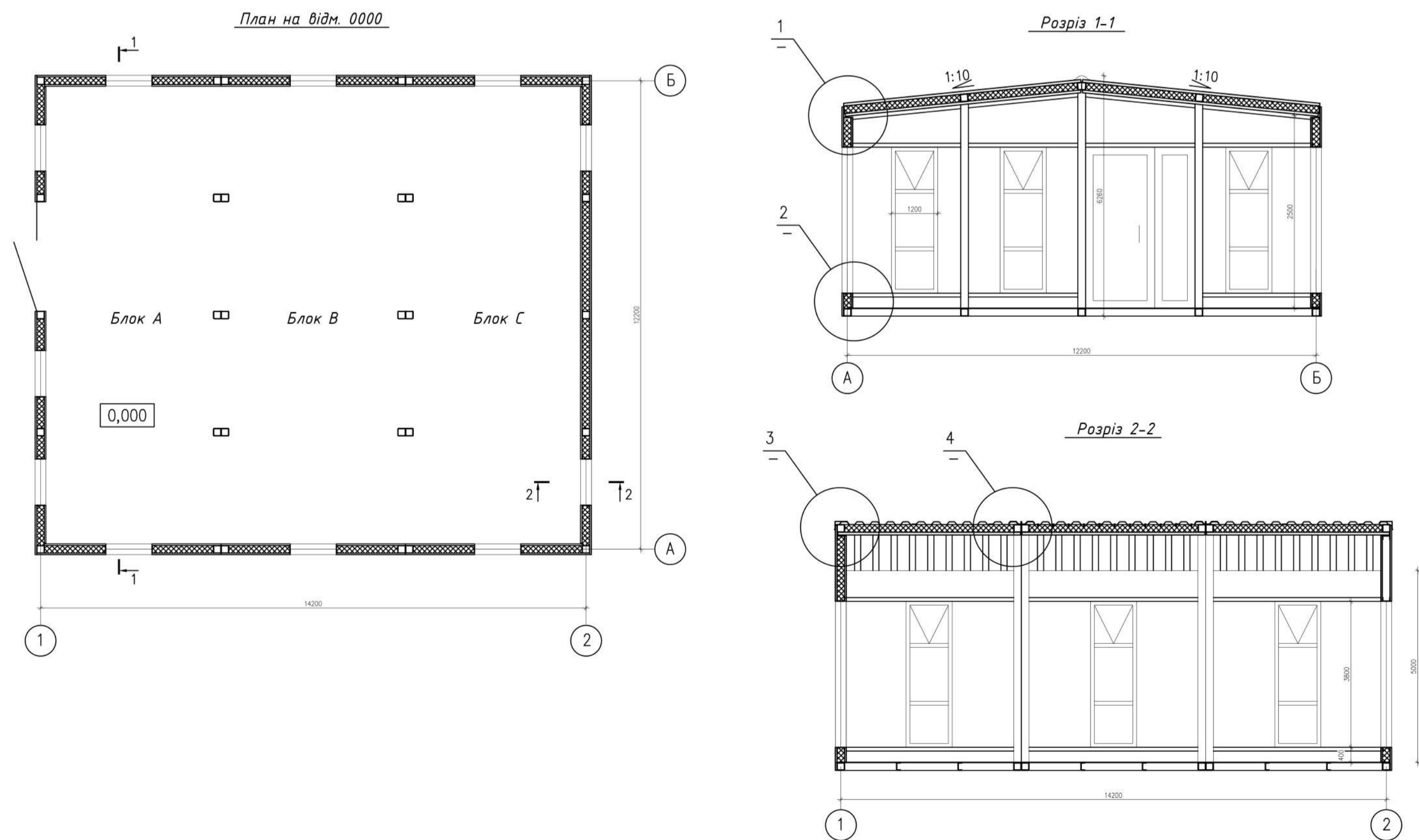
Архітектурно-будівельні рішення одного модулю котельні



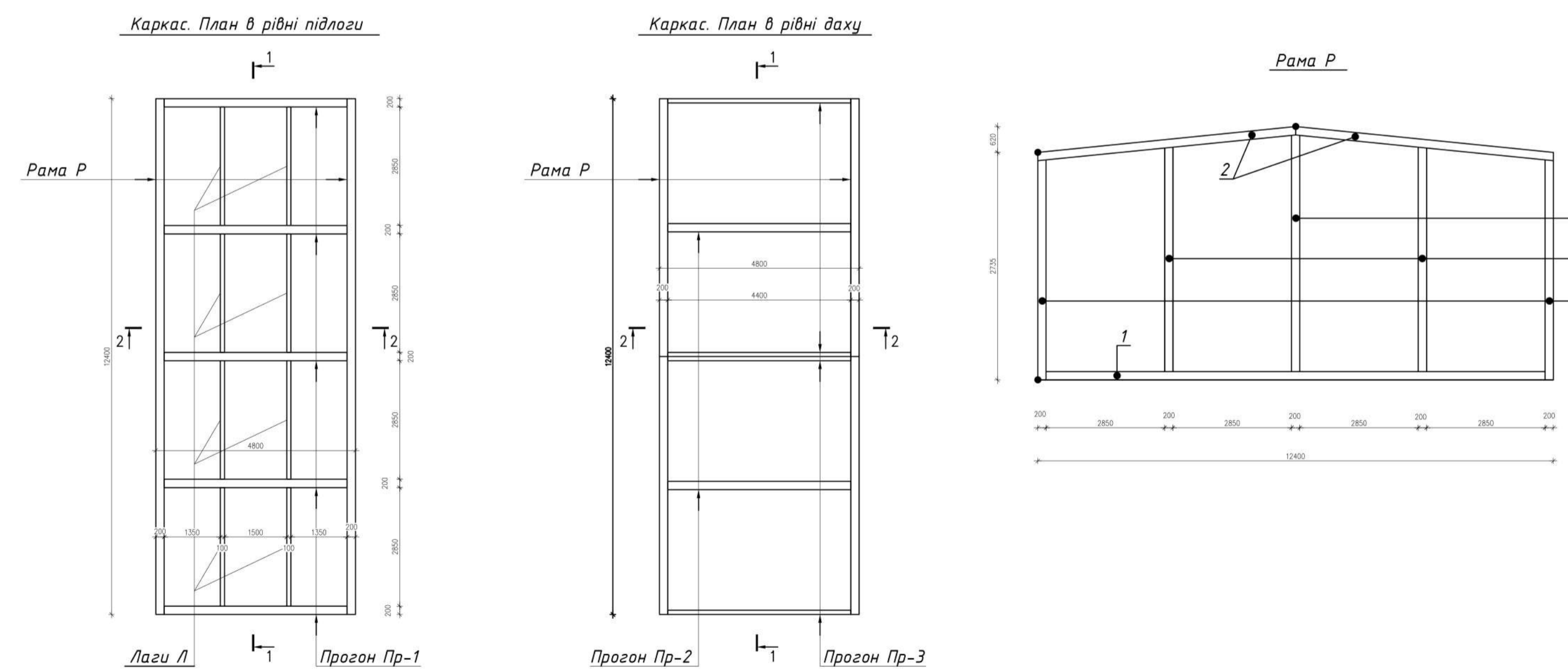
Архітектурно-будівельні рішення одного котельні з двох модулів



Архітектурно-будівельні рішення одного котельні з трьох модулів

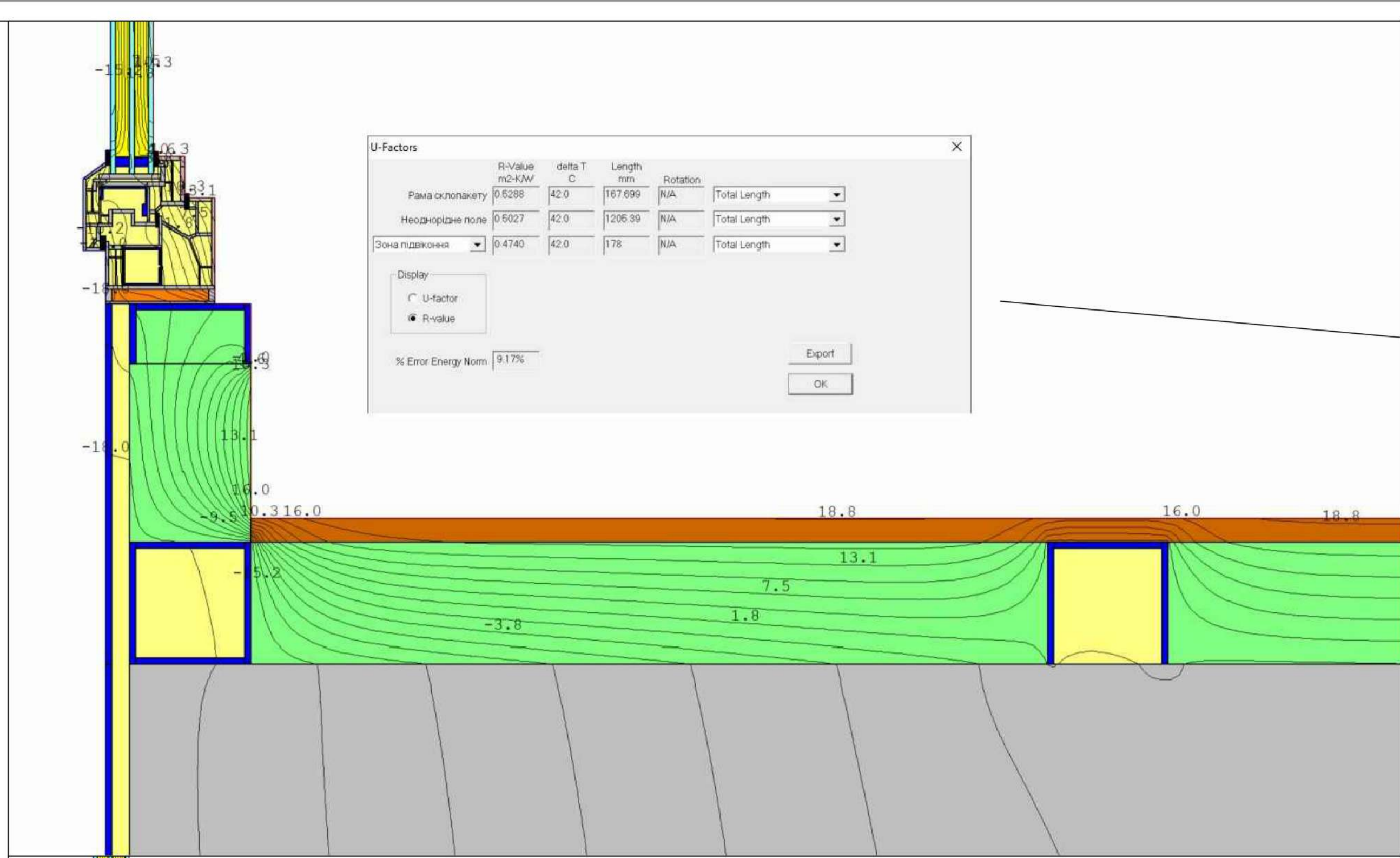


Приклад виконання металевих каркасів котельні



Узгоджено:
Інв. N ориє. Підпис і дата. Змість інв. N

						без шифру				
						ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ				
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ок	Підпис	Дата	Магістерська робота		Стояія	Аркуш	Аркуші в
Виконав	Смілян					МР		З		
Керівник	Погосов					Архітектурно-будівельні рішення модульних транспортних котельних (секція окрема та комплекс)		Михайло СМІЛЯН		
Зав.каф.	Кириченко									



U-Factors	R-Value m2-K/W	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Рама склопакету	0.5288	42.0	167.699	N/A	Total Length
Неоднорідне поле	0.5027	42.0	1205.39	N/A	Total Length
Зона підвіконня	0.4740	42.0	178	N/A	Total Length

Display: U-factor R-value

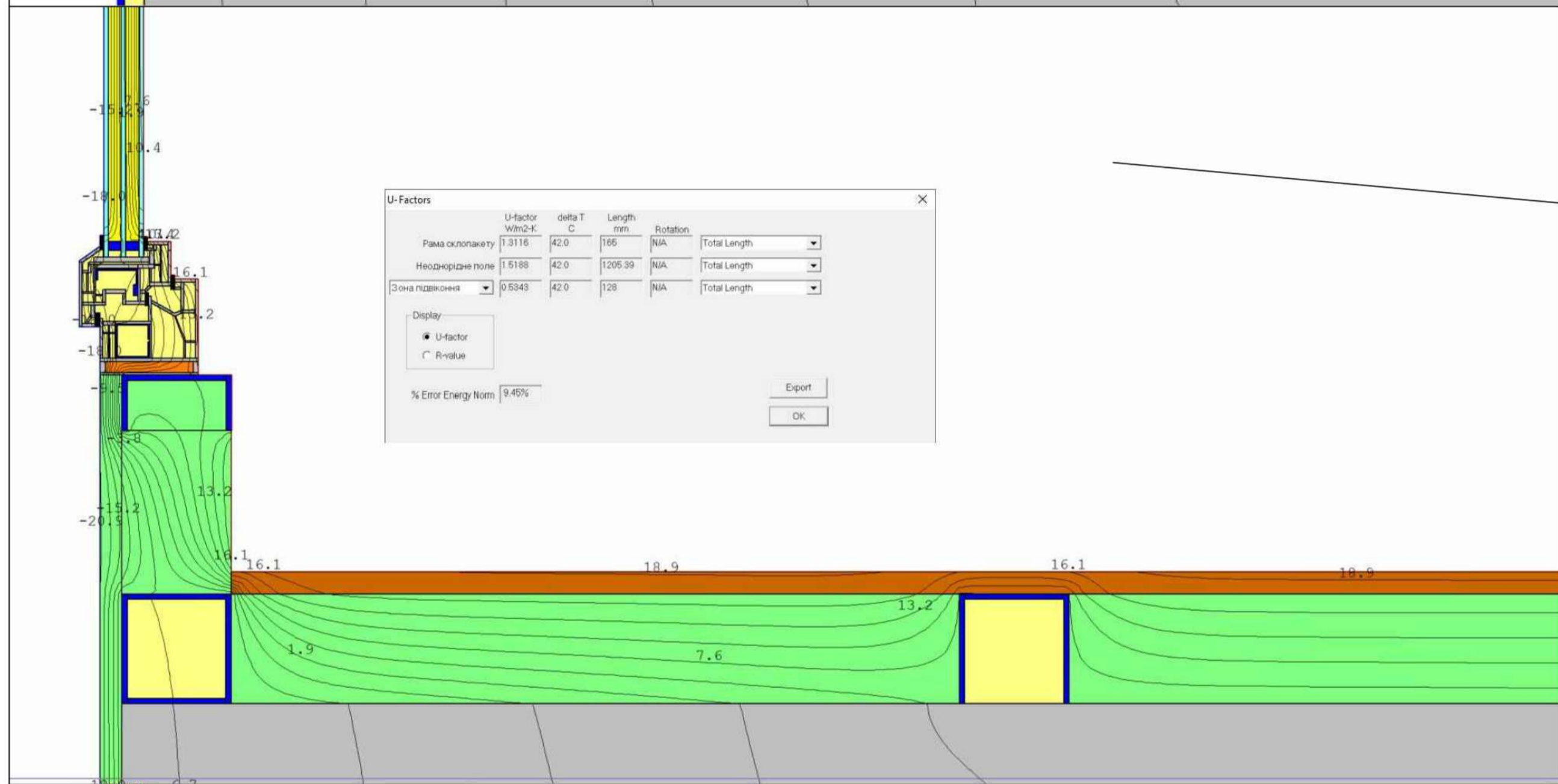
% Error Energy Norm: 9.17%

U-Factors	R-Value m2-K/W	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Рама склопакету	0.5288	42.0	167.699	N/A	Total Length
Неоднорідне поле	0.5027	42.0	1205.39	N/A	Total Length
Зона підвіконня	0.4740	42.0	178	N/A	Total Length

Display: U-factor R-value

% Error Energy Norm: 9.17%

Результуюча модельна термограма і показники опорів теплопередачі виконання вузла примикання каркасу котельні до фундаментної плити в базовому виконанні



U-Factors	R-Value m2-K/W	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Рама склопакету	0.7624	42.0	165	N/A	Total Length
Неоднорідне поле	0.6584	42.0	1205.39	N/A	Total Length
Зона підвіконня	1.8715	42.0	128	N/A	Total Length

Display: U-factor R-value

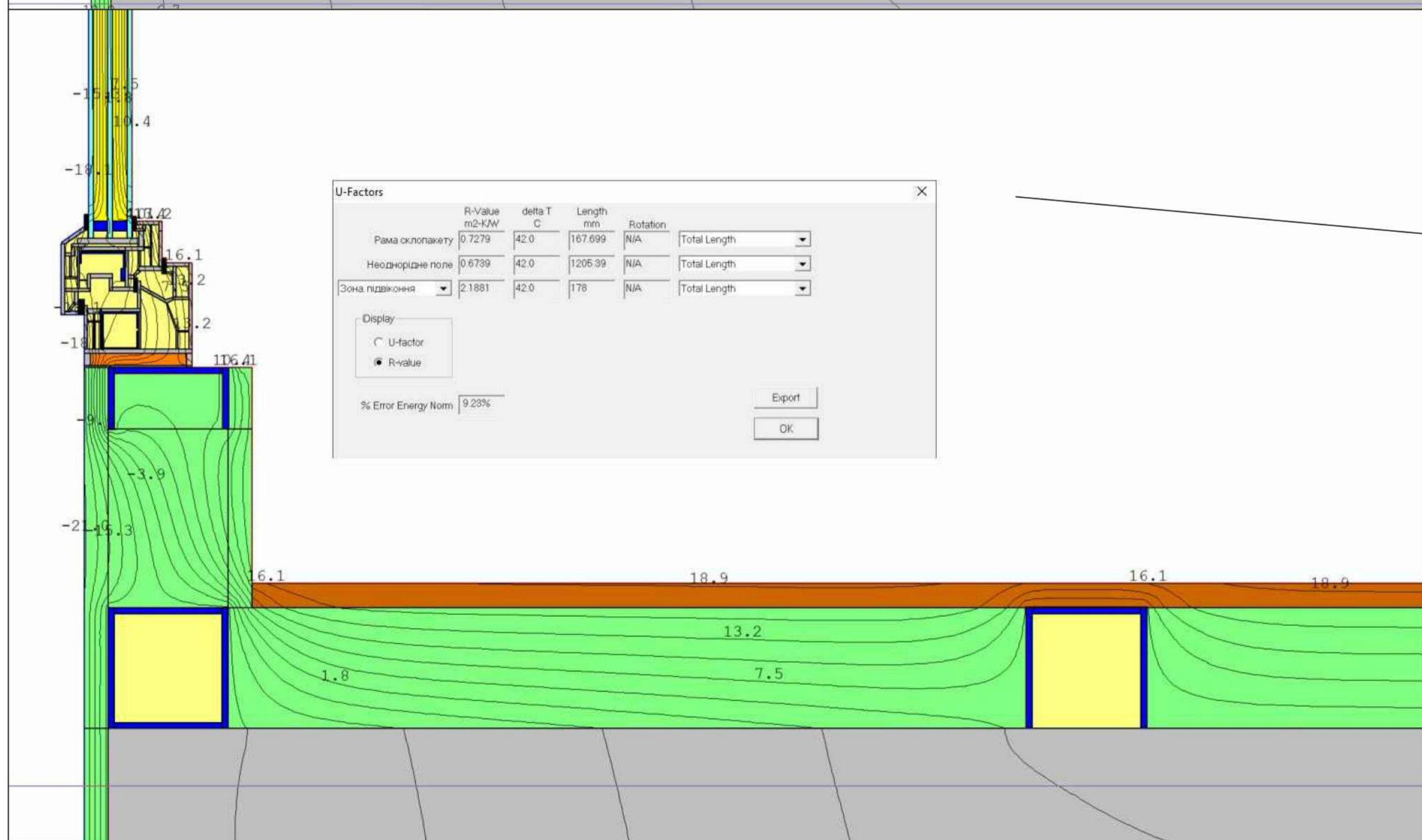
% Error Energy Norm: 9.45%

U-Factors	R-Value m2-K/W	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Рама склопакету	0.7624	42.0	165	N/A	Total Length
Неоднорідне поле	0.6584	42.0	1205.39	N/A	Total Length
Зона підвіконня	1.8715	42.0	128	N/A	Total Length

Display: U-factor R-value

% Error Energy Norm: 9.45%

Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундаментної плити в виконанні «з утепленням цоколю»



U-Factors	R-Value m2-K/W	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Рама склопакету	0.7279	42.0	167.699	N/A	Total Length
Неоднорідне поле	0.6739	42.0	1205.39	N/A	Total Length
Зона підвіконня	2.1881	42.0	178	N/A	Total Length

Display: U-factor R-value

% Error Energy Norm: 9.23%

U-Factors	R-Value m2-K/W	delta T C	Length mm	Rotation	Total Length
Рама склопакету	0.7279	42.0	167.699	N/A	Total Length
Неоднорідне поле	0.6739	42.0	1205.39	N/A	Total Length
Зона підвіконня	2.1881	42.0	178	N/A	Total Length

Display: U-factor R-value

% Error Energy Norm: 9.23%

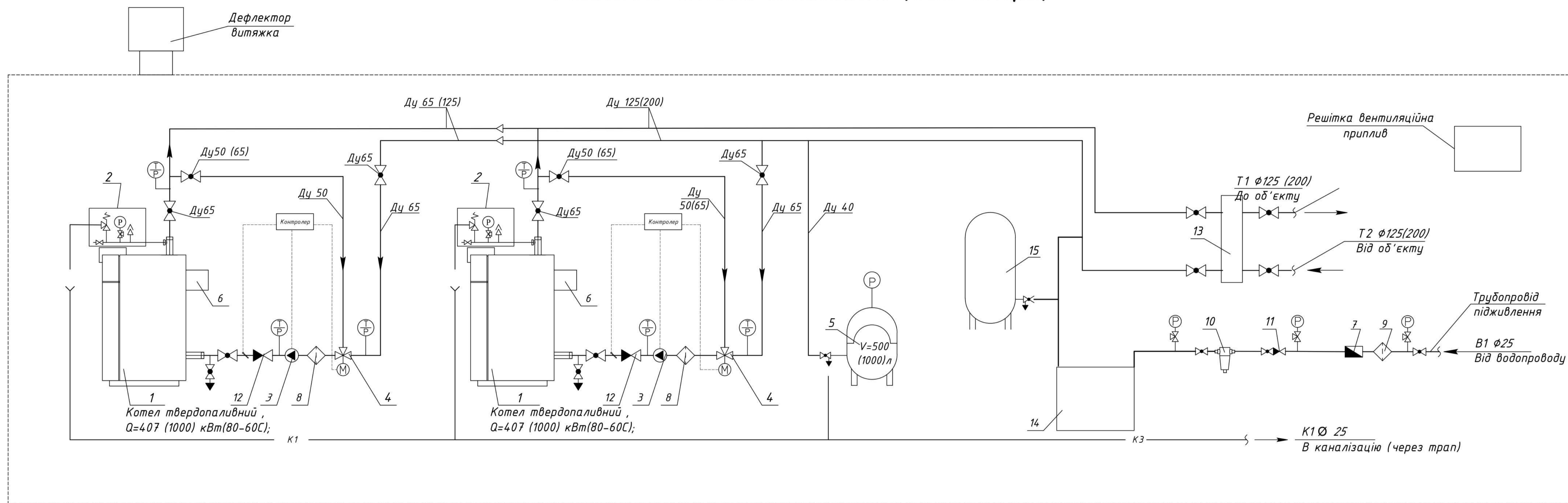
Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундаментної плити в виконанні «з утепленням цоколю» та зони підвіконня

Узгоджено:

Інв. Н. ориє. Підпис і дата. Замість інв. Н.

без шифру					
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛІВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ					
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ок.	Підрис.	Дата
Виконав	Смілян				
Керівник	Погосов				
Зав.каф.	Кириченко				
Магістерська робота				Стодія	Аркуш
				МР	4
Результуючі модельні термограми з характерними опорами теплопередачі різних варіантів виконання каркасу				Михайло СМІЛЯН	

Теплова схема котельні (без опцій)



Експлікація обладнання

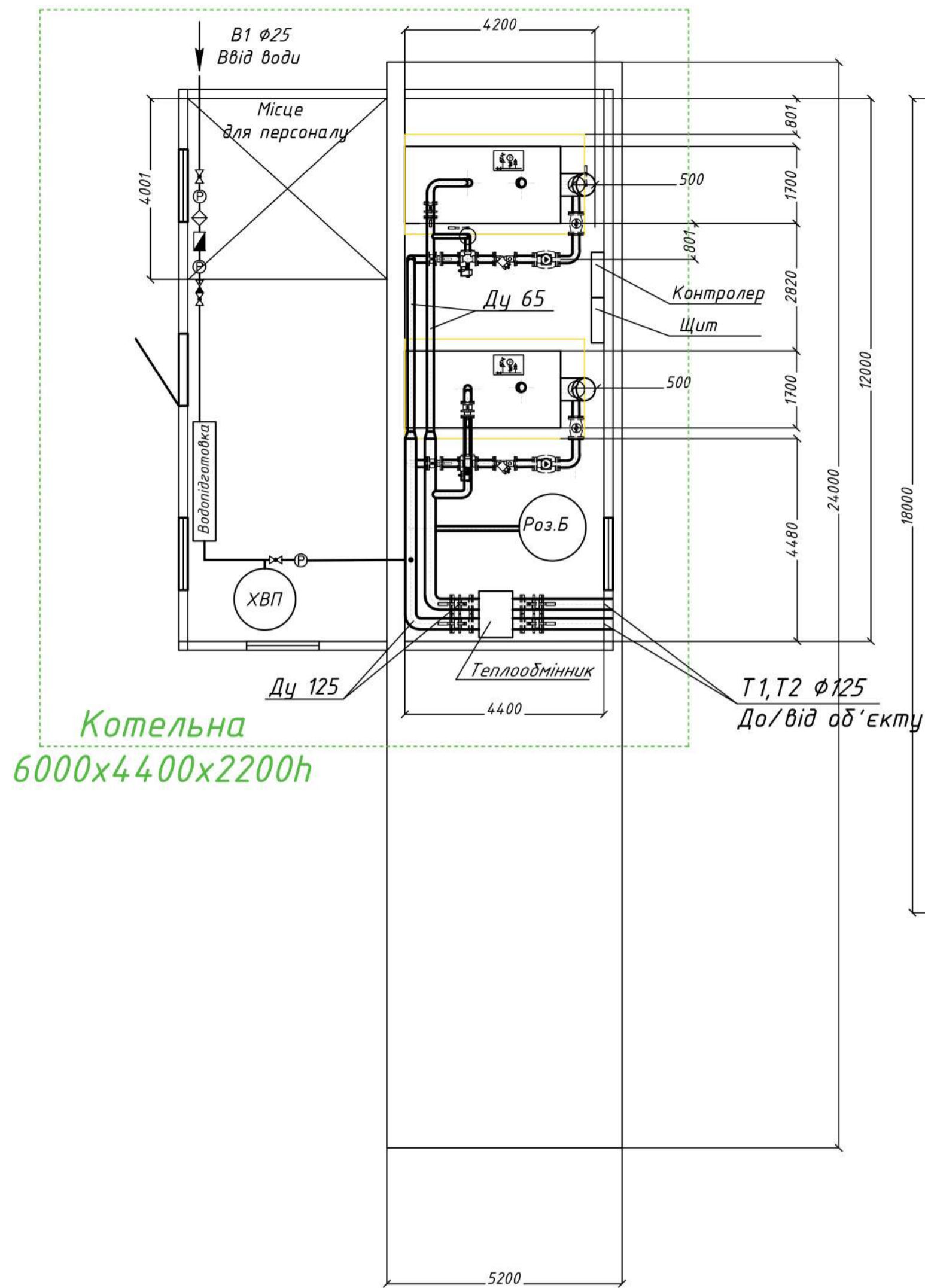
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Вага, кг	Примітка
1	KOR 3G 350 (1000)	Котел твердопаливний, Q=407кВт(80-60С);	2	950	
2	Afriso KSG maxі	Група безпеки котла	2		
3	Wilо TOP-S 40/7 (TOP-Z 80/7)	Циркуляційний насос (робочий та резервний)	4		2 - резервних
4	VTC 531	Клапан термостатичний ESBE, Ду 50(65); Kvs=12(58), T=65°C	2		
5	N 500, V=500 (1000)л	Розширювальний бак, мембранний для системи теплопостачання	1		
6		Димохід d250 (350)	2	компл.	
7		Лічильник, Ду 25	1		
8		Фільтр, Ду 65	2		
9		Фільтр, Ду 25	1		
10	Фільтр Honeywell FF06-AA	Фільтр сітчастий Ду 25	1		
11		Зворотній клапан, Ду 25	1		
12		Зворотній клапан, Ду 65	2		
13		Теплообмінник	1		
14		Блок водопідготовки	1		
15		Бак запасу води	1		

Умовні позначення

— T1 —	Трубопровід мережної води подавальний		Фільтр
— T2 —	Трубопровід мережної води зворотний		Клапан запобіжний
— T3 —	Трубопровід гарячого водопостачання		Кран кульовий
— T4 —	Трубопровід циркуляційний системи ГВП		Клапан зворотний
— T94 —	Трубопровід підживлюючий		Насос
— В1 —	Трубопровід госп.-питної води		Лічильник
— К1 —	Трубопровід для відведення води в каналізацію		Перехід діаметрів

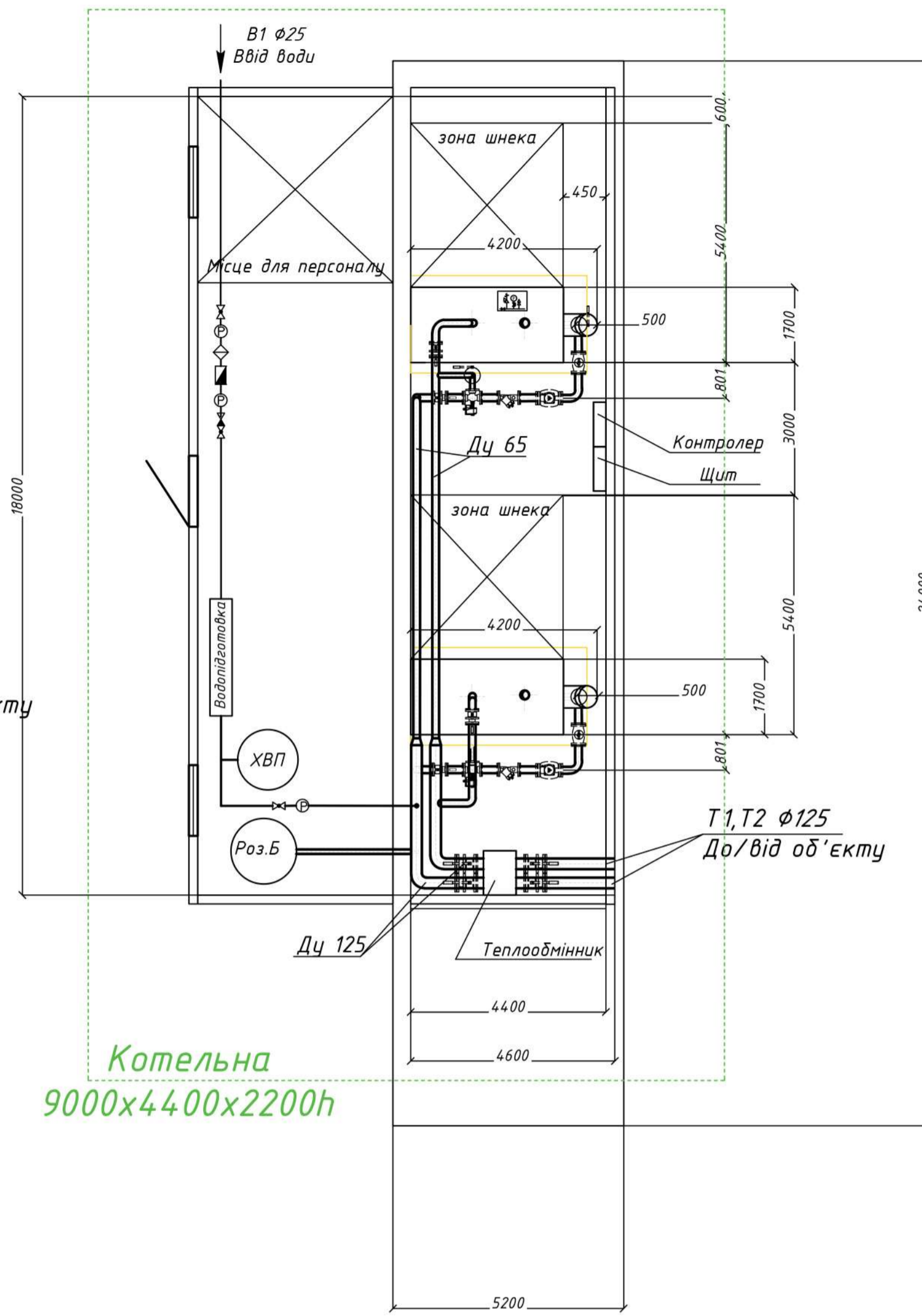
без шифру					
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ					
Змін.	Кільк.	Аркуш	№рок	Підрис.	Дата
Виконав	Смілян				
Керівник	Погосов				
Зав.каф.	Кириченко				
Магістерська робота				Стодія	Аркуш
				МР	5
Типова тепломеханічна схема модульної твердопаливної котельні в базовому виконанні				Михайло СМІЛЯН	

Типорозмір KOR 3G 130-350 (ручне)



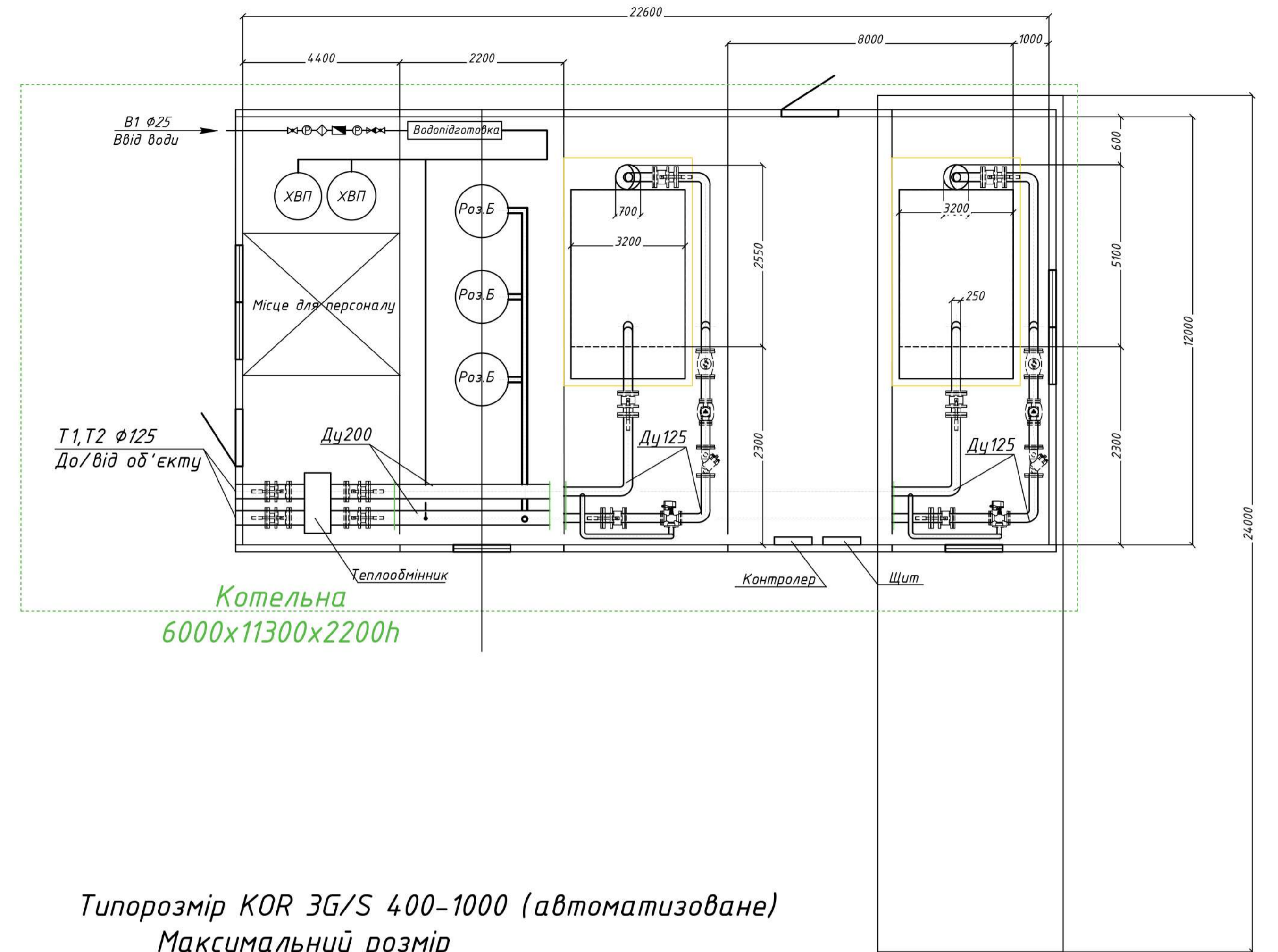
Котельня
6000x4400x2200h

Типорозмір KOR 3G 130-350
(автоматизоване)



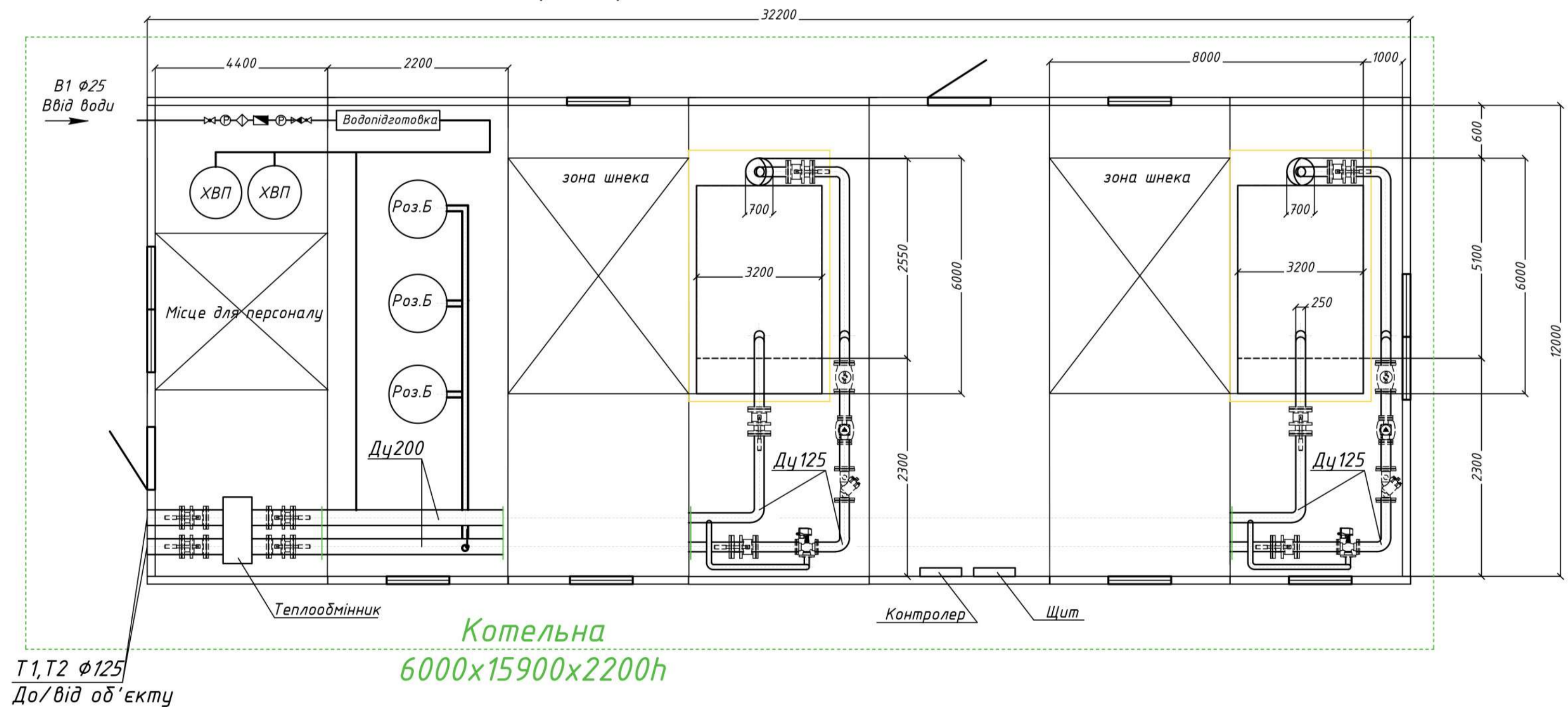
Котельня
9000x4400x2200h

Типорозмір KOR 3G 400-1000 (ручне)



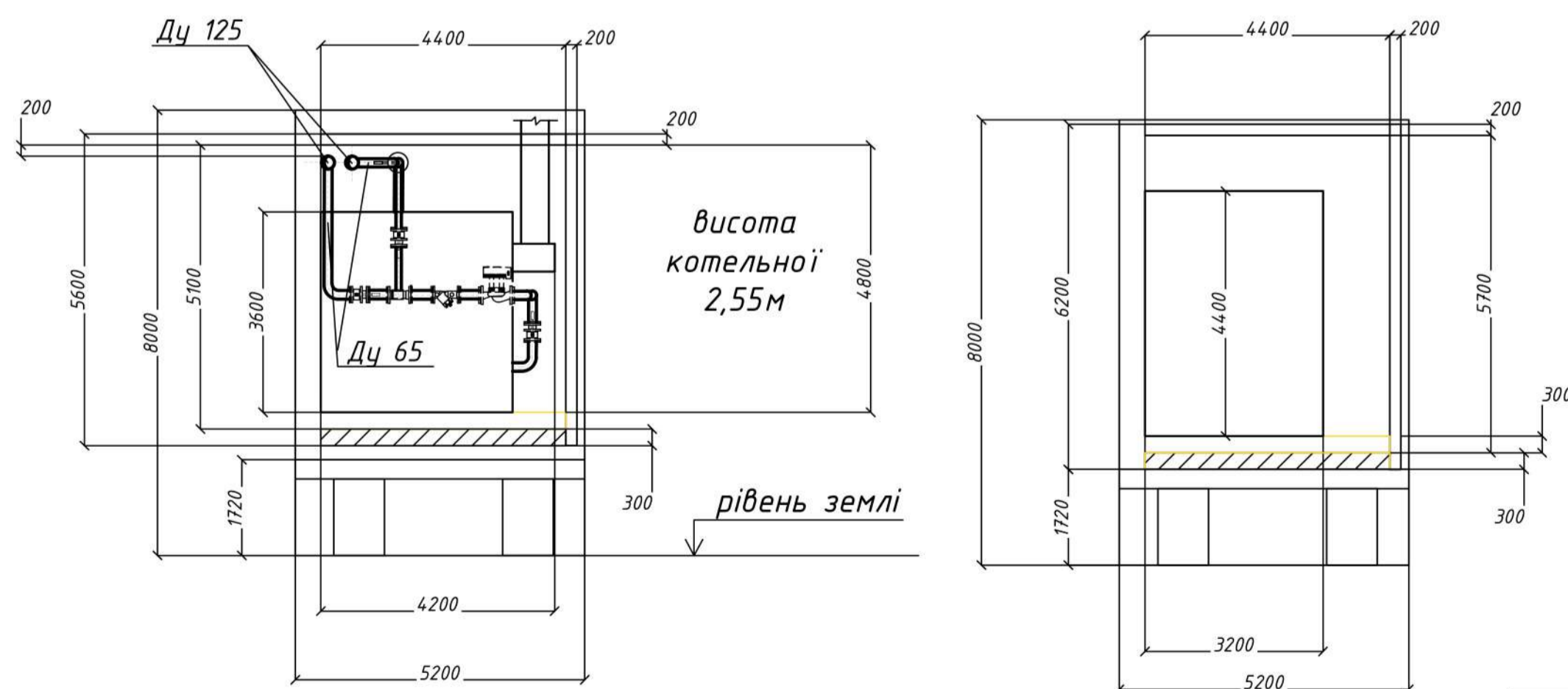
Котельня
6000x11300x2200h

Типорозмір KOR 3G/S 400-1000 (автоматизоване)
Максимальний розмір



Котельня
6000x15900x2200h

Посадка типорозмірів KOR 3G 130-350 (ручне та автоматизоване) в кунгу стандартної фури



висота від набетонки до стелі - 2700
висота від підлоги до стелі - 2850
висота котельні ззовні - 3100

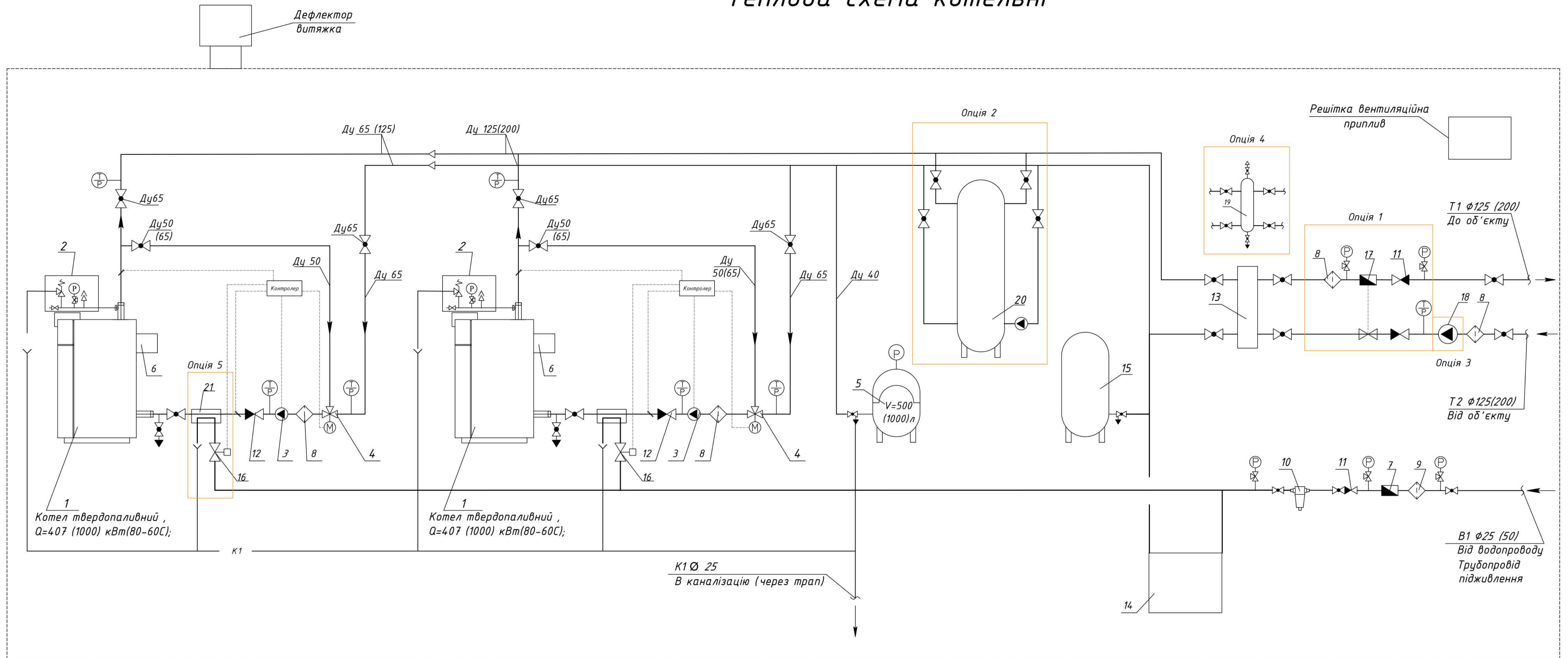
Умовні позначення:

- обмеження по ПДР
- частина модуля.
- виконана із сендвіч-панелі
- набетонка 150мм (по Інстр.експлуат.)
- подавальний трубопровід
- зворотній трубопровід

* Накреслено габарити KOR 3G-350.

без шифру					
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ					
Змін.	Кільк.	Аркуш	№рек.	Підрис.	Дата
Виконав	Смілян				
Керівник	Погосов				
Зав.каф.	Кириченко				
Магістерська робота				Стояня	Аркуш
				МР	6
Варіанти комплектування модульної твердопаливної котельні в базовому виконанні				Михайло СМІЛЯН	

Теплова схема котельні



Експлікація обладнання

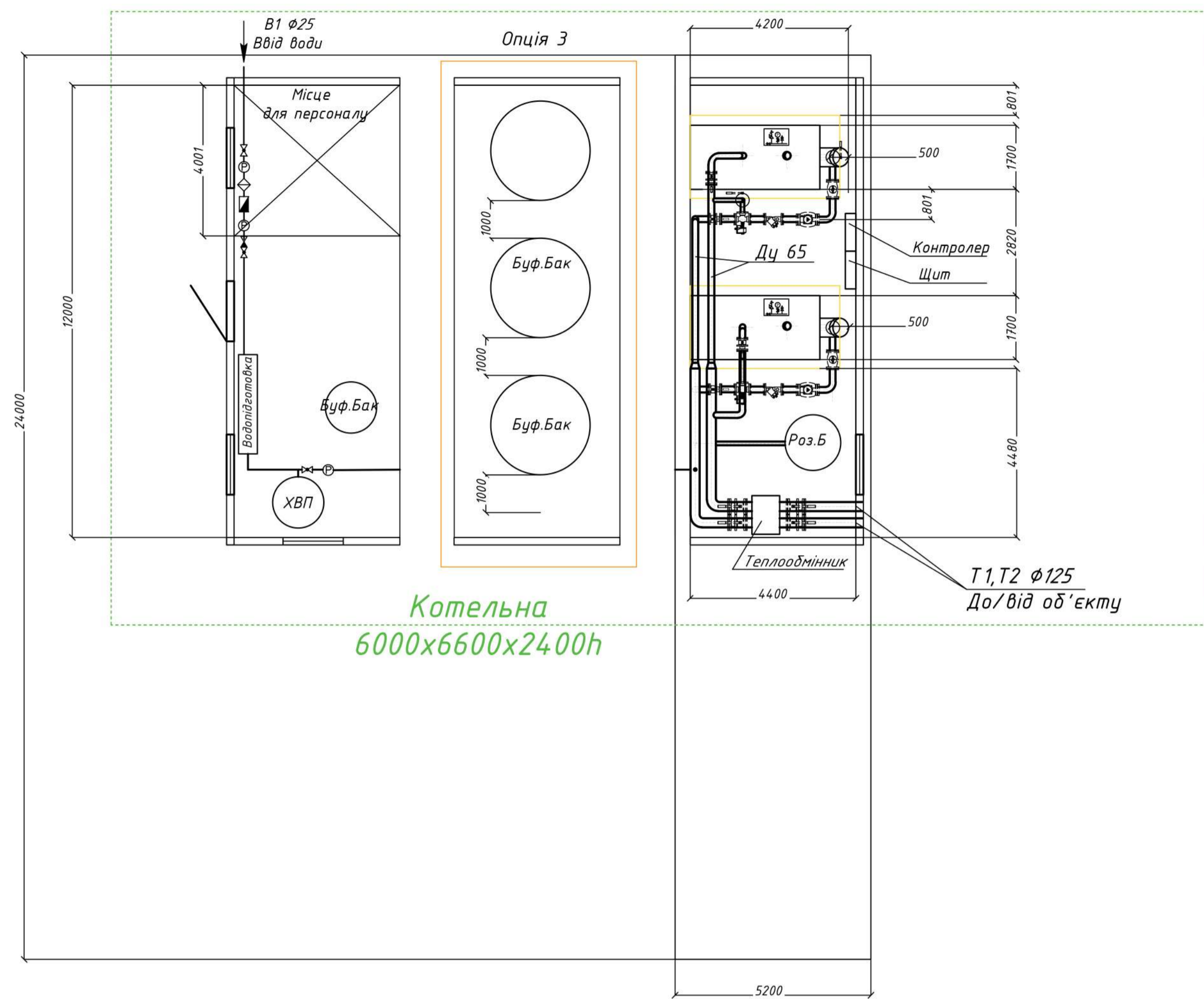
Поз.	Найменування	Поз.	Найменування
1	Котел твердопаливний , Q=4,07кВт(80-60С);	12	Зворотній клапан, Ду 65 (125)
2	Група безпеки котла	13	Теплообмінник
3	Циркуляційні насоси (робочий та резервний)	14	Блок водопідготовки
4	Клапан термостатичний ESBE, Ду 50(65); Kvs=12(58) , T=65°C	15	Бак запасу води
5	Розширювальний бак, мембранний для системи теплопостачання	16	Регулятор температури прямої дії
6	Димохід d250 (350)	17	Теплолічильник
7	Лічильник, Ду 25 (80)	18	Мережевий насос
8	Фільтр, Ду 65 (125)	19	Гідравлічна стрілка
9	Фільтр, Ду 25 (50)	20	Бак акумулятор
10	Фільтр сітчастий Ду 25 (50)	21	Швидкісний теплообмінник

Умовні позначення

— T1 —	Трубопровід мережної води подавальний		Фільтр
— T2 —	Трубопровід мережної води зворотний		Клапан запобіжний
— T3 —	Трубопровід гарячого водопостачання		Кран кульовий
— T4 —	Трубопровід циркуляційний системи ГВП		Клапан зворотний
— T94 —	Трубопровід підживлюючий		Насос
— В1 —	Трубопровід госп.-питної води		Лічильник
— К1 —	Трубопровід для відведення води в каналізацію		Перехід діаметрів

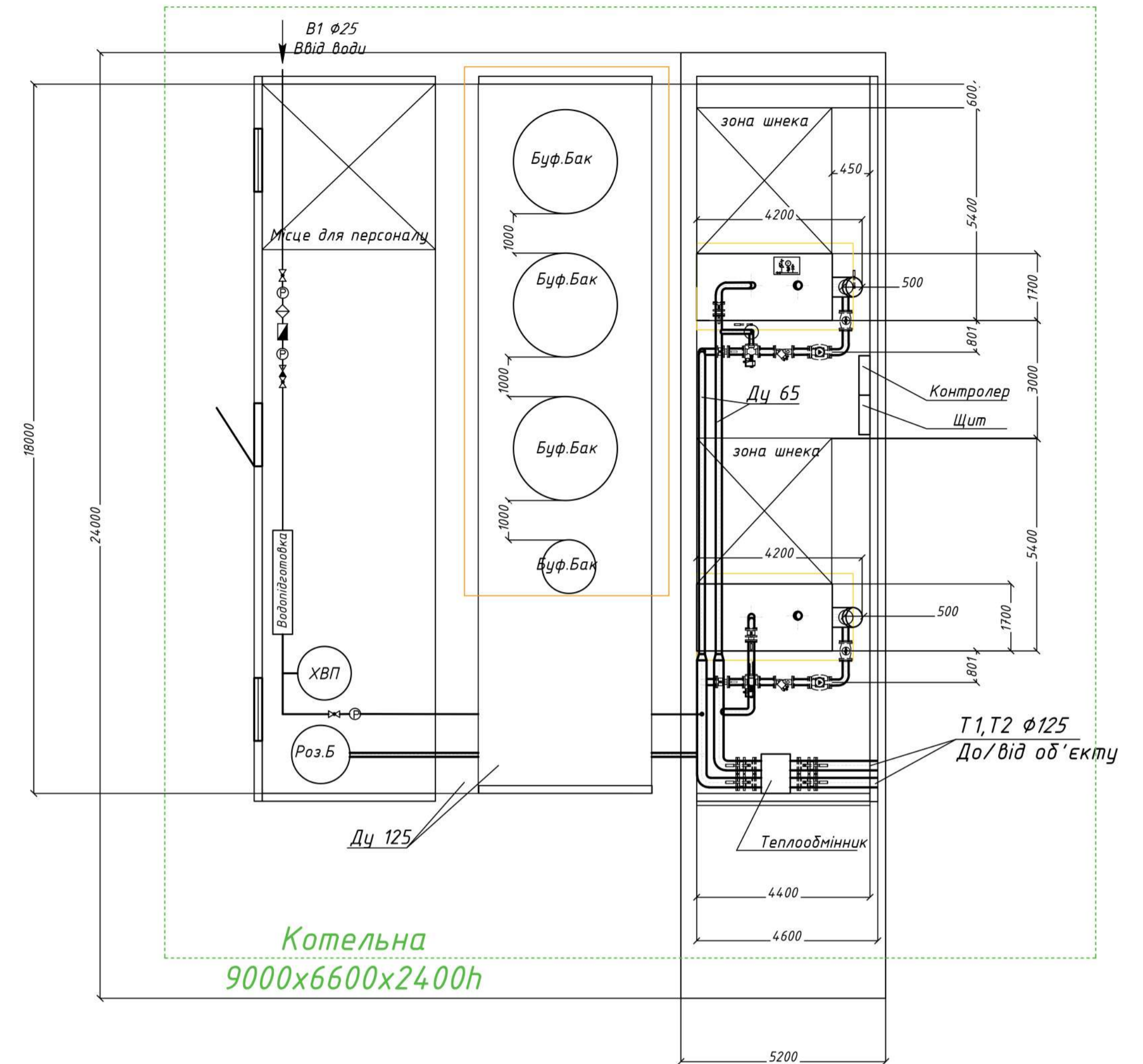
без шифру					
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ					
Змін.	Кільк.	Аркул.	№рок.	Підрис.	Дата
Виконав	Смілян				
Керівник	Логосов				
Зав.каф.	Кириченко				
Магістерська робота				Стопція	Аркул.
				МР	7
Тилова тепломеханічна схема модульної твердопаливної котельні в опційному виконанні				Михайло СМІЛЯН	

Типорозмір KOR 3G 130-350 (ручне)



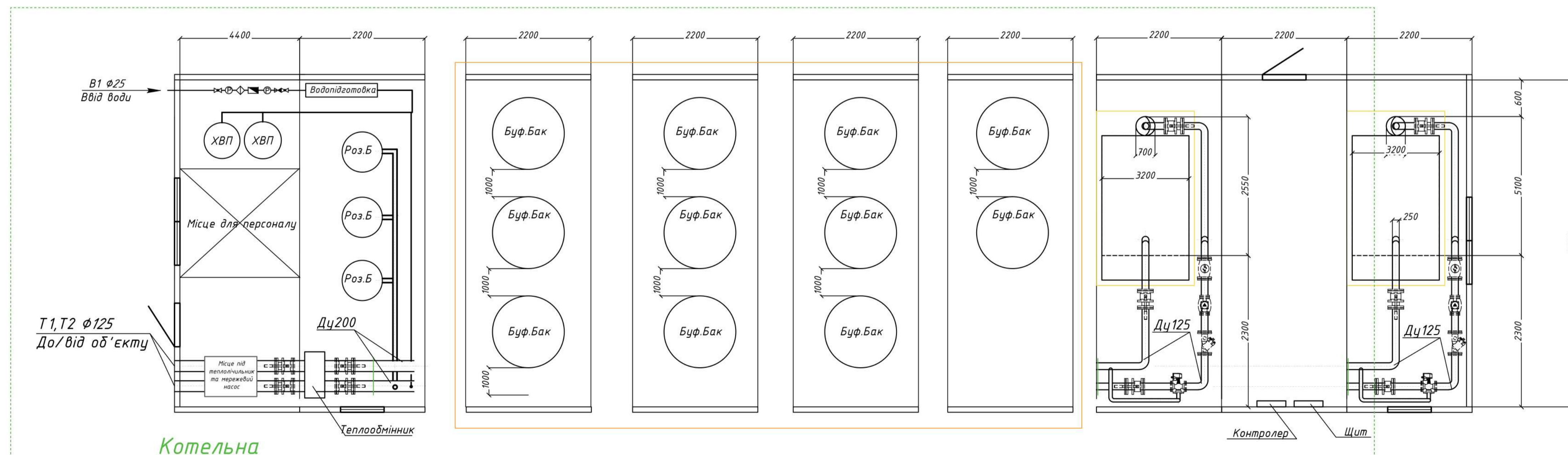
Котельня
6000x6600x2400h

Типорозмір KOR 3G 130-350 (автоматизоване)



Котельня
9000x6600x2400h

Типорозмір KOR 3G 400-1000 (ручне)



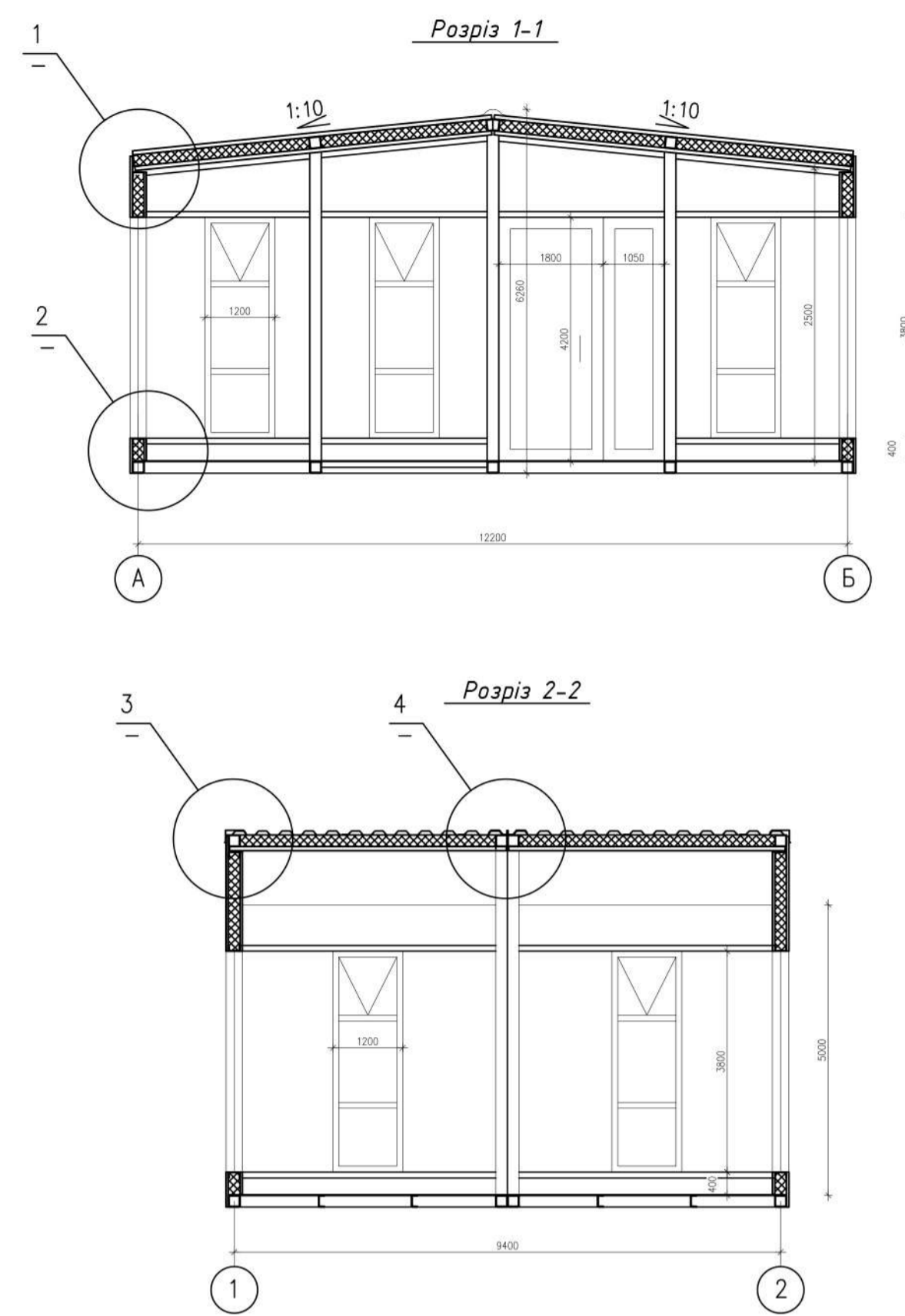
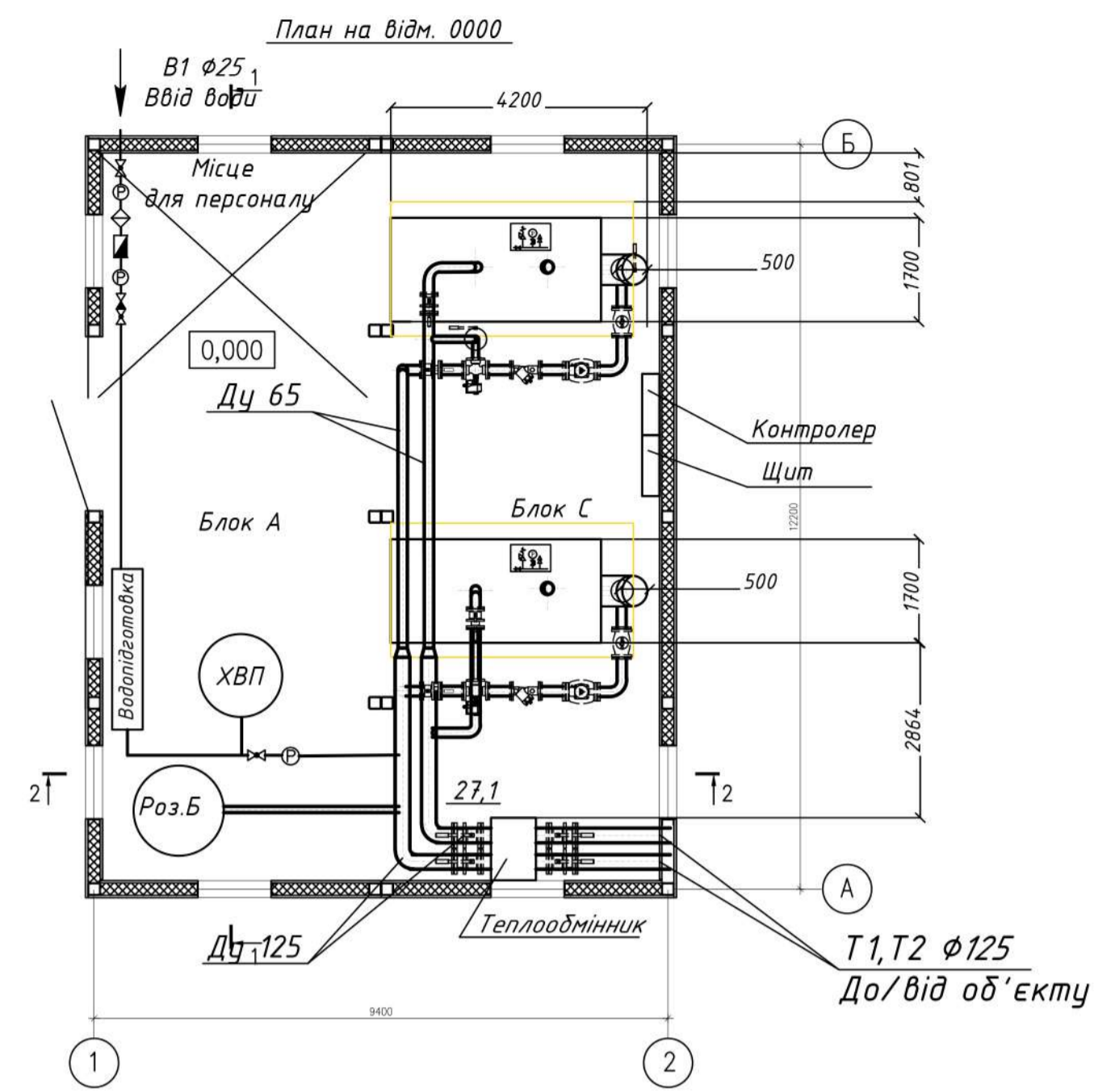
Котельня
6000x19800x3100h

						без шифру			
						ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№рек.	Підрис.	Дата	Мастерська робота	Стодія	Аркуш	Аркуші в
Виконав	Смілян						МР	в	
Керівник	Погосов								
Зав.каф.	Кириченко					Варіанти компонування модульної твердопаливної котельні в опційному виконанні			
						Михайло СМІЛЯН			

Узгоджено:

Інф. N ориє. Підпис і дата. Замість інф. N

Типорозмір KOR 3G 130-350 (ручне)



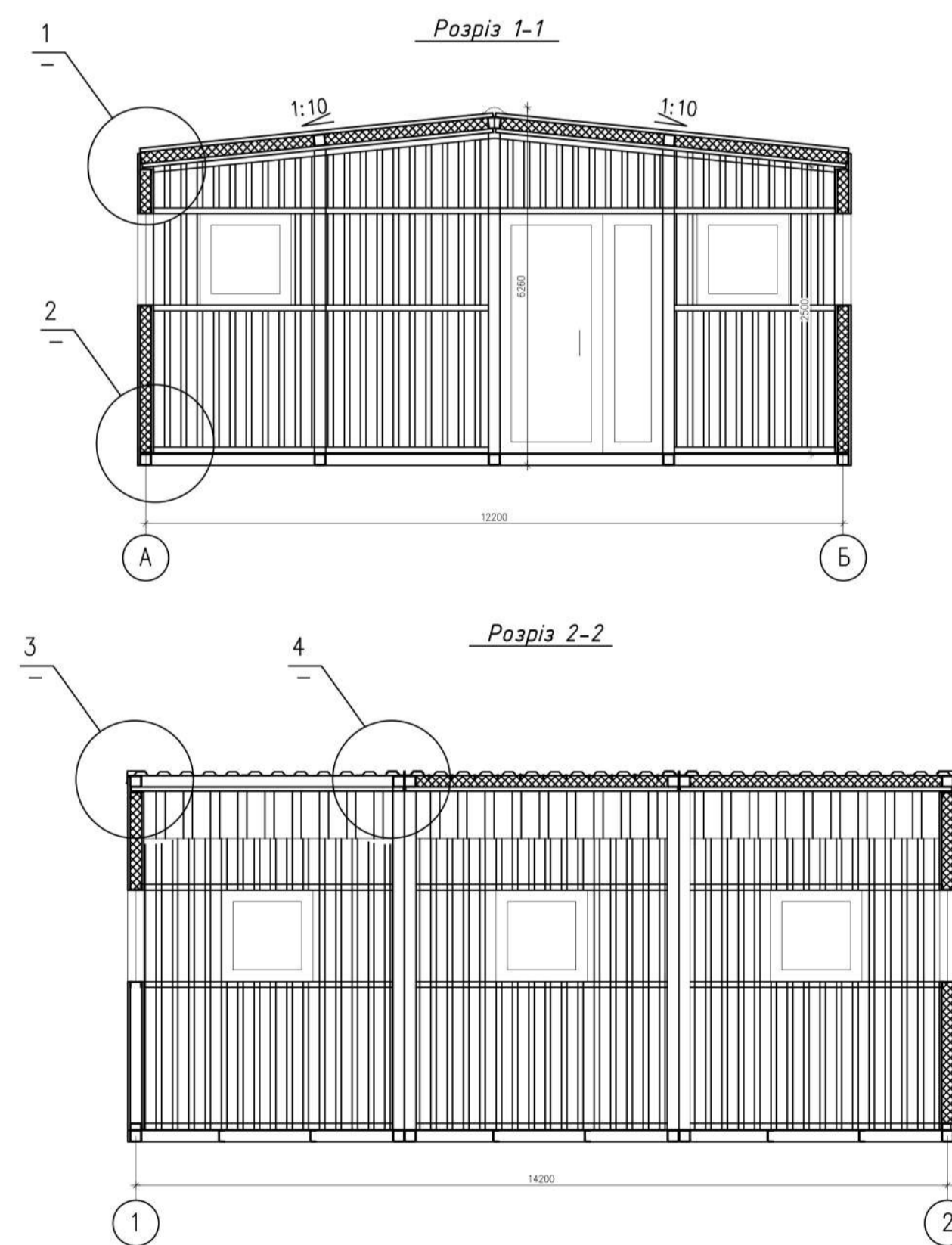
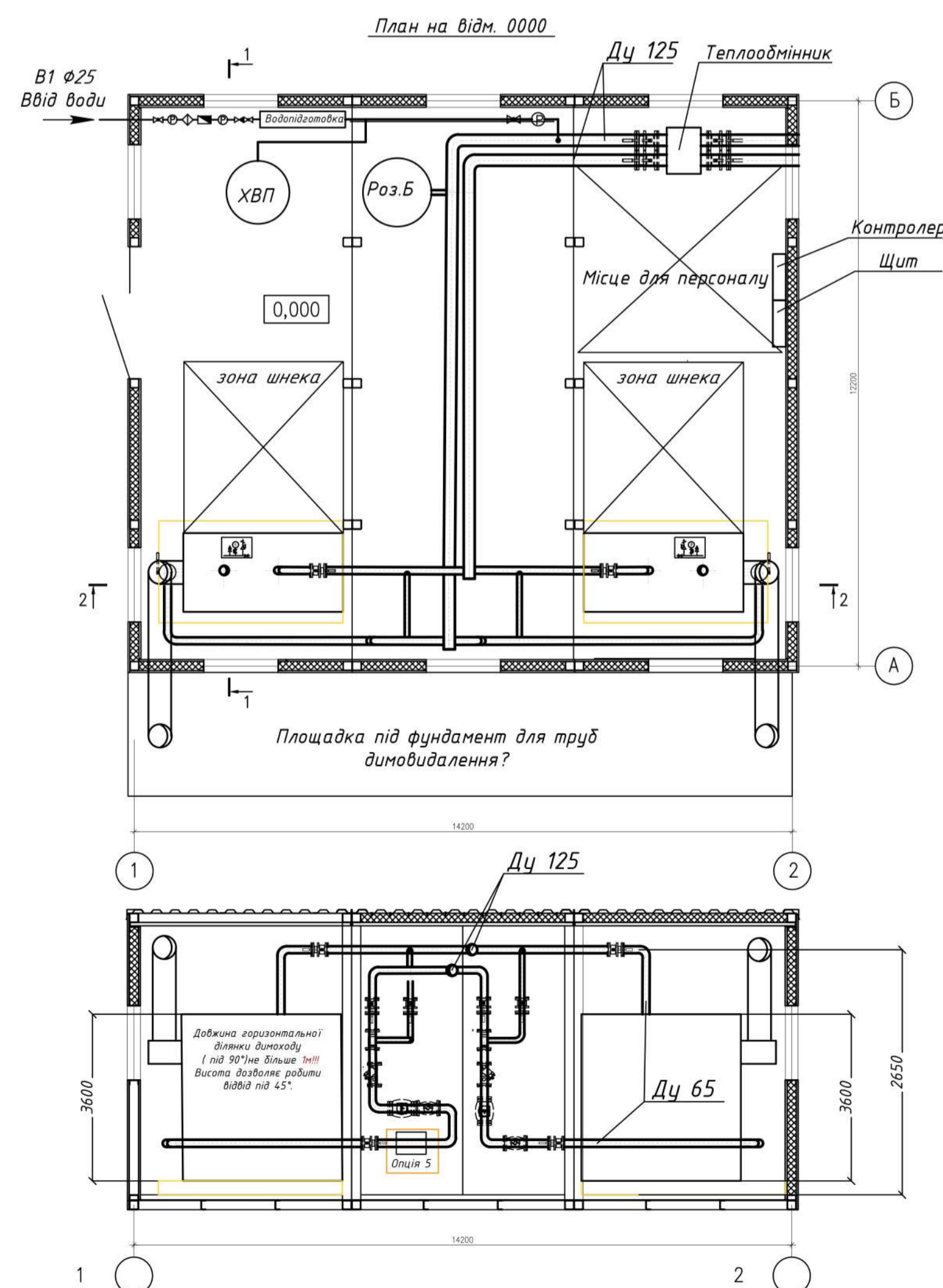
Візуалізація двохсекційної котельні



Візуалізація трьохсекційної котельні



Типорозмір KOR 3G 130-350 (автоматизоване)



без шифру

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Змін.	Кільк.	Аркуш	№ арк.	Підрис.	Дата	Стодія	Аркуш	Аркуші в
Виконав	Смілян					МР	9	
Керівник	Погосов							
Зав.каф.	Кириченко							

Магістерська робота

Фінальні тепломеханічні рішення модульної твердопаливної котельні (база секційна компоновка)

Михайло СМІЛЯН

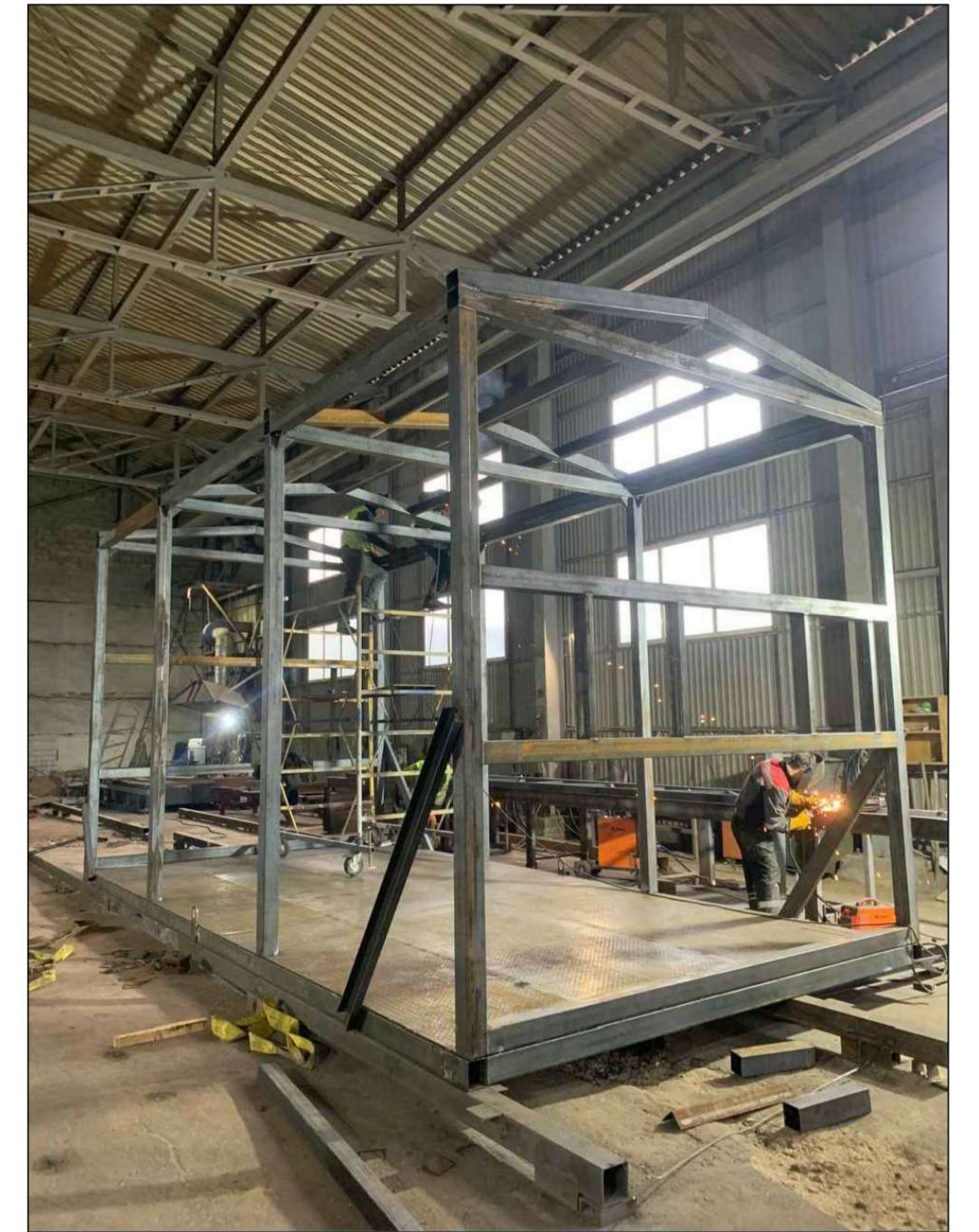
Узгоджено:

Інв. N ориє. Підпис і дата. Замість інв. N

Приклад впровадження та доцільного масштабування потужності котельні



Існуюча ситуація на побудованій котельні в с. Осолінка



Процес виготовлення каркасу



Котельня після реконструкції



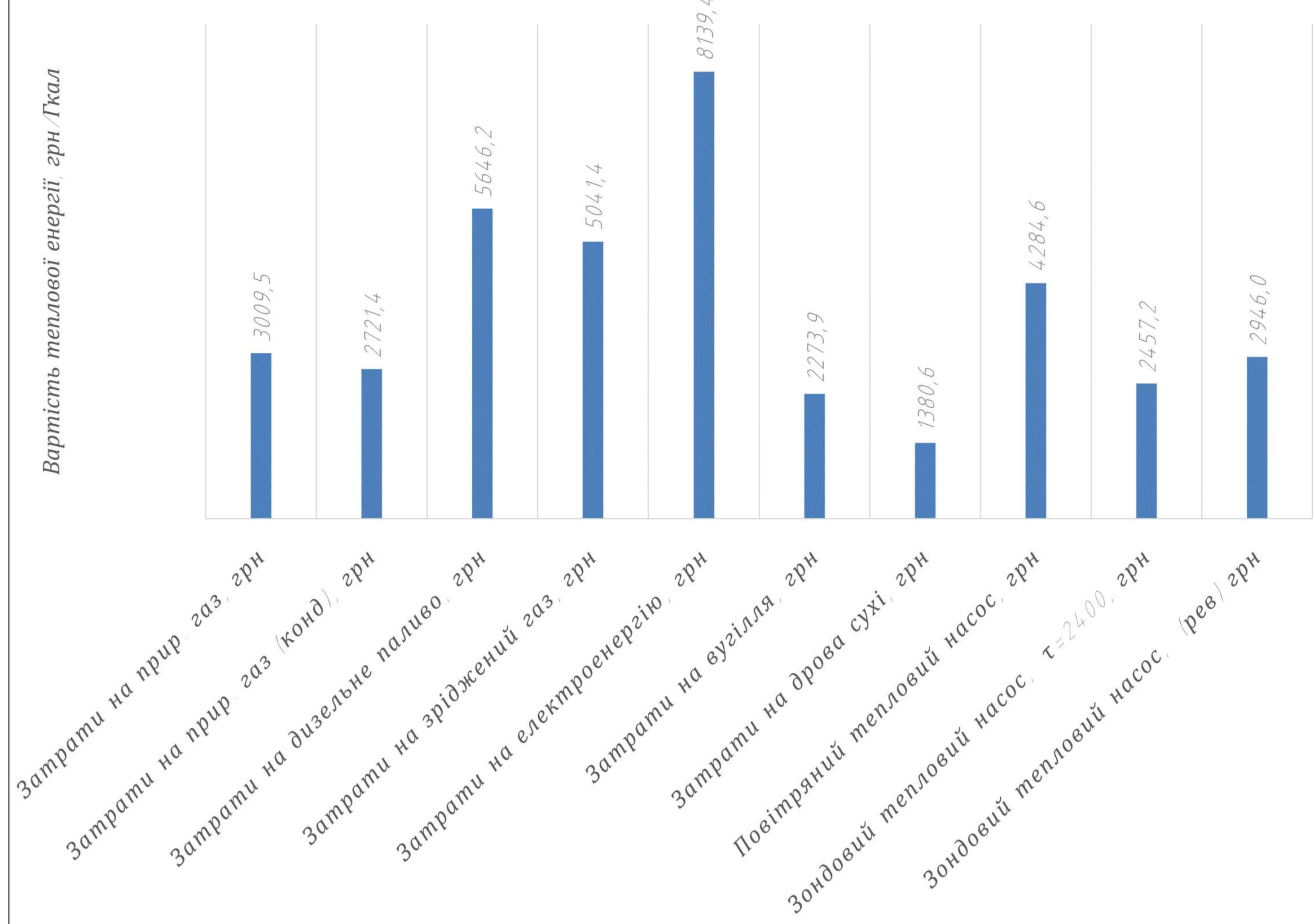
Процес монтажу каркасу



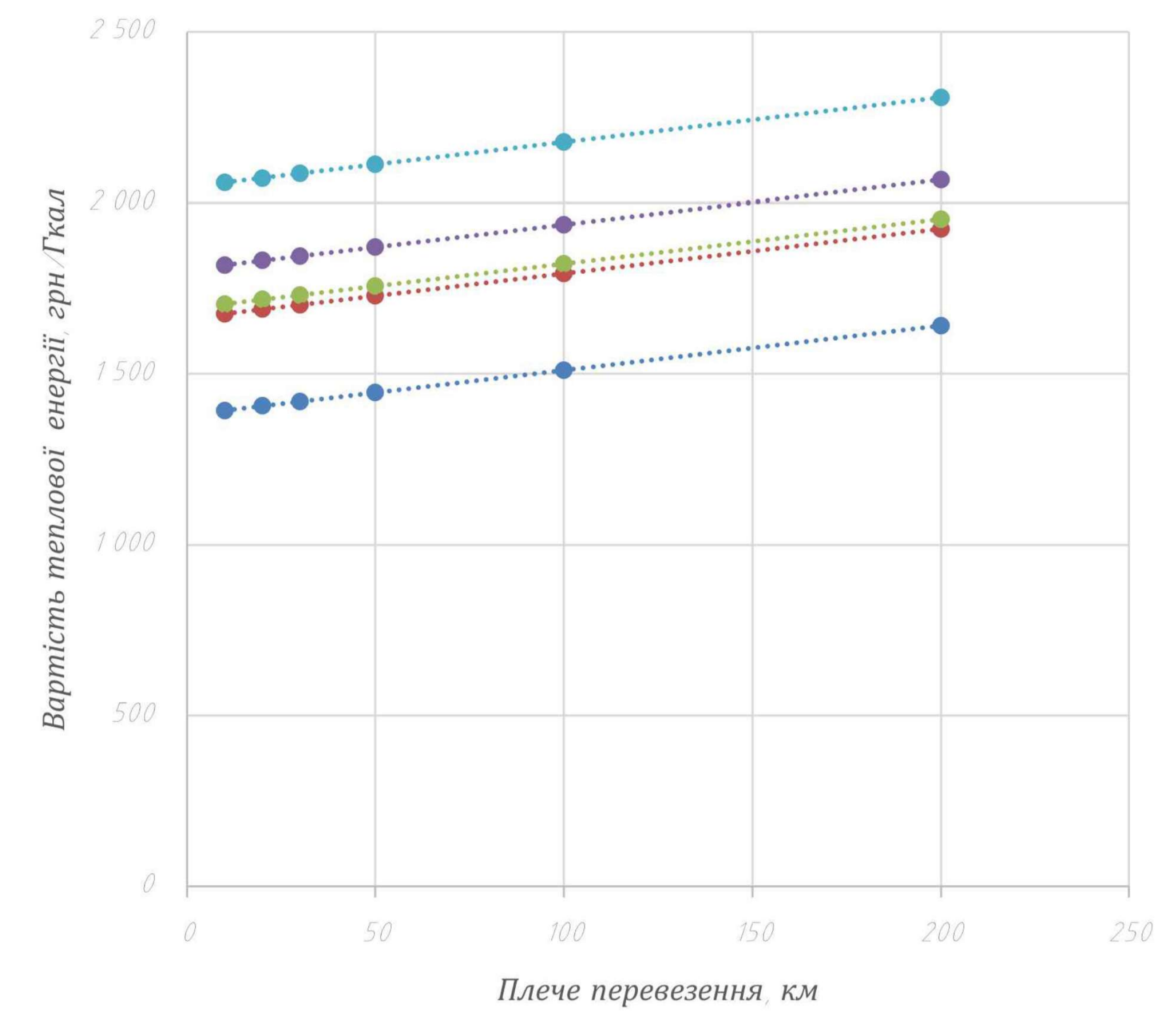
Зміст						без шифру			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підрис.	Дата	ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ			
Виконав	Смілян					Магістерська робота	Стодія	Аркуш	Аркуші в
Керівник	Погосов						МР	10	
Зав.каф.	Кириченко					Впровадження на прикладі збільшення потужності котельні в с. Осолінка Вінницької області			
									Михайло СМІЛЯН

Узгоджено:
Інв. N ориє. | Підпис і дата | Змість інв. N

Вартість теплової енергії (паливна складова)

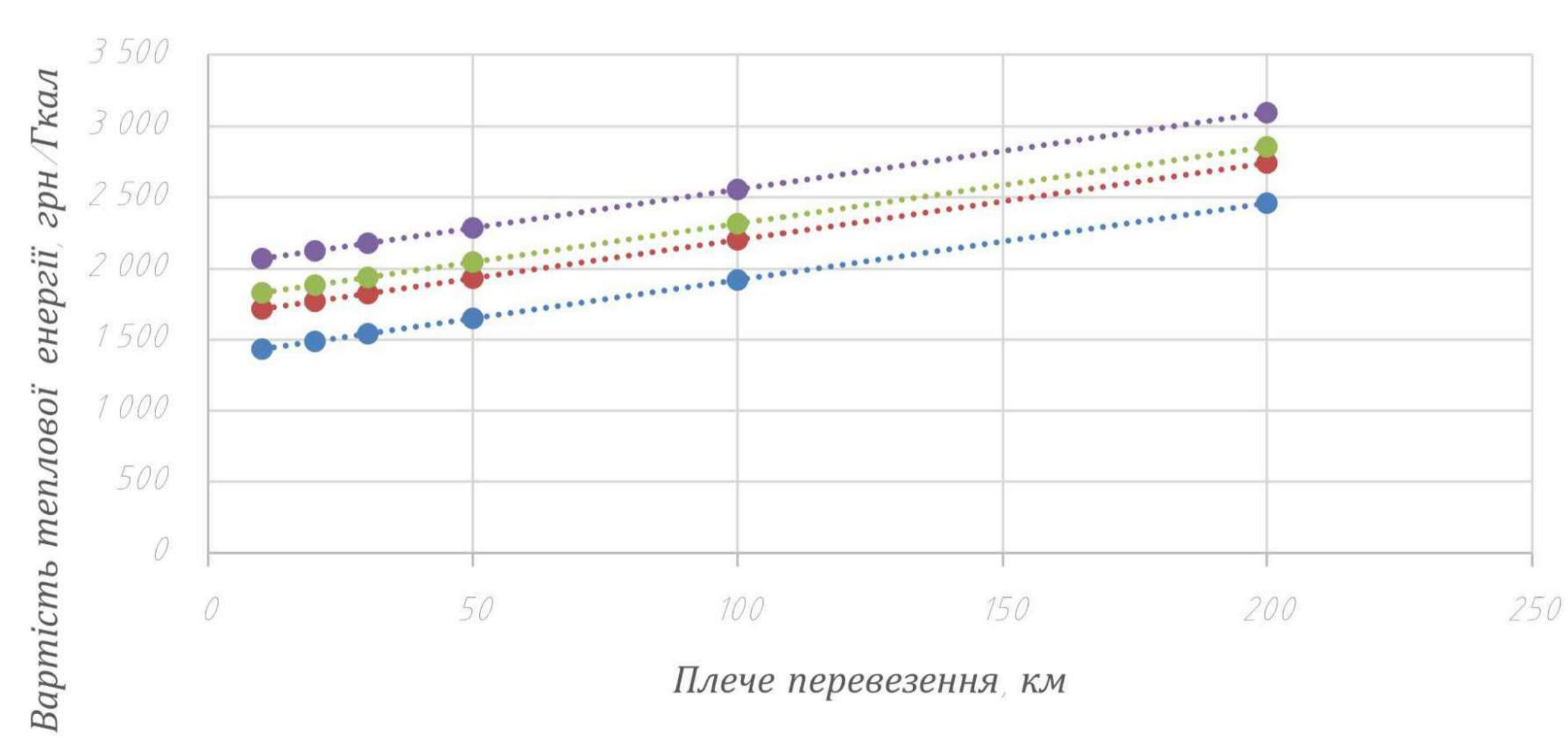


Залежності складових вартості та повної вартості від плеча доставки палива (варіант доставки - фури)



- Вартість теплової енергії з врахуванням "плеча"
- Вартість теплової енергії з урахуванням відрахувань фонду ЗП
- Вартість теплової енергії з урахуванням розвантаження фури кранами
- Вартість теплової енергії з врахуванням роботи циркуляційних насосів
- Повна вартість з урахуванням "амортизації"

Залежності складових вартості та повної вартості від плеча доставки палива (варіант доставки - самоскиди)



- Вартість теплової енергії з врахуванням "плеча"
- Вартість теплової енергії з урахуванням відрахувань фонду ЗП
- Вартість теплової енергії з врахуванням роботи циркуляційних насосів
- Повна вартість з урахуванням "амортизації"

без цифру					
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ					
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підрис.	Дата
Виконав	Смілян				
Керівник	Погосов				
Зав.каф.	Кириченко				
Магістерська робота				Сподія	Аркуш
				МР	11
Експлуатаційні показники модульних трансформаторних котельних при диверсифікації джерел енергії				Михайло СМІЛЯН	

Узгоджено:
 Інф. N ориє. Підпис і дата
 Замість інф. N