

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ магістр**

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

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ магістр**

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ
КОТЕЛЕНЬ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ**

Виконав Смілян Михайло Юрійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 Будівництво та цивільна інженерія
(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція
(освітня програма)

Група ТВМ-22

Керівник Погосов О.Г.
(прізвище та ініціали)

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри теплотехніки КНУБА
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: _____ Інженерних систем та екології
Випускова кафедра: _____ Теплотехніки
Освітній ступінь: Магістр за освітньо-професійною програмою навчання
Спеціальність: _____ 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма: _____ Теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ магістр**

(бакалавра, магістра)

Смілян Михайло Юрійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Особливості застосування модульних твердопаливних котелень при диверсифікації джерел теплової енергії

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ року

2. Керівник роботи

Погосов Олександр Григорович

кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки Київського національного університету будівництва і архітектури

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P. 1. Переваги і перспективи застосування модульних твердопаливних котелень

P. 2. Опис планувальних рішень модульних транспортабельних котелень

P. 3. Тепломеханічні рішення модульних твердопаливних котелень

P. 4. Прикладне провадження результатів роботи при новому будівництві модульної транспортабельної котельні в с. Осолинка, Вінницької області

P. 5. Техніко-економічне обґрунтування модульних твердопаливних котелень

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Рисунки 1.1 – 1.10, таблиця 1.1

Р. 2. Рисунки 2.1 – 2.3

Р. 3. Таблиці 3.1 – 3.3

Р. 4. Рисунки 4.1 – 4.5

Р. 5. Рисунки 5.1, 5.2, таблиці 5.1, 5.2

6. Календарний план виконання роботи:

| Види робіт та їх зміст | Дата |
|--|------|
| Розділ 1. Переваги і перспективи застосування модульних твердопаливних котелень | |
| Розділ 2. Опис планувальних рішень модульних транспортабельних котелень | |
| Розділ 3. Тепломеханічні рішення модульних твердопаливних котелень | |
| Розділ 4. Прикладне провадження результатів роботи при новому будівництві модульної транспортабельної котельні в с. Осолинка, Вінницької області | |
| Розділ 5. Техніко-економічне обґрунтування модульних твердопаливних котелень | |
| Остаточне оформлення роботи | |
| Направлення роботи для перевірки на плагіат | |
| Попередній захист роботи на випусковій кафедрі | |
| Направлення роботи на рецензування | |

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Перевірів | |
|-----------|---|-----------|--------|
| | | дата | підпис |
| Розділ 1. | | | |
| Розділ 2. | | | |
| Розділ 3. | | | |
| Розділ 4. | | | |
| Розділ 5 | | | |

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____
(підпис)

Кириченко М.А.
(прізвище, ініціали)

Керівник _____
(підпис)

Погосов О. Г.
(прізвище, ініціали)

Здобувач _____
(підпис)

Смілян М. Ю.
(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 9 |
| 1. Переваги і перспективи застосування модульних твердопаливних котелень | 11 |
| 1.1. Огляд існуючих рішень в розрізі впровадження модульних транспортabelьних котелень..... | 11 |
| 1.2. Перспективи та особливості впровадження модульних транспортabelьних котелень..... | 17 |
| 1.3. Питомі енергетичні показники модульних твердопаливних котелень на основі натурних спостережень..... | 20 |
| 2. Опис планувальних рішень модульних транспортabelьних котелень..... | 26 |
| 2.1. Загальні підходи до формування архітектурно-будівельної концепції модульних твердопаливних котелень..... | 26 |
| 2.2. Конструктивні рішення модульних твердопаливних котелень..... | 29 |
| 2.3. Аналіз характерних лінійних теплопровідних включень каркасної конструктивної схеми котельні..... | 34 |
| 3. Тепломеханічні рішення модульних твердопаливних котелень | 36 |
| 3.1. Обґрунтування базової тепломеханічної схеми котелень | 36 |
| 3.2. Опціональні можливості модульних транспортabelьних котелень..... | 37 |
| 3.3. Характеристичний ряд модульних транспортabelьних котелень..... | 38 |
| 3.4. Вимоги безпеки та утилізація модульних твердопаливних котелень..... | 43 |
| 4. Прикладне провадження результатів роботи при новому будівництві модульної транспортabelьної котельні в с. Осолінка, Вінницької області | 45 |
| 4.1. Архітектурно-будівельні рішення..... | 45 |
| 4.2. Підбір обладнання котельні | 50 |
| 4.3. Процес та результати будівництва..... | 53 |
| 5. Техніко-економічне обґрунтування модульних твердопаливних котелень.... | 55 |
| 5.1. Оцінка вартості теплової енергії з урахуванням виключно паливної складової | 55 |

| | |
|---|----|
| 5.2. Оцінка повної вартості теплової енергії від модульних твердопаливних котелень з урахуванням додаткових експлуатаційних і логістичних витрат .. | 58 |
| Висновки..... | 65 |
| Додатки..... | 66 |
| Додаток 1. Акт приймання-передачі побудованої котельні в с. Осолинка, Вінницької області..... | 66 |
| Додаток 2. Технічні умови типового виробу | 67 |
| Додаток 3. Сертифікати відповідності модульної транспортабельної котельні | 68 |
| Додаток 4. Зведена таблиця експлуатаційних характеристик типоряду модульних транспортабельних котелень..... | 72 |
| Додаток 5. Зведена таблиця теплотехнічних характеристик типоряду модульних транспортабельних котелень (початок)..... | 75 |
| Додаток 6. Підбір основного обладнання типоряду модульних твердопаливних котелень (продовження додатку 5) | 81 |
| Додаток 7. Масогабаритні характеристики типоряду модульних твердопаливних котелень..... | 86 |
| Додаток 8. Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундамента плити в базовому виконанні (розповсюджене рішення) | 88 |
| Додаток 9. Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундамента плити в виконанні «з утепленням цоколю» | 89 |
| Додаток 10. Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундамента плити в виконанні «з утепленням цоколю» та зони підвіконня..... | 90 |
| Список використаних джерел..... | 91 |

Вступ

В умовах сучасних економічних та екологічних викликів диверсифікація джерел теплової енергії стає невід'ємною частиною енергетичної політики багатьох країн. Залежність від викопних паливних ресурсів, а також зростаючий інтерес до використання відновлюваних джерел енергії, зумовлюють необхідність пошуку нових технологічних рішень у сфері теплоенергетики. Одним з перспективних напрямків є впровадження модульних твердопаливних котельних установок, які дозволяють гнучко реагувати на зміну енергетичних потреб та зменшувати викиди парникових газів. Це дослідження є актуальним, оскільки воно спрямоване на аналіз ефективності та особливостей застосування таких систем в контексті диверсифікації джерел теплової енергії.

Метою магістерської роботи є вивчення особливостей застосування модульних твердопаливних котелень при диверсифікації джерел теплової енергії, а також розробка рекомендацій щодо їх ефективного впровадження в енергетичні системи.

Об'єктом дослідження є модульні твердопаливні котельні установки, які використовуються для забезпечення теплової енергії.

Предметом дослідження є технічні, економічні та екологічні аспекти застосування модульних твердопаливних котелень в системах теплопостачання.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні задачі:

1. Провести аналіз сучасного стану та перспектив розвитку модульних твердопаливних котельних установок.
2. Дослідити технічні характеристики та особливості функціонування модульних твердопаливних котелень.
3. Оцінити економічну ефективність впровадження модульних котелень в порівнянні з традиційними системами теплопостачання.
4. Вивчити екологічний вплив використання модульних твердопаливних котельних установок.
5. Розробити рекомендації щодо оптимізації процесів диверсифікації джерел теплової енергії з використанням модульних твердопаливних котелень.

Таким чином, магістерська робота спрямована на вирішення важливої науково-технічної задачі, пов'язаної з підвищенням ефективності та екологічної безпеки теплопостачання в умовах сучасних вимог енергетичної політики.

1. Переваги і перспективи застосування модульних твердопаливних котелень

1.1. Огляд існуючих рішень в розрізі впровадження модульних транспортбельних котелень

Сьогодні, коли енергоефективність та сталість постачання енергії стають важливими аспектами для підприємств та мешканців, енергетичні компанії, що спеціалізуються на проектуванні та будівництві котелень, виконують ключову роль у забезпеченні ефективного та економічно вигідного постачання тепла.

Ключовим аспектом діяльності багатьох українських компаній в цій сфері є активне впровадження новітніх технологій та інноваційних рішень для зменшення споживання палива та викидів шкідливих речовин. Це не лише сприяє зменшенню витрат клієнтів на опалення, але й має позитивний вплив на довкілля, допомагаючи знижувати викиди забруднюючих речовин.

Нарівні з базовими моделями котелень, виробники пропонують унікальні та оптимізовані рішення для своїх замовників, які відповідають їхнім потребам та бюджетам. Праця ведеться з клієнтами на кожному етапі, починаючи з аналізу потреб, через розробку та проектування, будівництво та монтаж обладнання, пусконаладжувальні роботи та обслуговування, тощо.

Серед виробників модульних транспортбельних котелень можна виділити наступних.

ТОВ «Монастирищенський котельний завод «ЕНЕРГЕТИК» виробляє модульні котельні (Рис 1.1), призначені 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, сиру нафту, змиви нафтопродуктів, відпрацьовані масла; тверде - тріску, вугілля, дрова, пелети; газоподібне - природний газ, ЗВГ, попутний нафтовий газ).

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



Рис. 1.1 Модульні котельні установки ТОВ «Монастирищенського котельного заводу «ЕНЕРГЕТИК»

Пелетні топкові (модульні котельні) **компанії Beeterm** (Рис 1.2) 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 крупновузлову збірку, підключають до інженерних систем і в кінці здійснюють пусконаладжувальні роботи.

Номінальна 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

Номінальна напруга 220 (В)

Вид палива (основний) – пелета



Рис. 1.2 Модульні котельні компанії Beeterm

ТОВ "Коростенський завод теплотехнічного обладнання" виробляє модульні котельні (Рис 1.3) потужністю від 100 кВт до 10 МВт, які можуть 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-вимірювальні прилади; система електропостачання; система внутрішнього та зовнішнього освітлення; система опалення котельні.



Рис. 1.3 Модульні котельні ТОВ "Коростенського заводу теплотехнічного обладнання"

Підприємство «Ретра» виготовляє блочно-модульні котельні (Рис 1.4) 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.



Рис. 1.4 Модульні котельні підприємства «Ретра»

Потужним гравцем в сфері забезпечення теплом, проектування та будівництва модульних котелень (Рис 1.5, 1.6) завдяки своєму досвіду, широкому спектру технічних можливостей та зосередженості на клієнтах є компанія «Енергія Сервіс».



Рис. 1.5 Деякі з реалізованих об'єктів компанії «Енергія Сервіс»

ЕНЕРГІЯ СЕРВІС

Котельні модульні транспортбельні 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 | Робочий тиск | ККД | Температурний графік | Приєднані блоки | Встановлення/ запуск (год) | Завантаження палива |
| 186, 232, 302, 372, 418, 466, 582, 698, 814 | До 6 бар | 88 | 90/70 | Так | 48 | Авто/ ручне (в залежності від типоряду) |
| | | | | | | |

Рис. 1.6 Характеристики модульних котелень компанії «Енергія Сервіс»

1.2. Перспективи та особливості впровадження модульних транспортабельних котелень

Зростання інтересу зі сторони бізнесу та бюджетного сектору до енергоефективності, сталого використання ресурсів та енергонезалежності створює передумови для пошуку і реалізації нових та модернізації відомих технологій для сектору теплопостачання. Тренд зростання використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії, включаючи сонячну енергію [1], [2], переробку вторинних енергоресурсів та підвищення ефективності окремих елементів систем теплопостачання [3-8] набуває значного прогресу протягом останніх десятиріч.

У сучасному світі, де стійкість, незалежність та ефективність енергопостачання стає все більш актуальною проблемою, модульні твердопаливні котельні представляють собою перспективне рішення для забезпечення теплової енергії адміністративних, виробничих та житлових будівель і споруд. Унікальність та переваги твердопаливних котелень (і зокрема модульних) полягають в можливості ефективно використовувати різноманітні джерела твердого палива, такі як дрова, брикети або пелети, що робить їх перспективними в розрізі локальної диверсифікації і децентралізації джерел теплової енергії [9]. При цьому саме модульні твердопаливні котельні мають ряд значних переваг, серед яких:

- енергонезалежність: практично повна незалежність від зовнішніх економічних та енергетичних чинників (особливо при наявності місцевого джерела палива);

- диверсифікація на місцеві палива: використання палива, яке розповсюджене в регіоні або палива, яке є вторинним продуктом основної діяльності підприємства, очевидно дозволяє досягати цікавих показників вартості теплової енергії;

- екологічність: хоча й викиди парникових газів з твердого палива є високими, з урахуванням того, що в процесі зростання дерев відбувається абсорбція еквівалентів CO₂ – в балансі маємо практичні відсутні викиди парникових газів;

- спрощення проектних процедур: можливість прив'язки готового сертифікованого виробу до місцевих умов, що відповідно значно спрощує процедури проектування; для діапазону до 200 кВт (і з одиничною потужністю до 100 кВт);

- спрощення будівельних процедур: проста та зрозуміла логістика готової модульної котельні, відсутність будь-яких третіх сторін погодження, окрім стандартної процедури, визначеної Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності»; швидкість введення в експлуатацію (з урахуванням поставки готового модульного виробу на об'єкт будівництва);

- типовість: модульні твердопаливні котельні як правило проектуються і будуються на підставі вже отриманих та багато разів реалізованих виробником сертифікатів відповідності, паспорту виробу та проекту прив'язки, що виключає наявність технічних помилок.

Котельні є приміщенням, будівлею, спорудою чи їх комплексом, у яких розміщено сукупність обладнання та пристроїв (у тому числі теплогенератори на основі водонагрівачів, допоміжне устаткування), призначені для вироблення теплової енергії та передавання її теплоносію (водяна пара або гаряча вода) з метою теплозабезпечення споживачів. Котельні потужністю понад 200 кВт підпорядковуються нормам ДБН В.2.5-77.

Життєвий цикл стаціонарної котельні до початку експлуатації, як і будь-якого іншого об'єкту будівництва, включає в себе наступні етапи, регламенти щодо яких наводяться в Законі України «Про регулювання містобудівної діяльності»:

- збір вихідних даних (завдання на проектування, документів на земельну ділянку, технічних умов, довідки щодо фонових концентрацій шкідливих речовин тощо);

- виконання проекту (як окремо на котельню так і в складі комплексного проекту нового будівництва, реконструкції чи капітального ремонту);

- проходження експертизи (комплексної та спеціалізованої для котелень, які визначені як об'єкти підвищеної небезпеки);

- отримання дозвільних (для об'єктів класу наслідків СС2, СС3) чи декларативних (для об'єктів класу наслідків СС1) документів про початок будівельних робіт;

- власне процес будівництва котельні з паралельним виготовленням виконавчої документації, пусканалагоджувальні роботи;

- отримання сертифікату відповідності (введення в експлуатацію) та права власності на об'єкт нерухомості.

Що стосується модульної котельні, у випадку якщо вона сертифікована згідно чинного законодавства та має паспорт виробу, то її життєвий цикл для кінцевого споживача значно спрощений та базується на виконанні проекту прив'язки:

- блоки вихідних даних та проекту по суті своїй реалізовані вже виробником котельні та містять апробовані креслення, в тому числі завдання на прив'язку;

- виконання проекту прив'язки (що очевидно значно простіше і більш економічно доцільно ніж виконання повного комплексу проектної документації з нуля);

- проходження експертизи проекту прив'язки (знову ж таки ця процедура з'являється не завжди і залежить від багатьох чинників в розрізі улаштування саме модульної котельні);

- встановлення готового виробу модульної котельні та приєднання до теплових мереж споживача, пусканалагоджувальні роботи.

1.3. Питомі енергетичні показники модульних твердопаливних котелень на основні натурних спостережень

У сучасному світі, де стійкість та ефективність енергопостачання стає все більш актуальною проблемою, модульні твердопаливні котельні представляють собою перспективне рішення для забезпечення теплової енергії адміністративних будівель. Їхня унікальність полягає в можливості ефективно використовувати різноманітні джерела твердого палива, такі як дрова, брикети або пелети, що робить їх перспективними в розрізі локальної диверсифікації і децентралізації джерел теплової енергії. Ми розглянемо переваги та перспективи застосування модульних твердопаливних котелень у контексті сталого розвитку та енергоефективності, а також їхню роль у забезпеченні надійного та ефективного опалення для адміністративних комплексів. Дослідження базується на фактичних натурних показниках споживання твердого палива та відпуску теплової енергії існуючим будівлям, система теплопостачання яких була децентралізована в 2018-2019 роках.

При використанні твердого палива говорити про екологічну ефективність складно, адже викиди парникових газів від твердого палива при прямому спалюванні значно вищі, ніж наприклад у природного газу. Нижче (

Рис. 1.7) наведено викиди парникових газів від різних секторів економіки з розрахунку на одну людину. Цей аналіз свідчить про надзвичайно високий рівень викидів еквіваленту CO₂ від систем генерації теплової та електричної енергії.

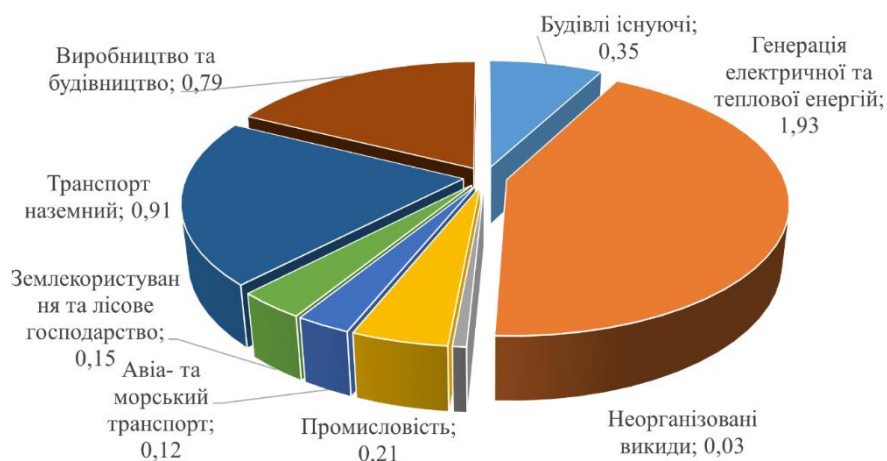


Рис. 1.7 Викиди CO₂-еквіваленту з розрахунку на одного мешканця (усереднено по всім країнам світу) по секторам економіки, т CO₂-екв./людину

Але екологічність деревини, як палива, повинна базуватися і на спроможності дерева, акумулювати при зростанні той самий вуглекислий газ. Якщо розглядати деревину з такої точки екологічної привабливості, то варто послатися на питомі коефіцієнти викидів та фактори первинної енергії, які в Україні регламентуються [10] і наведені нижче (од виробленої теплової енергії).

Таблиця 1.1). Бачимо, що показники викидів парникових газів від твердої біомаси складають всього лише 40 г/кВт*год виробленої теплової енергії.

Таблиця 1.1

Фактори первинної енергії ($f_{P,del,i}$) та коефіцієнти викидів парникових газів CO₂ ($K_{del,i}$), ($f_{P,del,i,nren}$) – для невідновлювальних видів енергії, ($f_{P,del,i,ren}$) – для відновлювальних видів енергії

| № п/з | Енергоносій | | $f_{P,del,i,nren}$ | $f_{P,del,i,ren}$ | $f_{P,del,i}$ | $K_{del,i}$ (г/кВт × год) |
|-------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|---------------|------------------------------|
| | Невідновлювальний | | | | | |
| 1 | Горючі корисні копалини | тверді | 1,1 | 0 | 1,1 | 360 |
| 2 | | скраплені | 1,1 | 0 | 1,1 | 290 |
| 3 | | газоподібні | 1,1 | 0 | 1,1 | 220 |
| 4 | Біологічне паливо | тверде | 0,2 | 1 | 1,2 | 40 |
| 5 | | скраплене | 0,5 | 1 | 1,5 | 70 |
| 6 | | газоподібне | 0,4 | 1 | 1,4 | 100 |
| 7 | Електрична | | 2,3 | 0,2 | 2,5 | 420 |
| | Централізований | | | | | |
| 8 | Централізоване опалення | | 1,3 | 0 | 1,3 | 260 |
| 9 | Централізоване охолодження | | 1,3 | 0 | 1,3 | 260 |
| | Вироблений на місці | | | | | |
| 10 | Сонячна | фотоелектрична | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | | теплова | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | Вітрова | | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 13 | Природня | гео-, аеро-, гідротермальна | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | Експортована | | | | | |

| | | | | | | |
|----|------------|---|-----|-----|-----|-----|
| 14 | Електрична | ніколи не перероблена | 2,3 | 0,2 | 2,5 | 420 |
| 15 | | тимчасово експортована та перероблена пізніше | 2,3 | 0,2 | 2,5 | 420 |
| 16 | | не застосована в енергоефективності будівель | 2,3 | 0,2 | 2,5 | 420 |

взято з [10]

Деревина неоднорідна, відповідно точна кількість вуглецю в 1 кг сухої деревини залежить від породи дерева, віку деревини тощо. Відомо, що 1 кг деревини містить від 450 до 500 г вуглецю. Це означає, що 1 кг деревини утримує від 1,65 до 1,80 кг CO₂. Таким чином, деревина (в даному контексті як рослина) діє як поглинач та накопичувач вуглецю в процесі росту. При цьому і при спалюванні 1 кг деревини утворюється від 1,65 до 1,80 кг CO₂.

Таким чином деревина є єдиним будівельним матеріалом, який поглинає CO₂ з атмосфери під час виготовлення (зростання) і не виділяє його в процесі виробництва. Для порівняння, одна тонна бетону вивільняє в атмосферу при виробництві 159 кілограмів CO₂; сталі – 1,24 тони CO₂; алюмінію – 9,3 тони CO₂.

Цікавими є і показники, які наведені в [10] та рекомендують значення сезонної ефективності виробництва та/або генерування теплоти. Для котлів на біомасі (деревина: поліна, брикети, пелети, тріски), автоматичні з механічною подачею палива, потужністю до 100 кВт – 70%, більше 100 кВт – 85%. Це дослідження мало за мету проаналізувати роботу реальних котелень малої потужності (з одиничною потужністю котла до 100 кВт) і висвітлити реальні показники ККД такої техніки.

Було проаналізовано роботу трьох різних твердопаливних котелень (в населених пунктах Тараща, Саливінки та Лосятин) з одиничними потужностями котлів до 100 кВт, які розташовуються в I кліматичній зоні України (тут кліматична зона подається виключно для розуміння схожих умов роботи кожної з котелень). При аналізі коефіцієнтів використання палива та ККД була врахована температурна стратифікація кліматичних умов, приклад якої наведено нижче (Рис. 1.8).

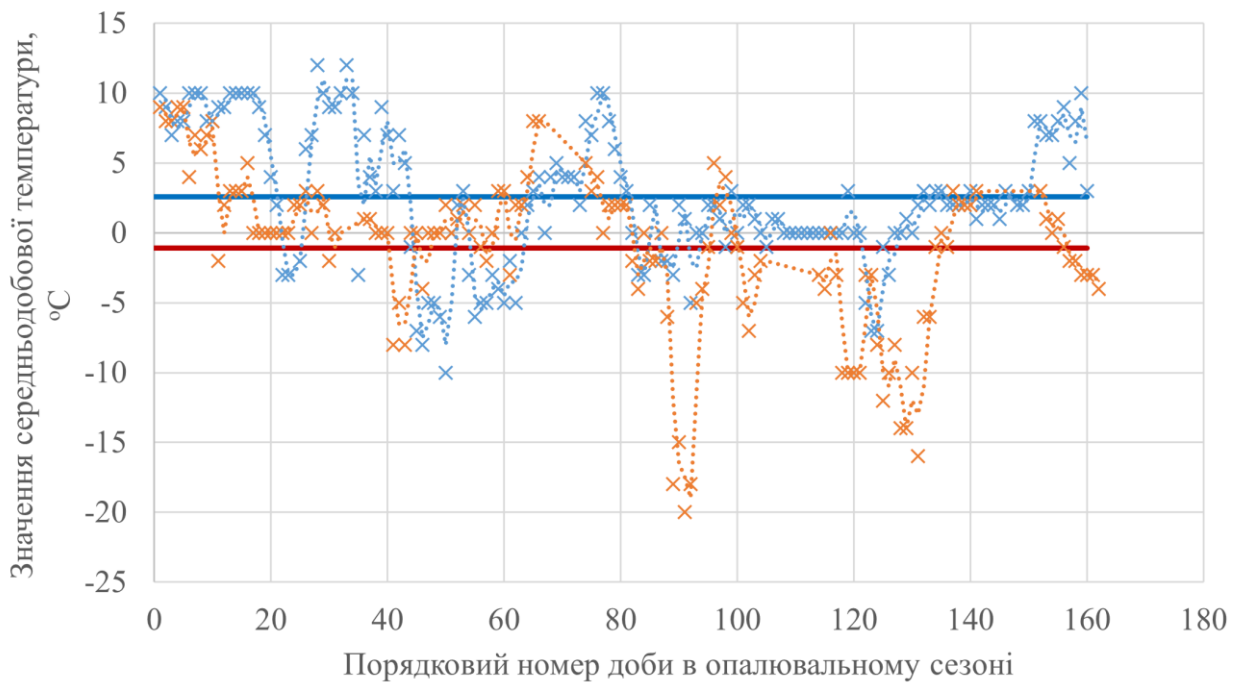


Рис. 1.8 Фактичні температури навколишнього середовища для населеного пункту Тараща в опалювальні сезони 2019-2020 та 2020-2021 років. Середні температури (синій колір – для 2019-2020, червоний – 2020-2021) складають відповідно $+2,59\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-1,08\text{ }^{\circ}\text{C}$

Нижче наведено кількість градусо-днів для населеного пункту Тараща при розрахунковій температурі оцінки, прийнятій консервативно на рівні $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в якості верхньої межі наявного потенціалу теплового потоку за опалювальний період 2019-2020 років.

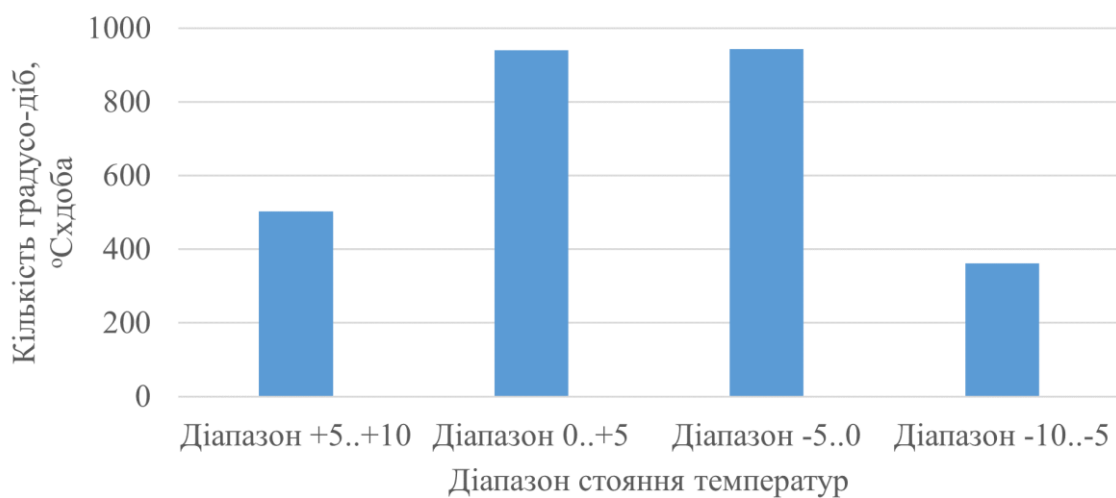


Рис. 1.9 Фактична кількість градусо-днів для проміжків стояння температур в опалювальному сезоні 2019-2020 років для населеного пункту Тараща

Розраховано коефіцієнти використання палива (Рис. 1.10), вхідні фактори для якого отримані в процесі спостереження в опалювальні періоди 2019-2020 та 2020-2021 років з приведенням до градусо-днів опалювального періоду.

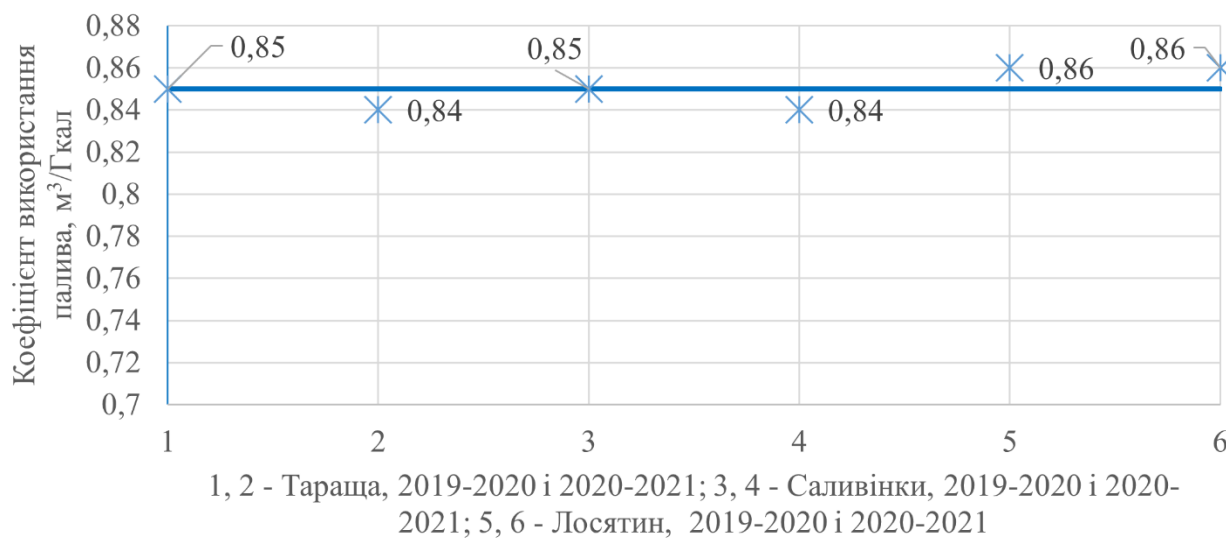


Рис. 1.10 Фактичний коефіцієнт використання палива модульними твердопаливними котельнями

З отриманих результатів бачимо, що коефіцієнт використання палива для котелень складає 0,84-0,86 м³/Гкал (під м³ розуміється складометр паливної деревини). При цьому середній коефіцієнт витрати палива, приведений до стояння температур складає 0,85 м³/Гкал. Очевидно, що розбіжність приведенного до кліматичних умов фактичного коефіцієнту використання палива свідчить про нестабільну якість сировини та ускладнений облік кругляка, який надходив на об'єкти теплової генерації. На основі натурних даних щодо стану та виду деревини (70% від загального об'єму використання склали соснові дрова свіжі, 30% - суміш берези та твердих порід) були прийнято значення теплотворної здатності паливної деревини на рівні 1,7 МВтхгод/м³. При розрахунку середньосезонних коефіцієнтів корисної дії, оснований на методі прямого балансу, отримані значення ККД для ряду обстежуваних котелень склали 80-82% [11].

Натурні спостереження та аналіз даних свідчать про ККД твердопаливних котлів, термін експлуатації яких не перевищує 5 років, на рівні 80-82%. Низький ККД (в порівнянні з природним газом) компенсується комплексно невисокими викидами парникових газів (звісно з урахуванням відновлення деревини новими посадками).

При цьому модульні твердопаливні котельні мають ряд значних переваг, серед яких – можливість прив'язки готового сертифікованого виробу до місцевих умов, що відповідно значно спрощує процедури проектування; для діапазону до 200 кВт (і з одиничною потужністю до 100 кВт) – відсутність будь-яких третіх сторін погодження, окрім стандартної процедури, визначеної Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності»; швидкість введення в експлуатацію (з урахуванням поставки готового модульного виробу на об'єкт будівництва); незалежність від зовнішніх економічних та енергетичних чинників (особливо при наявності місцевих джерел палива).

Таким чином в розрізі улаштування модульних котелень замовник будівництва лише готує фундаментну групу під будівлю котельні та групи димоходів. Котельня надходить на об'єкт будівництва в зібраному вигляді та монтується на підготовлений фундамент. Такий підхід очевидно має ряд переваг в розрізі термінів будівництва та організації будівельного виробництва. Досяжні середньорічні коефіцієнти корисної дії складають 82-86%. Одна з найбільших переваг модульних твердопаливних котелень – це досягнення енергетичної незалежності від умов роботи централізованих мереж енергопостачання та вартість теплової енергії.

2. Опис планувальних рішень модульних транспортабельних котелень

2.1. Загальні підходи до формування архітектурно-будівельної концепції модульних твердопаливних котелень

Загальна концепція модульних твердопаливних транспортабельних котелень базується на умові безперешкодного транспортування модулів дорогами загального призначення і опирається на ряд геометричних обмежень, викладених нижче, а також з умов:

- Рішення повинні передбачати типові архітектурно-будівельні рішення для всього модельного ряду котлів, в т.ч. мати уніфікований каркас.
- Споруда приміщення котельні (для потужності 130x2...700x2) повинна мати можливість транспортування фурами по дорогам загального призначення.
- Споруда приміщення котельні (для потужності 800x2...1000x2) повинна проектуватися для можливості транспортування тралами.
- Система очистки димових газів (циклон) розміщується ззовні котельні. Димові труби індивідуальні для кожного котлоагрегату.

Габарити вантажів, що перевозяться по дорогах загального користування в Україні, повинні відповідати суворим стандартам і нормам. Зокрема, згідно з діючими правилами дорожнього руху, транспортування негабаритного вантажу може виконуватися в спеціально підготовленому транспорті, габарити якого не повинні перевищувати 2 м 60 см в ширину, 18,75 м в довжину і 4 м в висоту, рахуючи від дорожнього покриття.

Законодавство і правила дорожнього руху регламентують такі показники дозволених габаритів автопоїздів, що перевозять вантажі:

- висота від дороги до верхньої точки – до 4 метрів;
- ширина з вантажем – до 2 м 60 см;
- довжина з вантажем – до 18,75 метрів;
- загальна вага тягача з вантажем – до 40 тонн.

Згідно ПДР України, вантаж, що перевозиться може виступати (звисати) ззаду не більше, ніж на 2 метри. Максимальна ширина транспортного засобу з вантажем не повинна бути більше 2 м 60 см, а найвища точка не повинна перевищувати 4 метри від дорожнього покриття.

Для транспортних засобів одиночного типу довжина вантажу не перевищує 12 м. Для автопоїзда – не більше 18,75 м.

Граничні показники по ширині і висоті складають 2,60 і 4 метри. Штрафні санкції починають вступати в силу при перевищенні цих показників хоча б на 10 см і більше. Розміри штрафів вказуються в роз'ясненнях до перевезення негабаритних вантажів, згідно ПДР.

Будь-який вантажний автомобіль повинен мати певні обмеження по габаритах перевезених цілісних виробів і конструкцій. Як правило, дозволені до перевезення негабаритні вантажі повинні мати в довжину не більше 13,6 м, в ширину і висоту – не більше 2 м 60 см. Все, що перевищує ці габарити, вимагає особливих умов транспортування і спеціального транспорту.

ПДР України говорять наступне: транспортування негабаритних вантажів повинні виконуватися автотранспортними засобами, що мають наступні габаритні розміри:

- ширина транспорту – до 2 м 60 см;
- довжина транспорту, включаючи причіп – до 18,75 метрів;
- висота транспорту від дорожнього покриття до верхньої точки вантажу – до 4 метрів.

Відповідно до норм і правил дорожнього руху України, перевезення негабаритного вантажу без спеціального супроводу може здійснюватися при суворій відповідності габаритів навантаженого транспорту наступним розмірами:

- Висота від дорожнього покриття до верхньої точки – до 4 м;
- Максимальна довжина з вантажем – до 18,75 м;
- Гранична ширина – до 2 м 60 см.

Транспорт, який здійснює перевезення негабаритних вантажів, повинен мати необхідне оснащення у вигляді наявності спеціальних світлових приладів, світлових повертачів, реєстраційних знаків, розпізнавальних міток. Все це не повинно закриватися вантажем, що перевозиться, а сам вантаж не повинен заважати іншим учасникам дорожнього руху. Він не повинен створювати зайвий шум, пилити або іншим чином забруднювати дорожнє покриття.

Якщо вантаж перевозиться в тарі або будь-який інший упаковці, якщо він штучний, то його габарити вказуються в метрах за трьома основними осями. Також може вказуватися кубатура або обсяг вантажного місця.

Незважаючи на те, що ПДР України чітко не регламентують місця розташування знаків і міток, найкраще позначити негабаритний вантаж з правого і лівого боку, а також спереду і ззаду. Це поліпшить його впізнаваність і забезпечить безпеку транспортування.

Заборонено виконувати маневри з використанням штовхаючого руху, а також спускати з гірок платформи і піввагони, які завантажені вантажний продукцією бокової та нижньої негабаритності четвертої, п'ятої та шостої ступенів, а також верхньої третього ступеня. Також заборонені спускання з гірок понаднегабаритних вантажів і навантажених транспортерів.

Ступінь негабаритності визначається індексом, який має вигляд NXXXX. Спереду завжди йде буква N, після якої вказується другий знак нижньої негабаритності. Далі йде знак бокової негабаритності.

Найбільш поширеними типами негабаритних вантажів в сегменті вантажних перевезень вважаються:

- велика будівельна техніка (спеціальний транспорт, крани, бульдозери, екскаватори);
- промислове обладнання (великі трансформатори, промислові преси, атомні реактори, парові котли, двигуни судів, турбіни);
- мобільні заводи з виробництва асфальту;
- обладнання для заготівлі лісу;

- агропромислова техніка (трактори, розкидачі добрив, автосіялки, комбайни, тощо).

Вантаж, який виступає за наявні габарити будь-якого транспорту для його перевезення попереду або позаду на один метр і більше, праворуч або ліворуч на 40 см і більше в обов'язковому порядку позначається спеціальними знаками «негабаритний вантаж».

Отже, повернемося саме до котельні модульної з двома твердопаливними котлами. Архітектурно-будівельні рішення передбачають три конструктивних типи модулів (детальніше дивись зведену таблицю характеристик в додатках 4-7): модуль розмірами 2800x2300x6200 мм (для типоряду KOR 3G (130-350)x2, модуль розмірами 3100x2300x6200 (для типорядів KOR 3G (400-1000)x2, KOR 3G/S (400-1000)x2) та модуль 2800x2300x9200 мм (для типоряду KOR 3G/S (130-350)x2).

Типоряди котелень KOR 3G (130-350)x2 (ручне завантаження палива), KOR 3G/S (130-350)x2 (автоматизована подача палива), KOR 3G (400-1000)x2 (ручне завантаження палива), KOR 3G/S (400-1000)x2 можуть бути доповнені опціями, опис яких наведено нижче.

Допускається для оптимізації навантаження паливом змінювати потужність одного з котлів в рамках діапазону потужності типоряду.

Каркас котельні – металевий. Підлоги металеві оцинковані. Внутрішня обшивка – профільний лист та/або внутрішня поверхня сендвіч-панелі.

Зовнішнє опорядження конструкції – сендвіч-панелі та/або обшивка профільним листом з улаштуванням утеплювача, товщина утеплювача – 100 мм.

Базове наповнення котельні:

- будівля котельні, 1 од.;
- система основного та аварійного освітлення, 1 од.;
- система пожежної сигналізації, 1 од.;
- котли, 2 од.;
- розширювальний бак, 1 од.;
- теплообмінник, 1 од.;

- група підживлення, 1 од.;
- щит керування та автоматизації (включно з контролером), 1 од.;
- щит електропостачання (включно технологічним лічильником обліку та з системою безперебійного живлення котлових насосів та аварійного освітлення), 1 од.;
- гідравлічна обв'язка котла, 2 од., у складі: циркуляційні насоси котлового контуру (робочий та резервний), антиконденсаційний клапан, група безпеки, запірна арматура, показуючі термометри та манометри, система трубопроводів;
- ввідна група системи холодного водопостачання, 1 од., у складі: запірної арматури, лічильника холодної води, механічних фільтрів, показуючих манометрів, системи хімводопідготовки (включно з баком запасу підготовленої води, система ХВП розрахована виключно на підживлення котельні);
- система природньої вентиляції («припливна решітка-дефлектор»);
- система технологічної каналізації зі скидом на відмостку.

Електробезпека електрощитової (силова електрошафа), що знаходиться у приміщенні, де монтується модульна котельня, повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.5-82, ДСТУ Б В.2.2-33, ДСТУ EN 61140, ДСТУ EN IEC 62061 та правилам будови електроустановок (ПУЕ).

Живлення щита керування від трьохфазної мережі змінного струму напругою - 380 В ± 10%, частотою струму 50 Гц.

Мережа робочого освітлення приміщення – напругою 220 В змінного струму, освітленість повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

Електрообладнання електрощитової (силова електрошафа) повинно включати ввідно-розподільний пристрій з пристроєм захисного відключення та автоматичні вимикачі з номіналами відповідно встановленим навантаженням електропроводки (в лотках, коробах, гофрованому шлангу), світильники, розетки із заземлюючим

контактом, вимикачі. Електрощитова (силова електрошафа) повинна мати незалежне заземлення згідно вимог НПАОП 40.1-1.21.

Опір ізоляції електропроводки заземлювачів повинен бути не нижче 0,5 МОм при вимірюванні мегомметром на 1000В.

Внутрішнє загальне і аварійне освітлення приміщення повинно бути тільки заводського виконання з використанням LED-світильників у пило-вологозахищеному виконанні відповідно чинних НД.

Тип і кількість світильників передбачається з урахуванням норм освітленості і категорії приміщення.

В приміщенні, де встановлюється котельня, при розрахунку монтажних розмірів, повинен бути врахований доступ до всіх частин котельні для обслуговування її обладнання – відступ від зовнішніх стін та інших огорожувальних конструкцій приміщення до всіх монтажних частин модульної котельні не повинен бути менше 1 метра по периметру площі монтування.

Приміщення, де встановлюється котельня, повинно бути забезпечено господарсько-питним і протипожежним водопроводом (водогоном) та трубопроводами промислової каналізації відповідно вимог ДСТУ Б В.2.5-11. Джерелом водопостачання модульної котельні повинен використовуватися водопровід з тиском питної води не менше 0,20 МПа. В приміщенні, де змонтована котельня, повинен бути передбачений запас води в залежності від необхідності.

2.2. Конструктивні рішення модульних твердопаливних котельних

Однооб'ємна будівля з металокаркасом і стінами з сендвіч-панелей є сучасним рішенням, яке часто використовується у промисловому, комерційному та складському будівництві. Основні елементи конструктивної схеми цієї будівлі включають:

1. Металокаркас:

Каркас складається з основних несучих елементів: колон, ригелів та балок, які виконані з металу (зазвичай сталевих профілів).

Фундаменти під колони, зазвичай залізобетонні, забезпечують стійкість і передачу навантажень на ґрунт.

Зв'язки (діафрагми жорсткості) забезпечують стійкість каркасу до горизонтальних навантажень (вітер, сейсмічні навантаження).

2. Сендвіч-панелі:

Зовнішні стіни виконані з сендвіч-панелей, які складаються з двох шарів металевих облицювань (зазвичай сталевих листів) з утеплювачем між ними (пінополіуретан, мінеральна вата або інші матеріали).

Покрівля також може бути виконана з сендвіч-панелей, що забезпечує тепло- та гідроізоляцію.

Кріплення панелей до металокаркасу здійснюється за допомогою спеціальних кріпильних елементів, що забезпечують герметичність і міцність конструкції.

Переваги конструктивної схеми

1. Швидкість монтажу:

Завдяки використанню готових елементів (металевих профілів і сендвіч-панелей), будівництво здійснюється значно швидше порівняно з традиційними методами.

2. Висока міцність і довговічність:

Металокаркас забезпечує високу несучу здатність і стійкість до механічних навантажень.

Сендвіч-панелі мають високу корозійну стійкість і тривалий термін експлуатації.

3. Енергоефективність:

Високі теплоізоляційні властивості сендвіч-панелей забезпечують зниження витрат на опалення і кондиціонування будівлі.

4. Гнучкість у проектуванні:

Металокаркас і сендвіч-панелі дозволяють реалізовувати різноманітні архітектурні рішення та легко змінювати планування будівлі при необхідності.

5. Економічність:

Зниження вартості будівництва за рахунок використання стандартних елементів та зменшення витрат на оздоблювальні роботи.

Недоліки конструктивної схеми

1. Теплові мости:

Металеві елементи каркасу можуть створювати теплові мости, що потребує додаткових заходів для запобігання втратам тепла.

2. Обмеження у висоті:

Металокаркасні конструкції з сендвіч-панелями зазвичай використовуються для будівель обмеженої висоти (до 10-15 метрів), що може бути недостатньо для деяких типів будівель.

3. Вимоги до антикорозійного захисту:

Металеві елементи потребують додаткового антикорозійного захисту, особливо у вологих та агресивних середовищах.

4. Чутливість до вогню:

Хоча сендвіч-панелі можуть мати вогнестійкі властивості, металевий каркас під дією високих температур може втрачати свою несучу здатність, тому необхідно забезпечити відповідний захист від пожежі.

5. Акустичні властивості:

Металокаркасні будівлі з сендвіч-панелями можуть мати гірші акустичні властивості порівняно з традиційними будівельними матеріалами, що потребує додаткових заходів для звукоізоляції.

Таким чином, однооб'ємна будівля з металокаркасом і стінами з сендвіч-панелей є ефективним рішенням для багатьох видів будівництва, забезпечуючи високу швидкість зведення, міцність і енергоефективність. Однак, важливо враховувати специфічні недоліки такої конструкції та відповідним чином планувати додаткові заходи для їх усунення.

2.3. Аналіз характерних лінійних теплопровідних включень каркасної конструктивної схеми котельні

Визначення приведенного опору теплопередачі базується на коректному визначенні лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі теплопровідних включень («містків холоду»), що в свою чергу, на відміну від впливу опору однорідного поля, дозволяє достовірно визначати навантаження, споживання та відповідність умовам комфорту. Актуальність моделювання теплопровідних включень та визначення їх реального опору також пов'язана з низькою доцільністю забезпечення нормативних значень опору теплопередачі виключно підвищенням товщини теплової ізоляції [12-17] та зростаючим трендом екологічної сталості.

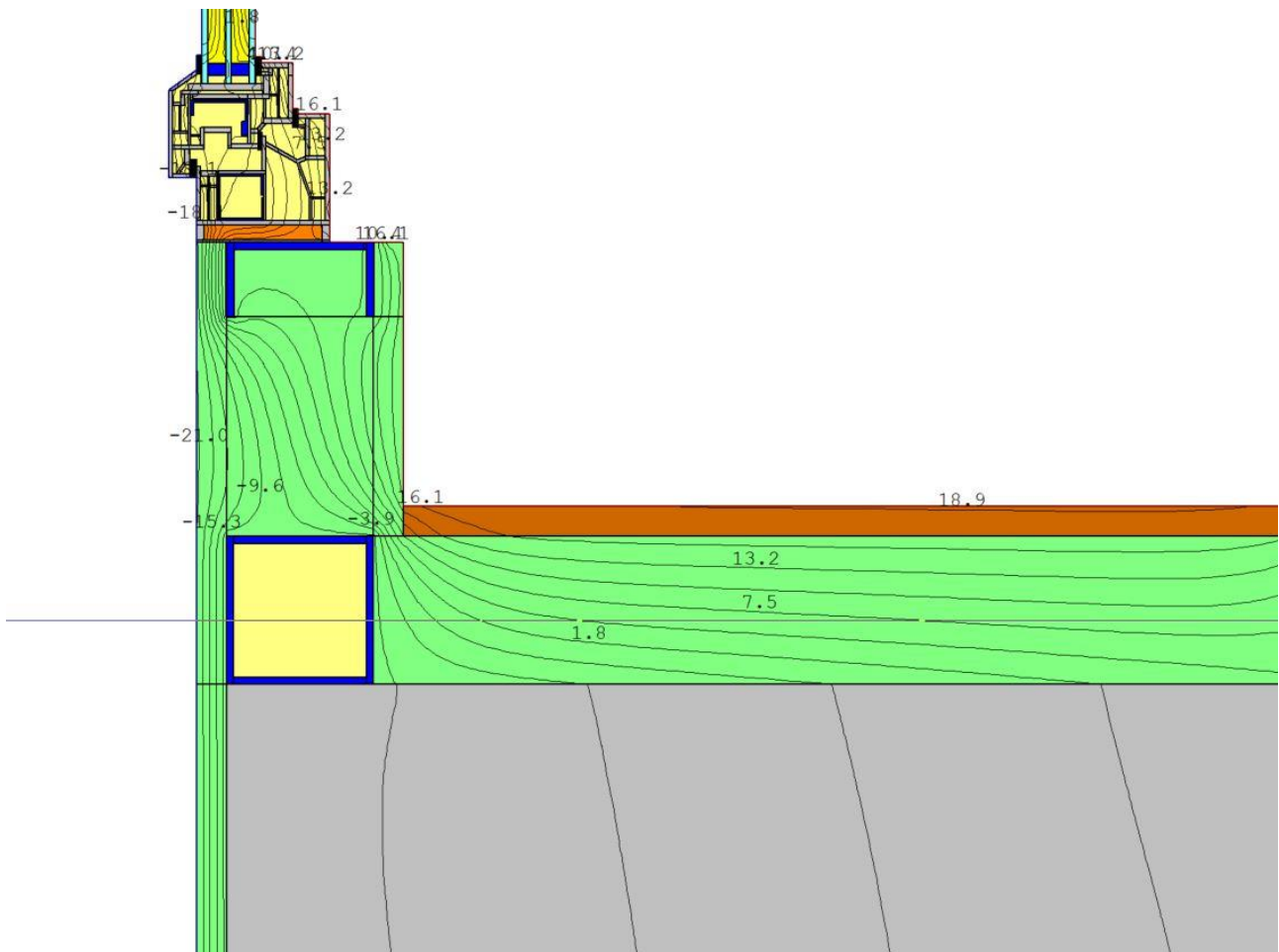


Рис. 2.1 Фрагмент моделювання вузла нижнього каркасу модульної транспортабельної котельні (оптимізована версія)

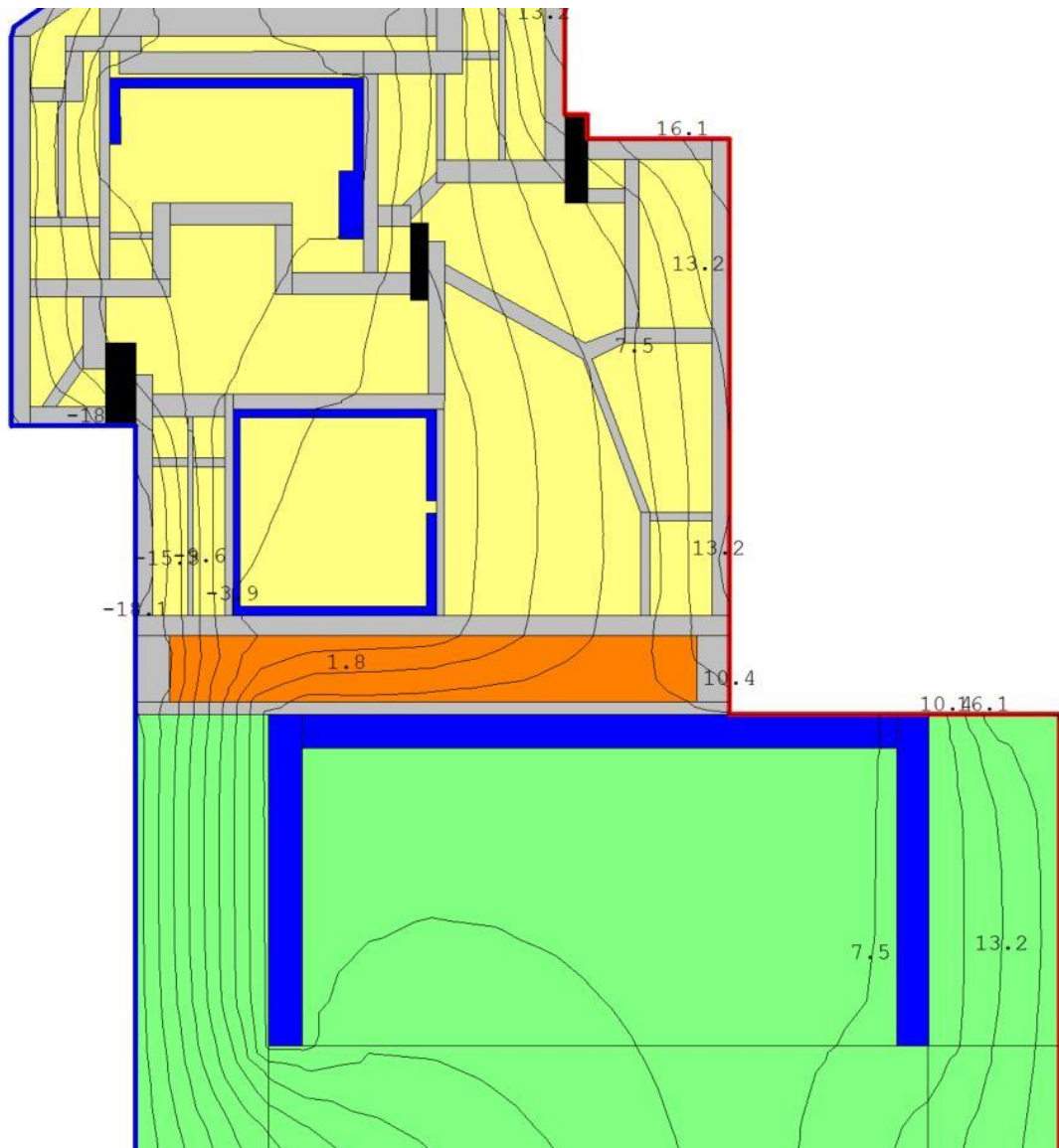


Рис. 2.2 Деталізований фрагмент примикання рами склопакету до несучого швелеру (оптимізована версія)

За результатами аналізу містків холоду в комплексі THERM Finite Element Simulator 7.8 в каркасній схемі будівлі модульної транспортабельної котельні можна зробити ряд висновків:

- Для каркасної схеми будівлі питання мінімальної температури на внутрішній поверхні (особливо в зоні нижнього каркасу) є дуже важливими і потребують застосування певних рішень, описаних в цій роботі.

- Заходи з термомодернізації в частині оболонки будівлі не повинні виключно опиратися на збільшення товщини теплоізоляційного шару. Мінімізація лінійних та точкових теплопровідних включень («містків холоду») може дозволити збільшити приведений опір теплопередачі без зміни товщини огорожувальної конструкції.
- Огороджувальну конструкцію необхідно розраховувати на предмет тепловтрат, використовуючи виключно приведений опір теплопередачі конструкції.
- Термічний опір однорідної частини поверхні очевидно завжди вищий, ніж приведений і не може характеризувати оболонку будівлі комплексно.
- Кількісне значення коефіцієнтів теплопередачі теплопровідних включень суттєво впливає на приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції. В ДСТУ 9191:2022 наведені значення коефіцієнтів теплопередачі характерних типових лінійних та точкових теплопровідних включень. При необхідності (наприклад при відсутності необхідного вузла) такі значення можна знаходити, проводячи моделювання в САПР, зокрема в комплексі THERM Finite Element Simulator 7.8.
- В інженерних розрахунках, в тому числі в розділі проектної документації Енергоефективність, при застосуванні кількісних показників теплопровідних включень, як змодельованих в САПР, так і прийнятих з ДСТУ 9191:2022, необхідно враховувати геометричний розмір ділянки впливу включення та відповідно до цього розміру правильно розраховувати і площу однорідної частини огорожувальної конструкції.

Результуючі модельні термограми з характерними опорами теплопередачі фрагментів наведені в Додатках 8-10.

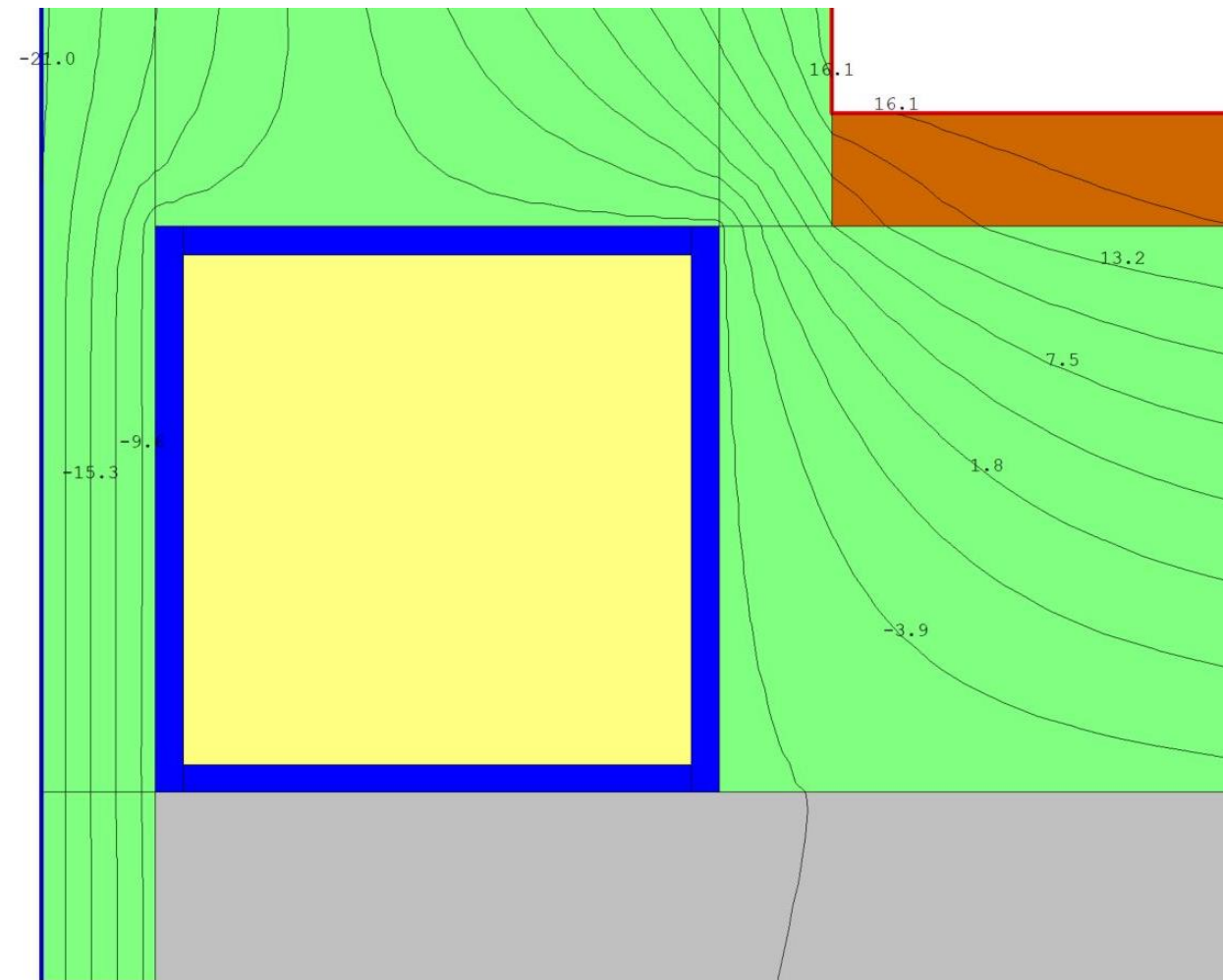


Рис. 2.3 Деталізований фрагмент нижнього несучого трубоквдрату (оптимізована версія)

3. Тепломеханічні рішення модульних твердопаливних котелень

3.1. Обґрунтування базової тепломеханічної схеми котелень

Котельні призначені для забезпечення теплом будівель і споруд житлово-побутового, адміністративного і виробничого та соціального призначення, обладнаних закритою чи відкритою системою водяного опалювання з примусовою циркуляцією теплоносія.

Котельні є модулями з двома твердопаливними котлами з ручним завантаження палива або автоматизованою подачею палива та можуть бути доповнені опціями.

Котельня відповідає III-му ступеню вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1-7.

Таблиця 3.1

Параметри котелень

| № п/п | Назва показника | Значення |
|-------|--|----------------------|
| 1 | Напруга, В | 220 або 380 В ± 10 % |
| 2 | Види струму | Змінний |
| 3 | Частота струму, Гц | 50 |
| 4 | ККД, %, до | 82 |
| 5 | Температура на виході °С, не вище | 90 |
| 6 | Робочий тиск, МПа | PN 10 |
| 7 | Середня тривалість роботи на добу, год | 24 |

Масогабаритні характеристики можуть мати відхилення. З огляду на необхідну потужність котельні допускається застосування в одній котельні котлів з різними одиничними потужностями.

Двохтрубна незалежна схема з пластинчатим розбірним теплообмінником (у виключних випадках дозволяється залежне приєднання до мережі з використанням опції 4), фланцеве приєднання до мережі споживача.

Баки-теплонакопичувачі – опціонально, опція 2.

Розрахунковий температурний графік – 90/70 °С.

Суть блоку аварійного охолодження полягає в тому, що у випадку, якщо бак-теплоакумулятор (у разі його наявності) заповнений гарячою водою з температурою 90°С, а паливо в камері згоріло не повністю, фактично припиняється забір тепла і

котел починає перегрівати воду вище максимально допустимої температури, що може призвести до аварії та виходу котла з ладу. Навіть повне закриття регулятора тяги не дозволить швидко охолодити камеру та котел. Така ж ситуація виникає і у випадку відсутності баку-акумулятора при перебоях живлення зі сторони споживача.

Блок аварійного захисту складається з швидкісного теплообмінного апарату, до нагрівальної сторони якого підключена холодна водопровідна вода, а до охолоджувальної - циркуляційна вода котлового контуру перед входом у котел. На подачі охолоджуючої водопровідної води встановлений регулятор температури прямої дії, який відкриє подачу водопровідної води тільки у випадку перевищення температури води на виході з котла максимально допустимої позначки 95-100°C.

Як тільки вода на виході з котла перевищить 95-100°C, регулятор відкриє подачу холодної води, яка через стінки теплообмінника охолодить перегріту воду у зворотньому трубопроводі, яка подається в котел [18-20]. Рекомендується зберігати тиск у місці підключення водопроводу до блоку аварійного захисту навіть при відсутності електричної мережі. Систему необхідно налаштувати, а теплообмінний апарат розрахувати таким чином, щоб охолоджувати перегріту воду з 90 до 65°C (не нижче, оскільки у розігрітий котел не можна подавати занадто холодну воду). Водопровідна вода, що вийшла з теплообмінника, скидається до дренажного колодязя або каналізації, яка допускає скидання гарячої води.

3.2. Опціональні можливості модульних транспортабельних котельних

Опціонально в залежності від потреб індивідуального споживача теплової енергії модульні твердопаливні котельні можуть оснащуватися наступним блоком опціональних елементів:

- група обліку теплової енергії (опція 1, не передбачає додаткового конструктивного модулю);
- баки-теплонакопичувачі (опція 2, передбачає додаткові та/або додатковий конструктивний модуль);
- циркуляційні мережеві насоси (опція 3, не передбачає додаткового конструктивного модулю);

- гідравлічний розподільувач замість теплообмінника (застосовується у виключних випадках, опція 4, не передбачає додаткового конструктивного модулю);
- система аварійного охолодження (опція 5, не передбачає додаткового конструктивного модулю);
- циклон очистки димових газів (розміщується за межами котельні, проектується в процесі прив'язки паспорту котельні до проекту);
- димова труба та металокаркас до неї (розміщується за межами котельні, проектується в процесі прив'язки паспорту котельні до проекту);
- фундамент котельні (проектується в процесі прив'язки паспорту котельні до проекту, виробник надає типові креслення фундаментів та варіації металокаркасу для діапазону висоти димової труби від 5 до 10 м з кроком 1 м);

Таблиця 2.2

Сумісність опцій тепломеханічної схеми

| | Базова | Опція 1 | Опція 2 | Опція 3 | Опція 4 | Опція 5 |
|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
| Базова | | + | +/- ¹ | + | +/- ² | + |
| Опція 1 | + | | + | + | + | + |
| Опція 2 | +/- ¹ | + | | + | - | + |
| Опція 3 | + | + | + | | + | + |
| Опція 4 | +/- ² | + | - | + | | + |
| Опція 5 | + | + | + | + | + | |

1 – потреба в додатковому циркуляційному насосі контуру «бак-теплообмінник»

2 – може застосовуватися у виключних випадках

3.3. Характеристичний ряд модульних транспортабельних котельних

Таблиця 3.3

Характеристичний ряд модульних транспортабельних котелень

| №з/п | Назва | Тип котла - аналога | Кількість котлів, шт | Загальна потужність котельні, кВт | Габаритний розмір модулю, ВхШхД | Кількість модулі в, шт | Загальний габаритний розмір котельні (базова комплектація), ВхШхД | Вага котельні, кг |
|------|-------|---------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|---|-------------------|
| | | | | | | | | |

Продовження таблиці 3.3

| | | | | | | | | |
|-----|----------------------|--------------------|---|-------|--------------------|---|--------------------|--|
| 0.0 | KOR 3G 99x2 | KOR 3G 99 | 2 | 2x99 | | | | |
| 1.1 | KOR 3G 130x2 | KOR 3G 130 | 2 | 2x151 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 1.2 | KOR 3G 160x2 | KOR 3G 160 | 2 | 2x186 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 1.3 | KOR 3G 180x2 | KOR 3G 180 | 2 | 2x209 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 1.4 | KOR 3G 200x2 | KOR 3G 200 | 2 | 2x233 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 1.5 | KOR 3G 250x2 | KOR 3G 250 | 2 | 2x291 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 1.6 | KOR 3G 300x2 | KOR 3G 300 | 2 | 2x349 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 1.7 | KOR 3G 350x2 | KOR 3G 350 | 2 | 2x407 | 2800x2300 x6200 | 2 | 2800x6600 x6200 | |
| 2.1 | KOR 3G/S 130x2 | KOR 3G/S 130 | 2 | 2x151 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x6600 x9200 | |
| 2.2 | KOR 3G/S 160x2 | KOR 3G/S 160 | 2 | 2x186 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x6600 x9200 | |
| 2.3 | KOR 3G/S 180x2 | KOR 3G/S 180 | 2 | 2x209 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x6600 x9200 | |
| 2.4 | KOR 3G/S 200x2 | KOR 3G/S 200 | 2 | 2x233 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x6600 x9200 | |
| 2.5 | KOR 3G/S 250x2 | KOR 3G/S 250 | 2 | 2x291 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x6600 x9200 | |
| 2.6 | KOR 3G/S 300x2 | KOR 3G/S 300 | 2 | 2x349 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x660 0x9200 | |

Продовження таблиці 3.3

| | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|--------------------|---|--------|--------------------|---|---------------------|--|
| 2.7 | KOR 3G/S 350x2 | KOR 3G/S 350 | 2 | 2x407 | 2800x2300 x9200 | 2 | 2800x6600 x9200 | |
| 3.1 | KOR 3G 400x2 | KOR 3G 400 | 2 | 2x465 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.2 | KOR 3G 450x2 | KOR 3G 450 | 2 | 2x523 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.3 | KOR 3G 500x2 | KOR 3G 500 | 2 | 2x582 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.4 | KOR 3G 600x2 | KOR 3G 600 | 2 | 2x698 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.5 | KOR 3G 700x2 | KOR 3G 700 | 2 | 2x814 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.6 | KOR 3G 800x2 | KOR 3G 800 | 2 | 2x930 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.7 | KOR 3G 900x2 | KOR 3G 900 | 2 | 2x1047 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 3.8 | KOR 3G 1000x 2 | KOR 3G 1000 | 2 | 2x1163 | 3100x2300 x6200 | 5 | 3100x1150 0x6200 | |
| 4.1 | KOR 3G/S 400x2 | KOR 3G/S 400 | 2 | 2x465 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |
| 4.2 | KOR 3G/S 450x2 | KOR 3G/S 450 | 2 | 2x523 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |
| 4.3 | KOR 3G/S 500x2 | KOR 3G/S 500 | 2 | 2x582 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |
| 4.4 | KOR 3G/S 600x2 | KOR 3G/S 600 | 2 | 2x698 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |

| | | | | | | | | |
|-----|---------------------------|---------------------|---|--------|--------------------|---|---------------------|--|
| 4.5 | KOR 3G/S 700x2 | KOR 3G/S 700 | 2 | 2x814 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |
| 4.6 | KOR 3G/S 800x2 | KOR 3G/S 800 | 2 | 2x930 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |
| 4.7 | KOR 3G/S 900x2 | KOR 3G/S 900 | 2 | 2x1047 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |
| 4.8 | KOR 3G/S 1000x 2 | KOR 3G/S 1000 | 2 | 2x1163 | 3100x2300 x6200 | 7 | 3100x1610 0x6200 | |

3.4. Вимоги безпеки та утилізація модульних твердопаливних котелень

Котельні, обладнання та комплектуючі повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-77, НАПБ А.01.001 та рекомендаціям сучасних праць [21-24].

Обладнання котелень повинне бути:

- за ступенем захисту – IP 20 згідно з ДСТУ EN 60529;
- за типом захисту від ураження електричним струмом – 1 класу згідно з ДСТУ 3135.0.

Температура підлоги котельні повинна бути не більше, ніж 45 °С.

Температура зовнішніх поверхонь обладнання котельні повинна бути не більше ніж:

- для кожуха 60 °С;
- для дверцят та кришок люків чищення 120 °С;
- для ручок керування 45 °С.

Котельня повинна відповідати вимогам електробезпеки згідно з ДСТУ 3135.0, ДСТУ EN 61140, Технічного регламенту низьковольтного електричного обладнання, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015р. № 1067.

Знаки заземлення на електрообладнанні та механізмах повинні бути нанесені згідно ПУЕ.

Монтаж, налагодження і введення в експлуатацію електроустаткування котельні і електропроводки, згідно системи підключення, повинні бути виконані з урахуванням вимог безпеки, пропонованих до заземлення устаткування, опору і міцності електричної ізоляції відповідно до вимог наступних документів:

- «Правила улаштування електроустановок» (ПУЕ);
- «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (НПАОП 40.1-1.32);
- «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» (Наказ Міністерства палива та енергетики № 258 від 25.07.2006р.);
- «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (НПАОП 40.1-1.21);
- Паспортів виробів інших виробників.

Електричні вироби по способу захисту людини від ураження електричним струмом повинні відповідати I класу за ДСТУ 3135.0.

Електрична міцність електротехнічних виробів повинна відповідати ДСТУ 3135.0. Ізоляція провідників повинна витримувати контрольну напругу 2500 В протягом 1 хв.

Величина опору ізоляції електроустаткування повинна бути не менше 1 МОм.

Утилізуванню неякісного та небезпечного продукту здійснюють згідно з Законом України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» № 1393-XIV від 14.01.2000р., ДСТУ 4462.3.01 та ДСТУ 4462.3.02.

4. Прикладне провадження результатів роботи при новому будівництві модульної транспортабельної котельні в с. Осолинка, Вінницької області

4.1. Архітектурно-будівельні рішення

Високий попит на блочно-модульні транспортабельні котельні установки пояснюється, насамперед, мобільністю конструкції, автономністю й зручністю експлуатації в цілому [25-27].

Розділення серії мобільних котельних на окремі лінійки по потужності дозволяє підібрати оптимальне рішення для опалення приміщень побутового або комерційного призначення, а також окремих житлових масивів та інших об'єктів з великим споживанням теплової енергії.

Кінцевий результат повністю виконує поставлені задачі і відповідає всім вимогам замовника.

Інженери конструкторського бюро «Енергія Сервіс» проектують жорсткі та мобільні контейнерні конструкції для подальшого збирання на власних виробничих потужностях. Власне виробництво контейнерних оболонок для модульних котельних дозволяє враховувати всі необхідні якості для стійкої конструкції: максимальна жорсткість; кріплення необхідне для подальшого встановлення обладнання; елементи обладнання.

Розглянемо більш детально один з об'єктів, реалізованих компанією «Енергія Сервіс» - будівлю модульної транспортабельної котельні в с. Осолинка, Вінницької області.

Технічні рішення, прийняті в робочих кресленнях, відповідали вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм і правил та гарантували безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні передбачених робочими кресленнями заходів.

Проект модульної контейнерної котельні з потужністю модуля 1046 кВт виконаний на підставі завдання на проектування, а також відповідно до чинних нормативних документів:

- ДБН В.2.5-77-2014 "Котельні";

- ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі»;

- ДНАОП 0.00-1.26-96 «Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів, з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°С»

Будівля твердопаливної транспортабельної котельні виконувалась на основі зварних металоконструкцій і відноситься до III а ступеню вогнетривкості (див. рисунки нижче)

Для металоконструкцій використовувались наступні матеріали:

профільні труби (ДСТУ 8940:2019),

швелер сталевий гнучий (ГОСТ 8278–83),

прокат листовий гарячекатаний (ДСТУ 8540:2015),

профілі сталеві листові гнуті з трапецієвидними гофрами (ДСТУ Б В.2.6-9:2008).



Рис. 4.1 Металоконструкції твердопаливної транспортабельної котельні в с. Осолінка, Вінницької області.

Елементи металевого каркасу пофарбовані емаллю ПФ-115 за 2 рази по шару ґрунту ГФ-021. Після закінчення монтажу конструкцій виконано відновлення лакофарбового покриття у місцях стиків та монтажних швів.

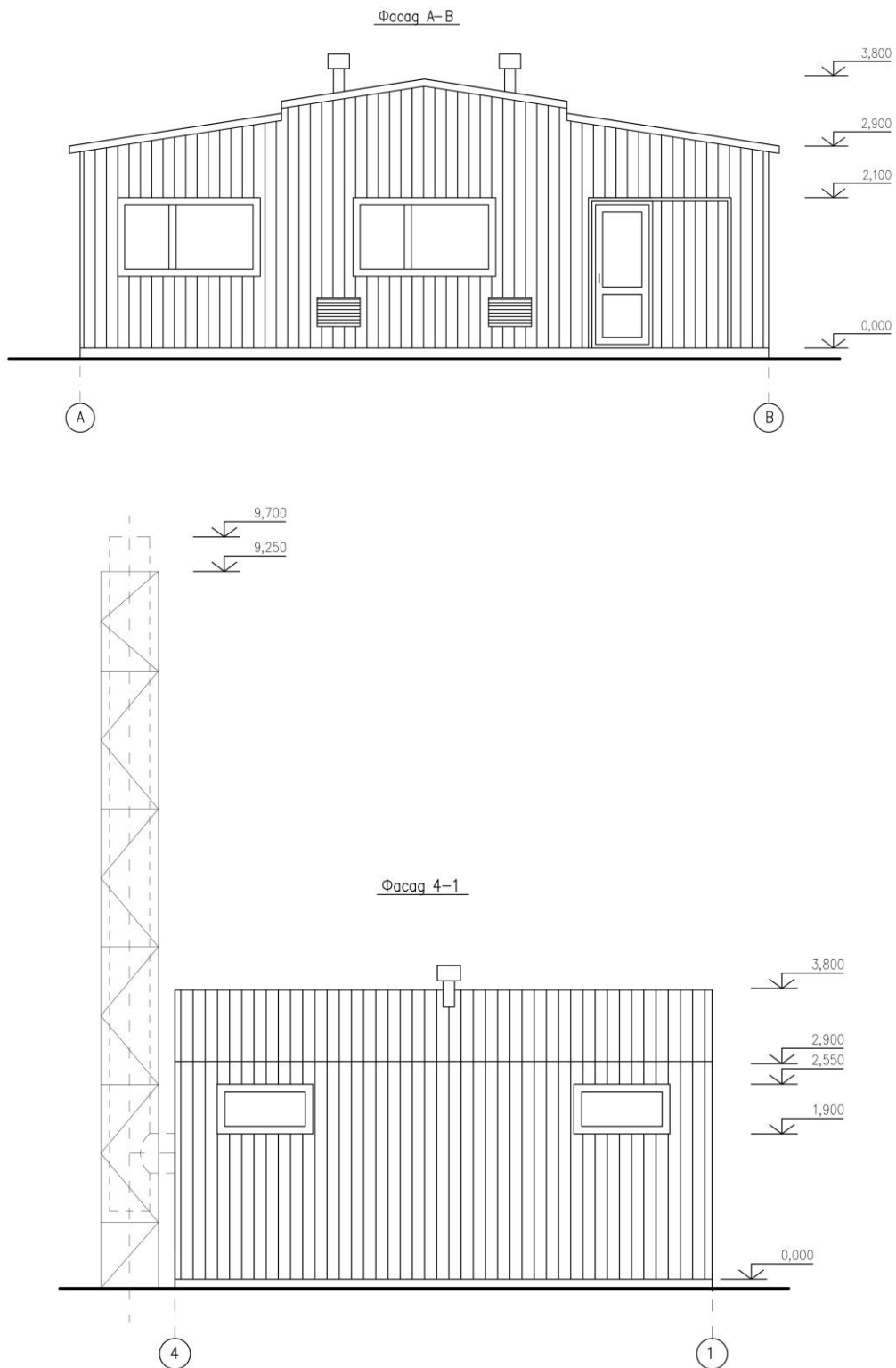


Рис. 4.2 Фасади твердопаливної транспортабельної котельні в с. Осолінка, Вінницької області.

Будівля твердопаливної транспортабельної котельні в плані має наступні габаритні розміри в плані на відмітці 0.000: 9650 x 7000 мм. Висота будівлі (без димоходу) – 3800 мм.

Будівля твердопаливної транспортабельної котельні монтувалась на завчасно підготовлену основу з бетону відповідно до проекту. Навколо будівлі було передбачене вимощення бетонне шириною 1000 мм.

Труби димовидалення висотою 9700 мм змонтовані в середині металевих щогл висотою 9250 мм і кріпляться до горизонтальних елементів решітки. Металоконструкції щогли зварні. Катет зварних швів прийняти по мінімальній товщині елементів, що зварюються.

Склад стін котельні:

профільований настил НС35-1000-0,6 (зовні) -35 мм,

плівка гідробар'єрна JUTA,

утеплювач - мінватна плита -100 мм,

плівка паробар'єрна JUTA,

профільований настил С18-1000-0,6 (зсередини) -18мм.

Підлога виконана з листів сталевих профільованих товщиною 4мм.

Дах і стеля виконані з профільованого настилу НС35-1000-0,6 з використанням утеплювача та паробар'єрної плівки.

Загальний вигляд будівлі і зовніше опорядження показано на рисунку нижче.



Рис. 4.3 Загальний вигляд і зовнішє опорядження твердопаливної транспортабельної котельні в с. Осолинка, Вінницької області.

4.2. Підбір обладнання котельні

Проектом твердопаливної транспортабельної котельні загальною потужністю 1.050 МВт передбачено наступне обладнання:

- Твердопаливний котел KORDINAMIK KOR 3G-450, 2шт., Туреччина
- Насосне обладнання DAB, Італія
- Запірна арматура BRANDONI, Італія
- Розширювальний бак VAREM, Італія
- Триходовий клапан MEIBES, Німеччина
- Пульти керування котельні HAGER, Німеччина
- Димова труба ВЕНТ УСТРІЙ, Україна

В модулі встановлено два твердопаливних котла KORDINAMIK (див. рисунок нижче) тепловою потужністю 1046 кВт (2 котла по 523 кВт кожен) з ручним завантаженням палива. Паливо - дрова. Теплоносій - вода з параметрами - 80-60°C.

Система теплопостачання - закрита зі штучною циркуляцією. Для розділення контурів котлів та споживача в котельні передбачено встановлення буферної ємності об'ємом 2000 л. В якості мережевих насосів для системи теплопостачання прийнято центробіжний натрубний насос марки DAB KLP 80-2000T (Італія) (1 - робочий, 1 - резервний), що замінять собою існуючий здвоєний насос меншої продуктивності DAB DPH 150/360.80T (Італія).

В якості циркуляційного насоса для кожного контуру нагріву котла прийнятий центробіжний натрубний насос марки DAB VRH180-280.50T (Італія).

Температурне розширення додаткового об'єму теплоносія, що утворився за рахунок додаткових котлів компенсується мембранним розширювальним баком місткістю 100 літрів Reflex G100 (Італія).

Підтримання температури зворотної води на рівні недопущення процесів конденсації димових газів забезпечується за рахунок триходових клапанів, що встановлюються на зворотних трубопроводах перед (по ходу руху теплоносія) котловими насосами. Клапани використовуються VRB3, Ду50 з $Kvs=40\text{м}^3/\text{год}$ фірми Danfoss (Данія).

Видалення димових газів передбачено системою газоходів і проєктованими димовими трубами для кожного котла. Газоходи виконані з попередньо ізольованих димохідних труб, типу "сендвіч", фірми "Вент-устрій" (Україна) діаметром 450/520мм. Внутрішня труба виконана з оцинкованої сталі, а зовнішня з нержавіючої сталі.

Трубопроводи прийняті із сталевих електрозварювальних труб по ГОСТ 10704-91 і водогазопровідних труб по ГОСТ 3262-75. На границі модуля трубопроводи оснащені з'єднувальними фланцями.

Монтаж трубопровідних систем нового модуля виконано по місцю, після монтажу самого модуля.

Всі трубопроводи в котельні теплоізольовані трубною ізоляцією "IZOFLEX" товщиною не менше 13 мм.

Злив води з котлів підключено до існуючої системи каналізації Ду100 патрубками Ду40 (1 1/2").

Опалення котельного залу здійснюється від існуючої системи опалення та нагрітих поверхонь обладнання.

Вентиляція котельного залу припливно-витяжна з природнім спонуканням, що забезпечує 3-х кратний повітрообмін. Видалення повітря здійснюється через два дахові дефлектори.

Об'єм модуля складає 71,5 м³.

Вентиляція приміщення - припливно-витяжна з природнім спонуканням, запроектована виходячи з умови подачі необхідного повітря на горіння в котли, асиміляції теплозалишків, трикратного повітрообміну в приміщенні.

Приплив - через жалюзійні ґрати 600x400 в нижній частині зовнішніх дверей, а також віконну фрамугу, що відчиняється, витяжка - через дефлектори типу ЦАГІ Д315мм - 2 шт.



Рис. 4.4 Твердопаливні котли KORDINAMIK тепловою потужністю по 523 кВт кожен з ручним завантаженням палива

4.3. Процес та результати будівництва

В процесі будівництва модульної котельні в с. Осолинка, Вінницької області, замовник підготував якісний бетонний фундамент для будівлі котельні та групи димоходів. Виробник доставив модулі котельні на об'єкт будівництва у зібраному вигляді та розпочав монтажні роботи. Такий підхід має ряд переваг у розрізі термінів будівництва та організації будівельного виробництва.

Монтаж металоконструкцій виконувався згідно вимог ДСТУ Б В.2.6-200:2014 "Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу».

Підйом та перевезення каркасу був передбачений без обладнання та огорожуючих конструкцій.

Діаметр тимчасових монтажних петель брався не менше 10 мм. Кількість петель - чотири одиниці. Місця установки петель були визначені проектом.

Підйом каркасу без змонтованої нижньої горизонтальної рами був заборонений нормами техніки безпеки.

Особлива увага зверталась на зварювальні з'єднання стояків та повздожніх елементів нижньої горизонтальної рами.

Лати (риштування) ставилось після монтажу габаритного обладнання.

Труби димовидалення монтувались у середині металевих щогл і кріпились до горизонтальних елементів решітки. Металоконструкції щогли зварні. Елементи металевого каркасу щогли фарбувались емаллю ПФ-115 за 2 рази по шару ґрунту ГФ-021. Після закінчення монтажу конструкцій було виконано відновлення лакофарбового покриття у місцях стиків та монтажних швів.

Таким чином, у випадку якщо котельня сертифікована згідно чинного законодавства та має паспорт виробу, маємо наступні результати процесу будівництва котельні:

- блоки вихідних даних та проекту по суті своїй реалізовані вже виробником котельні та містять апробовані креслення, в тому числі завдання на прив'язку;

- виконання проекту прив'язки (що очевидно значно простіше і більш економічно доцільно, ніж виконання повного комплексу проєктної документації з нуля);
- проходження експертизи проєкту прив'язки (знову ж таки ця процедура з'являється не завжди і залежить від багатьох чинників в розрізі улаштування саме модульної котельні);
- встановлення готового виробу модульної котельні та приєднання до теплових мереж споживача, пусконаладжувальні роботи.

Замовник отримав модульну транспортабельну котельню в с. Осолинка, Вінницької області потужністю 1,050 МВт, яка з початком своєї роботи не тільки надала певну енергетичну незалежність, а й одразу значно скоротила витрати на виробництво теплової енергії.



Рис. 4.5 Процес будівництва і монтажу твердопаливної транспортабельної котельні в с. Осолинка, Вінницької області.

5. Техніко-економічне обґрунтування модульних твердопаливних котелень

5.1. Оцінка вартості теплової енергії з урахуванням виключно паливної складової

Розрахунки експлуатаційних витрат паливної складової за варіантами проектних рішень можуть з достатньою достовірністю проводитися за наступним алгоритмом та використовуючи дані, описані нижче.

Середня температура, °С. Приймається відповідно до таблиці 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

Тривалість періоду опалення відповідно до уточнених кліматичних показників – це кількість годин роботи системи опалення у кожному місяці з врахуванням кліматичних даних.

Період стояння температур, нижчих точки бівалентності повітряного ТН, °С - кількість годин протягом яких температура зовнішнього повітря тримається вище -5 °С, і СО не потребує роботи пікового джерела теплопостачання.

Температурний графік СО – залежність температури теплоносія в подавальному і зворотньому трубопроводах СО від температури зовнішнього повітря.

СОР повітряного ТН теоретичний – теоретичний коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову. Визначається співвідношенням:

$$\text{COP} = (T_2 + 273) / (T_2 - T_1) \quad (1)$$

де T_1 – температура джерела теплоти (повітря, ґрунт)

T_2 – температура води у контурі СО.

273 – переведення температури із шкали Цельсія в шкалу Кельвіна

Для повітряного ТН реальний СОР (якщо не представляється можливим провести моделювання або відсутні дані виробників) може бути розрахований згідно залежності:

$$\text{COP}_{\text{пов}} = ((T_2 + 273) / (T_2 - T_1)) * 0,3 \quad (2)$$

де 0,3 - коефіцієнт внутрішньої ефективності повітряного ТН.

Для зондового геотермального ТН реальний СОР по аналогії з п.6:

$$\text{COP}_{\text{зонд}} = ((T_2 + 273) / (T_2 - T_1)) * 0,45; \quad (3)$$

де 0,45 - коефіцієнт внутрішньої ефективності зондового ТН.

Відносно навантаження CO, кВт – витрати на опалення перераховані на середьомісячну температуру зовнішнього повітря:

$$Q_{\text{відн}} = Q_{\text{розр}} * ((t_{\text{вн}} - t_{\text{зов.сер.}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн.розр}})) \quad (4)$$

Сумарне споживання кВт*год:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{відн}} * n_{\text{оп}} + Q_{\text{гвп}} * 24 \text{ год} * 30 \text{ днів} \quad (5)$$

Витрата природного газу, м³

$$V = Q_{\Sigma} / E \quad (6)$$

де E – питома енергопотреба (див. Додаток 4).

Витрата природного газу при використанні конденсаційного котла, м³ – аналогічно пункту 9

$$V = Q_{\Sigma} / E \quad (7)$$

Витрата теплової енергії від центральної теплової мережі, Гкал – переведення кВт*год у Гкал:

$$Q_{\text{тм}} = Q_{\Sigma} * 3600 / 1000000 / 4,186 \text{ Гкал} \quad (8)$$

Досяжне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год:

$$Q_{\text{дос}} = (Q_{\Sigma} * n_{\text{бів}}) / n_{\text{оп}}, \text{ кВт*год} \quad (9)$$

Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода (потужність пікового джерела теплоти) кВт*год – різниця між сумарною і досяжною витратою теплової енергії:

$$Q_{\text{дод}} = (Q_{\Sigma} - Q_{\text{дос}}), \text{ кВт} \quad (10)$$

Витрата електроенергії ТН, кВт*год, необхідної для виробництва Q_{дос} кількості теплової енергії:

$$N = Q_{\text{дос}} / \text{COP}_{\text{пов}}, \text{ кВт*год} \quad (11)$$

Досяжне вироблення теплової енергії, кВт*год, зондовим тепловим насосом з періодом роботи τ=2400 год:

$$Q_{\text{дос } 2400} = (q_{2400} * L * 2400) / 1000 \quad (12)$$

Додаткова витрата енергії при роботі зондового теплового насоса з періодом роботи τ=2400год:

$$Q_{\text{дод } 2400} = (Q_{\Sigma} - Q_{\text{дос } 2400}), \text{ кВт} \quad (13)$$

Витрата електроенергії ТН, кВт*год, необхідна для виробництва $Q_{\text{дос } 2400}$ кількості теплової енергії:

$$N_{2400} = Q_{\text{дос } 2400} / \text{COP}_{\text{зонд}}, \text{ кВт*год} \quad (14)$$

Необхідна потужність зондового геотермального ТН з періодом роботи $\tau=2400$ год:

$$Q_{2400} = Q_{\text{розр}} * ((t_{\text{вн}} - t_{\text{зов.бів}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн.розр}})), \text{ кВт*год} \quad (15)$$

де $t_{\text{зов.бів}}$ для зондового ТН становить -3 °С.

Необхідна довжина свердловин, пог.м. для отримання $Q_{\text{дос}2400}$ кВт*год теплової енергії:

$$L_{2400} = (Q_{2400} / q_{2400}) * 10^3, \text{ м} \quad (16)$$

Досягне вироблення теплової енергії, кВт*год, зондовим тепловим насосом з періодом роботи $\tau=4500$ год:

$$Q_{\text{дос } 4500} = (q_{4500} * L * 2400) / 1000 \quad (17)$$

Додаткова витрата при роботі геотермального теплового насоса прийнята рівною 0, що регламентується періодом його роботи.

$$Q_{\text{дос } 4500} = (q_{4500} * L * 2400) / 1000 \quad (18)$$

Витрата електроенергії ТН, кВт*год, необхідна для виробництва $Q_{\text{дос}2400}$ кількості теплової енергії:

$$N_{4500} = Q_{\text{дос } 4500} / \text{COP}_{\text{зонд}}, \text{ кВт*год} \quad (19)$$

Необхідна потужність зондового ТН з періодом роботи $\tau=4500$ год дорівнює розрахунковій потужності $Q_{\text{розр}} \text{ СО}$.

Необхідна довжина свердловин, пог.м. для отримання $Q_{\text{дос}4500}$ кВт*год теплової енергії:

$$L_{4500} = (Q_{\text{розр}} / q_{4500}) * 10^3, \text{ пог.м} \quad (20)$$

Затрати на природний газ, грн:

$$D_{\text{газ}} = V * K \quad (21)$$

де K – вартість 1 м^3 природного газу;

Затрати на природний газ, грн:

$$D_{\text{газ(конд.)}} = V_{\text{(конд.)}} * K \quad (22)$$

де K – вартість 1м^3 природного газу;

Затрати на центральну теплову енергію:

$$D_{\text{ТМ}} = Q_{\text{ТМ}} * K_{\text{ТМ}} \quad (23)$$

де $K_{\text{ТМ}}$ – вартість 1 Гкал тепла;

Затрати на роботу зондового ТН з періодом роботи $\tau=2400$ год складаються із суми затрат на електроенергію для компресорів ТН та затрат на для роботи пікового джерела теплоти (обрано ЦТМ).

Вартість електричної енергії, яка витрачається на роботу компресорів зондового теплового насосу з періодом роботи $\tau=4500$ год складає:

$$D_{4500} = N_{4500} * K_{\text{ел}} \quad (24)$$

де $K_{\text{ел}}$ – вартість кВт*год електроенергії.

5.2. Оцінка повної вартості теплової енергії від модульних твердопаливних котелень з урахуванням додаткових експлуатаційних і логістичних витрат

Як вже зазначалось, у сучасних умовах енергетична безпека та ефективність стали ключовими факторами, що впливають на розвиток економік багатьох країн. Використання відновлюваних джерел енергії, зокрема твердого біопалива, набуло значної популярності завдяки своїй екологічній безпечності та доступності. Одним із перспективних напрямів у цій сфері є впровадження модульних твердопаливних котелень, які можуть забезпечити ефективне та гнучке енергопостачання. Проте для комплексного аналізу їх ефективності важливо врахувати не лише базову вартість теплової енергії, але й додаткові експлуатаційні та логістичні витрати, які можуть суттєво вплинути на загальну економічну доцільність використання таких систем.

У даному підрозділі розглянуто методику оцінки повної вартості теплової енергії, що генерується модульними твердопаливними котельнями. Це передбачає аналіз додаткових витрат, пов'язаних з експлуатацією та логістикою, які включають витрати на транспортування палива, технічне обслуговування обладнання, заробітну

плату персоналу та інші операційні витрати. Зокрема, у розрахунки включено такі витрати:

1. Вартість теплової енергії з урахуванням "плеча", що передбачає витрати на транспортування палива від постачальника до місця використання.
2. Вартість теплової енергії з урахуванням відрахувань фонду заробітної плати, що включає витрати на оплату праці персоналу, зайнятого обслуговуванням котелень.
3. Вартість теплової енергії з урахуванням роботи циркуляційних насосів, які забезпечують циркуляцію теплоносія в системі.
4. Повна вартість з урахуванням амортизації, що включає витрати на зношування та заміну обладнання.

Комплексний підхід до оцінки повної вартості дозволяє більш точно визначити економічну доцільність використання таких систем. Врахування всіх додаткових витрат сприяє більш точному розумінню реальної вартості виробництва теплової енергії, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації витрат та підвищення загальної ефективності енергопостачання. Це, в свою чергу, сприяє розвитку більш стійких та економічно ефективних систем енергопостачання, що є важливим кроком на шляху до забезпечення енергетичної незалежності та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Зведена таблиця розрахунку паливної складової вартості теплової енергії при диверсифікації джерела енергії

| | | Витрата енергії помісячно: | | | | | | | | | | | | Всього за сезон |
|--|--|----------------------------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Середня температура, °С: | | -5,6 | -4,2 | 0,7 | 8,7 | 15,1 | 18,2 | 19,3 | 18,6 | 13,9 | 8,1 | 2,1 | -2,3 | -0,2 |
| Температури НС, °С: | | -25..-30 | -20..-25 | -15..-20 | -10..-15 | - | - | - | - | - | -5..-10 | 0..-5 | +8..0 | - |
| Період стояння температур, °С: | | 0,12 | 0,92 | 5 | 13,5 | - | - | - | - | - | 28,6 | 69,85 | 73 | 190,99 |
| Температурний графік СО, °С: | | 62,7 | 60,3 | 52,2 | 38,8 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 39,8 | 49,8 | 57,2 | 53,7 |
| | | 50,5 | 48,8 | 43,0 | 33,5 | 25,8 | 22,1 | 20,8 | 21,7 | 27,3 | 34,2 | 41,3 | 46,5 | 44,0 |
| COP (середньомісячний) повітряного ТН: | | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 3,6 | 3,7 | 4,2 | 4,3 | 4,2 | 3,6 | 3,5 | 2,4 | 1,9 | 2,1 |
| COP (середньомісячний) зондового ТН: | | 3,1 | 3,2 | 3,7 | 5,1 | - | - | - | - | - | 4,9 | 3,9 | 3,4 | 3,6 |
| Навантаження СО, кВт: | | 304,76 | 288,10 | 229,76 | 134,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 141,67 | 213,10 | 265,48 | 240,48 |
| Сумарне споживання кВт*год: | | 232825,90 | 220093,24 | 175528,90 | 102770,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 108227,67 | 162796,24 | 202813,19 | 1205055,95 |
| Витрата палива | | | | | | | | | | | | | | |
| Витрата прир. газу, м ³ | | 27391,28 | 25893,32 | 20650,46 | 12090,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12732,67 | 19152,50 | 23860,38 | 141 771 |
| Витрата прир. газу (конд), м ³ | | 24768,71 | 23414,17 | 18673,29 | 10933,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11513,58 | 17318,75 | 21575,87 | 128 197 |
| Витрата дизельного палива, л | | 19492,40 | 18426,41 | 14695,44 | 8604,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9060,92 | 13629,45 | 16979,71 | 100 888 |
| Витрата зрідженого газу, л | | 32563,06 | 30782,27 | 24549,50 | 14373,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15136,74 | 22768,70 | 28365,48 | 168 539 |
| Витрата вугілля, т | | 31,94 | 30,20 | 24,08 | 14,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,85 | 22,33 | 27,82 | 165 |
| Витрата дров сухих, т | | 69,77 | 65,95 | 52,60 | 30,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 32,43 | 48,78 | 60,77 | 361 |
| Досягне вироблення теплової енергії повітряним тепловим насосом, кВт*год: | | 209005,71 | 197575,71 | 157570,71 | 92256,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 97155,00 | 146140,71 | 182063,57 | 1 081 768 |
| Додаткова витрата енергії при роботі ТН повітря-вода. кВт*год: | | 23820,19 | 22517,52 | 17958,19 | 10514,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11072,67 | 16655,52 | 20749,62 | 123 288 |
| Витрата е/е ТН, кВт*год | | 121448,06 | 109287,60 | 71256,99 | 25471,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 28157,87 | 61737,15 | 93690,46 | 511 050 |
| Досягне вироблення теплової енергії зондовим тепловим насосом τ=2400, кВт*год: | | | | | | | | | | | | | | 714 286 |
| Додаткова витрата енергії при роботі зондового теплового насоса τ=2400. кВт*год: | | | | | | | | | | | | | | 490 770 |
| Витрата е/е ТН τ=2400, кВт*год | | | | | | | | | | | | | | 199 708 |
| Потужність ТН τ=2400, кВт: | | | | | | | | | | | | | | 298 |

Продовження таблиці 5.1

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|-----------|------|------|------|------|------|-----------|------------|------------|------------------|
| Необхідна кількість свердловин, м.п.: | | | | | | | | | | | | | 5 952 |
| Досягне вироблення теплової енергії зондовим тепловим насосом (рев), кВт*год: | | | | | | | | | | | | | 1 200 000 |
| Додаткова витрата енергії при роботі зондового теплового насоса (рев), кВт*год: | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Витрата е/е ТН (рев), кВт*год | | | | | | | | | | | | | 335 510 |
| Потужність ТН (рев), кВт: | | | | | | | | | | | | | 500 |
| Необхідна кількість свердловин, м.п.: | | | | | | | | | | | | | 18 750 |
| Фінансові затрати | | | | | | | | | | | | | |
| Затрати на прир. газ, грн | 602608,22 | 569653,09 | 454310,11 | 265995,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 280118,67 | 421354,97 | 524928,26 | 3 118 968 |
| Затрати на прир. газ (конд), грн | 544911,69 | 515111,83 | 410812,33 | 240527,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 253298,79 | 381012,47 | 474669,17 | 2 820 344 |
| Затрати на дизельне паливо, грн | 1130559,28 | 1068731,82 | 852335,70 | 499035,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 525533,41 | 790508,24 | 984823,12 | 5 851 528 |
| Затрати на зріджений газ, грн | 1009454,97 | 954250,40 | 761034,41 | 445579,73 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 469238,83 | 705829,84 | 879329,92 | 5 224 718 |
| Затрати на електроенергію, грн | 1629781,33 | 1540652,67 | 1228702,33 | 719395,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 757593,67 | 1139573,67 | 1419692,33 | 8 435 392 |
| Затрати на вугілля, грн | 447196,10 | 422740,06 | 337143,93 | 197395,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 207876,31 | 312687,90 | 389549,73 | 2 356 589 |
| Затрати на дрова сухі, грн | 268336,24 | 253661,60 | 202300,37 | 118445,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 124734,42 | 187625,73 | 233746,02 | 1 430 850 |
| Повітряний тепловий насос, грн | 1016877,78 | 922635,83 | 624506,27 | 251900,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 274613,75 | 548748,71 | 801080,57 | 4 440 364 |
| Зондовий тепловий насос, τ=2400, грн | | | | | | | | | | | | | 2 546 570 |
| Зондовий тепловий насос, (рев) грн | | | | | | | | | | | | | 3 053 143 |

На рисунку нижче зображено залежності складових вартості та повної вартості теплової енергії від плеча доставки палива (варіант доставки - самоскиди). Горизонтальна вісь відображає плече перевезення (відстань у кілометрах), а вертикальна вісь показує вартість теплової енергії в гривнях за гігакалорію (грн/Гкал).

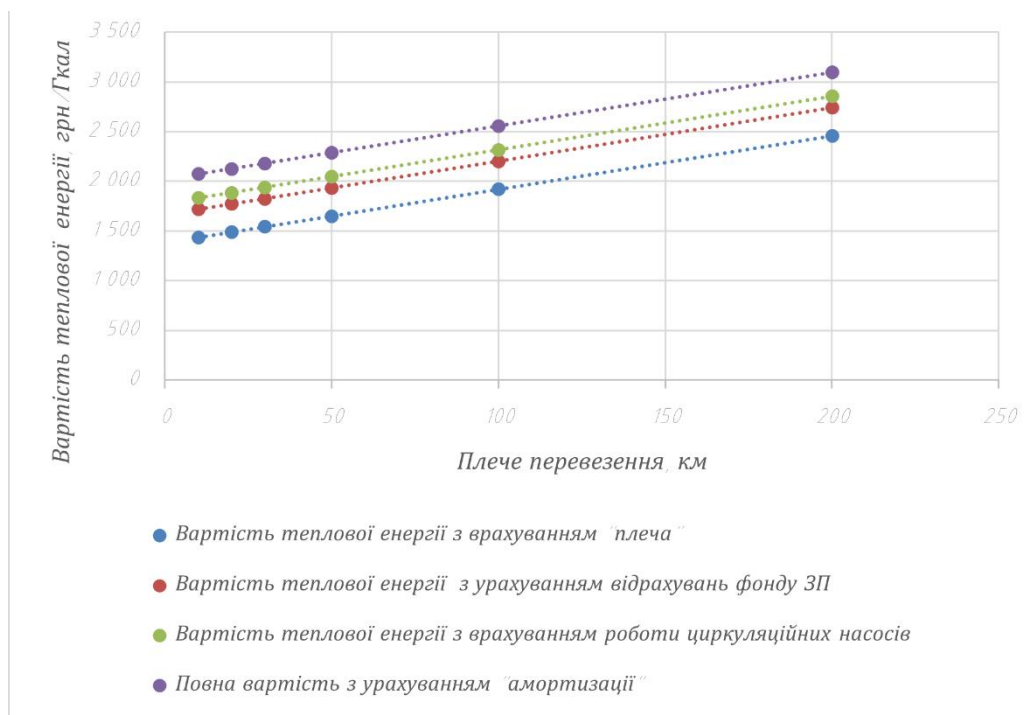


Рис. 5.1. Залежності складових вартості та повної вартості від плеча доставки палива (варіант доставки - самоскиди)

Ключові елементи графіку:

Вартість теплової енергії з врахуванням "плеча" (сині точки і синя пунктирна лінія): Ця крива показує, як збільшується вартість теплової енергії зі збільшенням відстані транспортування палива. Видно, що чим більша відстань перевезення, тим більша вартість.

Вартість теплової енергії з врахуванням відрахувань фонду заробітної плати (ЗП) (червоні точки і червона пунктирна лінія): Ця крива враховує додаткові витрати на оплату праці персоналу. Спостерігається, що вартість теплової енергії збільшується зі збільшенням плеча перевезення, але трохи менш інтенсивно, ніж у випадку лише з врахуванням "плеча".

Вартість теплової енергії з урахуванням роботи циркуляційних насосів (зелені точки і зелена пунктирна лінія): Тут враховано витрати на енергію, необхідну для роботи циркуляційних насосів. Графік показує дещо менший темп зростання вартості порівняно з попередніми випадками, що свідчить про важливість циркуляційних насосів у загальних витратах.

Повна вартість з урахуванням амортизації (фіолетові точки і фіолетова пунктирна лінія): Ця крива представляє комплексну вартість теплової енергії, включаючи всі вищезазначені витрати та амортизаційні витрати на обладнання. Видно, що ця вартість є найвищою, оскільки враховує всі можливі витрати, і її зростання також є найбільш інтенсивним зі збільшенням плеча перевезення.

Загальний висновок: Рисунок чітко демонструє, що зростання відстані перевезення палива призводить до збільшення вартості теплової енергії незалежно від складових витрат. При цьому, найбільший вплив на загальну вартість має амортизація обладнання, а найменший – робота циркуляційних насосів. Це дозволяє зробити висновок про значущість оптимізації логістичних процесів та управління експлуатаційними витратами для зниження загальної вартості теплової енергії.

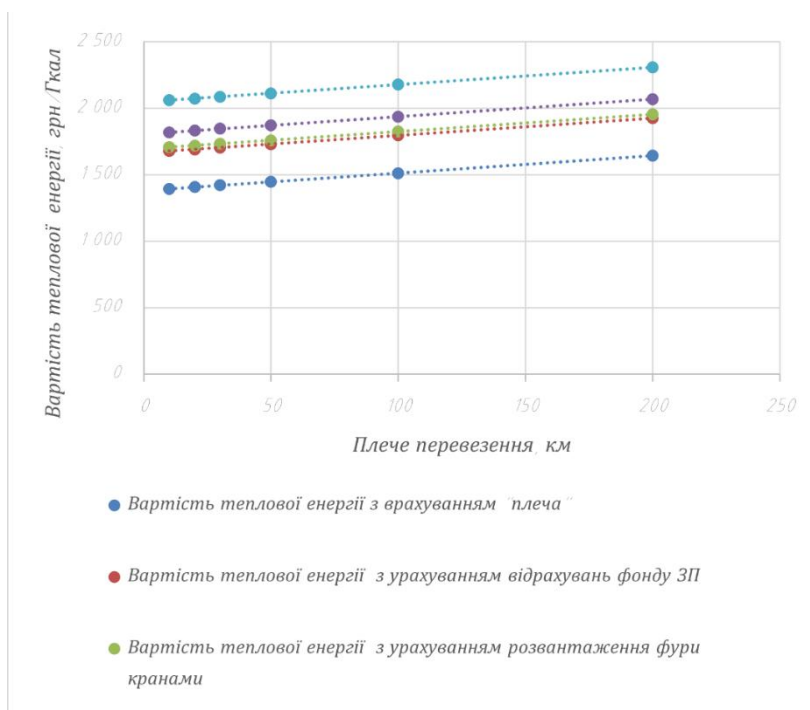


Рис. 5.2 Залежності складових вартості та повної вартості від плеча доставки палива (варіант доставки - фури)

При цьому було проведено аналіз вартості тарифів на енергетичні ресурси для комерційних споживачів та сформовано відомість (див. табл. ниже).

Таблиця 5.2

Прямі та приведені до енергетичної ефективності вартості палив

| Вид палива | Тариф за од. | ККД тепло-генератора, % | Теплотворна спроможність палива | Питома енергоємність |
|---|--------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Природний газ | 22 | 90 | 34000 | 30600 |
| м ³ | 22 | | кДж/м ³ | кДж/м ³ |
| Природний газ (конд.) | 22 | 94 | 36000 | 33840 |
| м ³ | 22 | | кДж/м ³ | кДж/м ³ |
| Дизельне паливо | 58 | 86 | 50000 | 43000 |
| л (840 кг/м ³) | | | кДж/л | кДж/л |
| Зріджений газ | 31 | 90 | 28600 | 25740 |
| л (550 кг/м ³) | | | кДж/л | кДж/л |
| Електроенергія | 7 | 99 | - | - |
| кВт*год | 7 | | - | - |
| Тепловий насос | 7 | СОР (середній) | наведено детальні розрахунки | |
| кВт*год | 7 | 3,0 | | |
| Вугілля (антрацит) | 14000 | 82 | 32000 | 26240 |
| т | | | кДж/кг | кДж/кг |
| Дрова сухі, 650 кг/м ³ (менше 30% вологості) | 3846,15 | 82 | 14651 | 12014 |
| т | | | кДж/кг | кДж/кг |

Висновки

1. Натурні спостереження та аналіз даних свідчать про ККД твердопаливних котлів, термін експлуатації яких не перевищує 5 років, на рівні 80-82%. Низький ККД (в порівнянні з природним газом) компенсується комплексно невисокими викидами парникових газів (звісно з урахуванням відновлення деревини новими посадками).
2. Модульні твердопаливні котельні мають ряд значних переваг, серед яких – можливість прив'язки готового сертифікованого виробу до місцевих умов, що відповідно значно спрощує процедури проектування; для діапазону до 200 кВт (і з одиничною потужністю до 100 кВт) – відсутність будь-яких третіх сторін погодження, окрім стандартної процедури, визначеної Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності»; швидкість введення в експлуатацію (з урахуванням поставки готового модульного виробу на об'єкт будівництва); незалежність від зовнішніх економічних та енергетичних чинників (особливо при наявності місцевого джерела палива).
3. За результатами досліджень (в т.ч. цієї магістерської роботи) були сформовані та зареєстровані згідно порядку чинного законодавства України сертифікати відповідності обладнання та паспорт готового виробу, що підтверджує їх апробацію та широку застосовність (додатки 2, 3).

Додатки

Додаток 1. Акт приймання-передачі побудованої котельні в с. Осолінка, Вінницької області

| ЗТВЕРДЖУЮ | ЗТВЕРДЖУЮ | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|---------|------------|------------|------|---|--|---|-------|------------|------------|--|
| Директор Приватне підприємство "Енергія сервіс" | Директор Товариство з обмеженою відповідальністю "ЛІТИН-БІОСФЕРА" | | | | | | | | | | | | |
|  Смілян О.О. |  Юрченко О.С. | | | | | | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | | | | | | |
| АКТ надання послуг № 76 від 20 листопада 2023 р. | | | | | | | | | | | | | |
| Ми, що нижче підписалися, представник Замовника Товариство з обмеженою відповідальністю "ЛІТИН-БІОСФЕРА", з одного боку, і представник Виконавця Приватне підприємство "Енергія сервіс" Смілян О. О., з іншого боку, склали цей акт про те, що на підставі наведених документів: | | | | | | | | | | | | | |
| Договір: №17 від 20.09.2023р. | | | | | | | | | | | | | |
| Виконавцем були виконані наступні роботи (надані такі послуги): | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><thead><tr><th>№</th><th>Найменування робіт, послуг</th><th>Кіл-сть</th><th>Од.</th><th>Ціна</th><th>Сума</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Монтажні та пуско-налагоджувальні роботи: БМК (1,05МВт), ферми, димові труби</td><td>1</td><td>компл</td><td>486 720,00</td><td>486 720,00</td></tr></tbody></table> | № | Найменування робіт, послуг | Кіл-сть | Од. | Ціна | Сума | 1 | Монтажні та пуско-налагоджувальні роботи: БМК (1,05МВт), ферми, димові труби | 1 | компл | 486 720,00 | 486 720,00 | |
| № | Найменування робіт, послуг | Кіл-сть | Од. | Ціна | Сума | | | | | | | | |
| 1 | Монтажні та пуско-налагоджувальні роботи: БМК (1,05МВт), ферми, димові труби | 1 | компл | 486 720,00 | 486 720,00 | | | | | | | | |
| Всього: 486 720,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Загальна вартість робіт (послуг) склала Чотириста вісімдесят шість тисяч сімсот двадцять гривень 00 копійок. | | | | | | | | | | | | | |
| Замовник претензій по об'єму, якості та строкам виконання робіт (надання послуг) не має. | | | | | | | | | | | | | |
| Від Виконавця: | Від Замовника: | | | | | | | | | | | | |
|  Смілян О. О. |  20.11.2023 | | | | | | | | | | | | |
| * Відповідальний за здійснення господарської операції і правильність її оформлення 20.11.2023 Приватне підприємство "Енергія сервіс", код за ЄДРПОУ 23577676, тел.: 0456364124, 0972347777, п/р UA783052990000026000000115879 у банку АТ КБ "ПРИВАТБАНК" М.КИЇВ, УКРАЇНА, 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд.6 | Товариство з обмеженою відповідальністю "ЛІТИН-БІОСФЕРА", код за ЄДРПОУ 36564670, тел.: 0445029956, п/р UA203223130000026000000022461 у банку АТ "УКРЕКСІМБАНК", КИЇВ, УКРАЇНА, 22300, вул. Леніна буд.6, смт. Літин, Літинський р-н, Вінницька обл. | | | | | | | | | | | | |

Додаток 2. Технічні умови типового виробу

ДКПП 25.21.12

УКНД 27.060.30

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ПП «Енергія Сервіс»



Оксана СМІЛЯН

2023р.

КОТЕЛЬНІ МОДУЛЬНІ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНІ

Технічні умови

ТУ У 25.2-23577676-001:2023

(Уведено вперше)



Дата надання чинності: «28» 12 2023 р.

Без обмеження терміну дії



РОЗРОБЛЕНО

Директор

ПП «Енергія Сервіс»

Оксана СМІЛЯН

«18» грудня 2023р.

Додаток 3. Сертифікати відповідності модульної транспортабельної котельні

| | |
|---|--|
|  | |
| ОРГАН З СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВ «ТЕСТМЕТРСТАНДАРТ» Україна, 10003, м. Житомир, майдан Перемоги, 10 | |
| СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ | |
| Зареєстровано в Реєстрі ОС за | № UA.P.000892-23 |
| Термін дії з | 21 грудня 2023 р. до 20 грудня 2024 р. |
| Продукція | Котельні модульні транспортабельні |
| | <u>25.21.12</u> код ДКПП код УКТ ЗЕД |
| Відповідає вимогам | ТУ У 25.2-23577676-001:2023 «КОТЕЛЬНІ МОДУЛЬНІ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНІ. ТЕХНІЧНІ УМОВИ» пп. 1.3.2, 1.3.7 - 1.3.10, 1.3.13, 2.1.2 - 2.1.4, 2.6.3 - 2.6.5, 2.6.8; ДСТУ EN 60204-1:2015 pp. 6, 7, 13, 18 |
| Виробник продукції | Приватне підприємство "ЕНЕРГІЯ СЕРВІС", юридична адреса: 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд. 6, ЄДРПОУ 23577676, адреса виробництва: 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд. 6 |
| Сертифікат видано | Приватне підприємство "ЕНЕРГІЯ СЕРВІС", юридична адреса: 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд. 6, ЄДРПОУ 23577676 |
| Додаткова інформація | Продукція, яка виготовляється серійно з 21.12.2023 р. до 20.12.2024 р., з урахуванням гарантійного терміну зберігання, технічний нагляд один раз на рік. |
| Сертифікат видав органом з сертифікації | ТОВ «ТЕСТМЕТРСТАНДАРТ», 10003, м. Житомир, майдан Перемоги, 10. |
| На підставі | Випробувальна лабораторія ТОВ «ТЕСТМЕТРСТАНДАРТ», 10003, м. Житомир, майдан Перемоги, 10» - протокол № 096.1.ПС.23 від 21.12.2023р. |
| Завантажено в електронний реєстр органу з сертифікації | |
|  | <u>Леонід ЛАБУНЕЦЬ</u> ім'я, прізвище |
| М.П. |  Сідлис |
|  | № 010519 Цілісність сертифіката можна перевірити за тел.: 04121 43-80-20 |

ДЕКЛАРАЦІЯ ПРО ВІДПОВІДНІСТЬ

Котельні модульні транспортабельні, код ДКПП 25.21.12

(модель виробу/виріб (номер виробу, тип або номер партії чи серійний номер))

виробник: Приватне підприємство "ЕНЕРГІЯ СЕРВІС", юридична адреса: 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд. 6, ЄДРПОУ 23577676, адреса виробництва: 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд. 6.

Найменування та місцезнаходження виробника або його уповноваженого представника

Ця декларація про відповідність видана під виключну відповідальність виробника.

Котельні модульні транспортабельні, код ДКПП 25.21.12

Об'єкт декларації (ідентифікація низьковольтного електричного обладнання, яка дає змогу забезпечити його простежуваність; може включати кольорове зображення достатньої чіткості, якщо це необхідно для ідентифікації зазначеного електрообладнання)

Об'єкт декларації, описаний вище, відповідає вимогам :

Технічного регламенту безпеки низьковольтного електричного обладнання та ТУ У 25.2-23577676-001:2023 «КОТЕЛЬНІ МОДУЛЬНІ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНІ. ТЕХНІЧНІ УМОВИ» та ДСТУ EN 60204-1:2015 (Випробувальна лабораторія ТОВ «ТЕСТМЕТРСТАНДАРТ», 10003, м. Житомир, майдан Перемоги, 10) - протокол № 096.1.ПС.23 від 21.12.2023р)

Посилання на відповідні стандарти з переліку національних стандартів, що були застосовані, або посилання на інші технічні специфікації, стосовно яких декларується відповідність

Додаткова інформація: -

Підписано від Приватного підприємства "ЕНЕРГІЯ СЕРВІС", юридична адреса: 09109, Київська обл., м. Біла Церква, вул. Мережна, буд. 6, ЄДРПОУ 23577676
м. Біла Церква – 21 грудня 2023 р.

(місце та дата видачі)

директор Смілян О.О.

(прізвище, ім'я та по батькові.)



21.12.2023 р.

Декларація про відповідність взята на облік в реєстрі Органа сертифікації ТОВ «Тестметрстандарт», 10003, м. Житомир, майдан Перемоги, 10, код ЄДРПОУ 37712014
Ідентифікатор декларації UA.TR.D.0682-23 від 21.12.2023 р., до 20.12.2024 р.

Заступник керівника ОС

М.П. ДІЯ ІНСТРУМЕНТІВ

Ідентифікаційний код 37712014

Україна • м. Житомир

(підпис)

Леонід ЛАБУНЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

0682

ДЕКЛАРАЦІЯ

про відповідність

Технічному регламенту безпеки машин, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 30.01.2013 № 62.

Технічному регламенту низьковольтного електричного обладнання, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1067.

Технічному регламенту з електромагнітної сумісності обладнання, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1077.

(назва Технічного регламенту)

Приватне підприємство «ЕНЕРГІЯ СЕРВІС», юридична адреса: вул. Мережна, буд. 6, м. Біла Церква, Київська обл., 09109, ЄДРПОУ 23577676, що діє за дорученням № б/н від 03.10.2023 р. KORDINAMIK ISI SISNEMLERI SAN. ve TIC. LTD, Vatan OSB mah. 305 cad. No 13/1 ISPARTA/TURKEY, Туреччина

(повне найменування суб'єкта господарювання (виробника або уповноваженого представника, особи, уповноваженої виробником на збирання технічного файлу, яка декларує відповідність продукції) та його місцезнаходження)

Підтверджує, що 3-х ходовий твердопаливний котел з автоматичним завантаженням палива серії KOR 3g/s.; 5-ходовий твердопаливний котел з автоматичним завантаженням палива серії KOR 5g/s.; 3-х ходовий твердопаливний котел з автоматичним завантаженням палива (можливість спалювання дрів) серії KOR 3g/so.; 5-ходовий твердопаливний котел з автоматичним завантаженням палива (можливість спалювання дрів) серії KOR 5g/so. (серійні номери згідно додатку до декларації), код УКТЗЕД 8403

(повна назва машини чи устаткування, тип, партія, серійний номер та будь-яка інша інформація, що надає можливість ідентифікувати машину чи устаткування)

який виготовляється (виготовлений) KORDINAMIK ISI SISNEMLERI SAN. ve TIC. LTD, Vatan OSB mah. 305 cad. No 13/1 ISPARTA/TURKEY, Туреччина

(найменування та місцезнаходження виробника)


відповідає вимогам технічного регламенту згідно ДСТУ EN 60204-1:2019 Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги (EN 60204-1:2018, IDT; IEC 60204-1:2016, MOD); ДСТУ EN ISO 12100:2016 Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT; ISO 12100:2010, IDT); ДСТУ EN 61310-2:2017 Безпечність машин. Позначення, маркування та приведення в дію. Частина 2. Вимоги до маркування (EN 61310-2:2008, IDT; IEC 61310-2:2007, IDT); ДСТУ EN 1037:2018 Безпечність машин. Запобігання несподіваному пуску (EN 1037:1995 + A1:2008, IDT); ДСТУ EN 61000-6-2:2018 Електромагнітна сумісність. Частина 6-2. Загальні стандарти. Несприйнятливості обладнання в промислових середовищах (EN 61000-6-2:2005, AC:2005, IDT; IEC 61000-6-2:2005, IDT); ДСТУ EN ISO 13857:2016 Безпечність машин. Безпечні відстані для запобігання досягнення небезпечних зон верхніми та нижніми кінцівками (EN ISO 13857:2008, IDT; ISO 13857:2008, IDT); ДСТУ EN 61000-6-4:2016 Електромагнітна сумісність. Частина 6-4. Родові стандарти. Емісія завад у виробничих зонах (EN 61000-6-4:2007; EN 61000-6-4:2007/A1:2011, IDT)

(позначення нормативних документів з роками їх затвердження, що застосовані під час оцінювання безпеки машин, та/або інших рішень, прийнятих для забезпечення виконання вимог Технічного регламенту)

Повне найменування і місцезнаходження особи – резидента України, уповноваженої виробником на збирання технічного файлу: Приватне підприємство «ЕНЕРГІЯ СЕРВІС», юридична адреса: вул. Мережна, буд. 6, м. Біла Церква, Київська обл., 09109, ЄДРПОУ 23577676

Декларацію складено під цілковиту відповідальність представника Приватне підприємство «ЕНЕРГІЯ СЕРВІС», юридична адреса: вул. Мережна, буд. 6, м. Біла Церква, Київська обл., 09109, ЄДРПОУ 23577676




(підпис)

Оксана СМІЛЯН
(власне ім'я, прізвище)

18.10.2023 р.
(дата)

ОРИГІНАЛ ДЕКЛАРАЦІЇ

Декларація про відповідність зареєстрована в органі з оцінки відповідності ТОВ "НПП МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ І СИСТЕМИ", вул. Клочківська, 99А, кімн. 509, м. Харків, 61058, код ЄДРПОУ 34953219 (декларація дійсна протягом терміну дії до внесення змін в конструкцію, склад або технологію виробництва).

Реєстраційний № UA.060.D.1184-23 дата реєстрації 18.10.2023 р.
Термін дії обліку декларації до 17.10.2024 р.

Керівник
Органу з оцінки відповідності
МП



Ігор СЕРГЕЙЧУК

Чинність декларації можна перевірити за тел.(057) 744-08-68



Додаток 4. Зведена таблиця експлуатаційних характеристик типоряду модульних транспортабельних котелень (початок)

| Поз н | Назва моделі типоряду | Загальна потужність | Сумарна потужність, Q | Опалювальна площа при варіантивних значеннях теплових потоків будівлі | | | Опалюваний об'єм при | | |
|----------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | | S1, м2 при q=60 Вт/м2 | S2, м2 при q=100 Вт/м2 | S3, м2 при q=140 Вт/м2 | V1, м3 при q= 60 Вт/м2 | V2, м3 при q=100 Вт/м2 | V3, м3 при q=140 Вт/м2 |
| 0,1 а | KOR 3G 80x2 | 2x93 | 186 | 3100 | 1860 | 1329 | 9300 | 5580 | 3986 |
| 0,1 б | KOR 3G 100x2 | 2x116 | 232 | 3867 | 2320 | 1657 | 11600 | 6960 | 4971 |
| 1,1 | KOR 3G 130x2 | 2x151 | 302 | 5033 | 3020 | 2157 | 15100 | 9060 | 6471 |
| 1,2 | KOR 3G 160x2 | 2x186 | 372 | 6200 | 3720 | 2657 | 18600 | 11160 | 7971 |
| 1,3 | KOR 3G 180x2 | 2x209 | 418 | 6967 | 4180 | 2986 | 20900 | 12540 | 8957 |
| 1,4 | KOR 3G 200x2 | 2x233 | 466 | 7767 | 4660 | 3329 | 23300 | 13980 | 9986 |
| 1,5 | KOR 3G 250x2 | 2x291 | 582 | 9700 | 5820 | 4157 | 29100 | 17460 | 12471 |
| 1,6 | KOR 3G 300x2 | 2x349 | 698 | 11633 | 6980 | 4986 | 34900 | 20940 | 14957 |
| 1,7 | KOR 3G 350x2 | 2x407 | 814 | 13567 | 8140 | 5814 | 40700 | 24420 | 17443 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 4)

| | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 0,2 а | KOR 3G 80x2 | 2x99 | 198 | 3300 | 1980 | 1414 | 9900 | 5940 | 4243 |
| 0,2 б | KOR 3G/S 80x2 | 2x116 | 232 | 3867 | 2320 | 1657 | 11600 | 6960 | 4971 |
| 2,1 | KOR 3G/S 130x2 | 2x151 | 302 | 5033 | 3020 | 2157 | 15100 | 9060 | 6471 |
| 2,2 | KOR 3G/S 160x2 | 2x186 | 372 | 6200 | 3720 | 2657 | 18600 | 11160 | 7971 |
| 2,3 | KOR 3G/S 180x2 | 2x209 | 418 | 6967 | 4180 | 2986 | 20900 | 12540 | 8957 |
| 2,4 | KOR 3G/S 200x2 | 2x233 | 466 | 7767 | 4660 | 3329 | 23300 | 13980 | 9986 |
| 2,5 | KOR 3G/S 250x2 | 2x291 | 582 | 9700 | 5820 | 4157 | 29100 | 17460 | 12471 |
| 2,6 | KOR 3G/S 300x2 | 2x349 | 698 | 11633 | 6980 | 4986 | 34900 | 20940 | 14957 |
| 2,7 | KOR 3G/S 350x2 | 2x407 | 814 | 13567 | 8140 | 5814 | 40700 | 24420 | 17443 |
| 3,1 | KOR 3G 400x2 | 2x465 | 930 | 15500 | 9300 | 6643 | 46500 | 27900 | 19929 |
| 3,2 | KOR 3G 450x2 | 2x523 | 1046 | 17433 | 10460 | 7471 | 52300 | 31380 | 22414 |
| 3,3 | KOR 3G 500x2 | 2x582 | 1164 | 19400 | 11640 | 8314 | 58200 | 34920 | 24943 |
| 3,4 | KOR 3G 600x2 | 2x698 | 1396 | 23267 | 13960 | 9971 | 69800 | 41880 | 29914 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 4)

| | | | | | | | | | |
|-----|--------------------|--------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 3,5 | KOR 3G 700x2 | 2x814 | 1628 | 27133 | 16280 | 11629 | 81400 | 48840 | 34886 |
| 3,6 | KOR 3G 800x2 | 2x930 | 1860 | 31000 | 18600 | 13286 | 93000 | 55800 | 39857 |
| 3,7 | KOR 3G 900x2 | 2x1047 | 2094 | 34900 | 20940 | 14957 | 104700 | 62820 | 44871 |
| 3,8 | KOR 3G 1000x2 | 2x1163 | 2326 | 38767 | 23260 | 16614 | 116300 | 69780 | 49843 |
| 4,1 | KOR 3G/S 400x2 | 2x465 | 930 | 15500 | 9300 | 6643 | 46500 | 27900 | 19929 |
| 4,2 | KOR 3G/S 450x2 | 2x523 | 1046 | 17433 | 10460 | 7471 | 52300 | 31380 | 22414 |
| 4,3 | KOR 3G/S 500x2 | 2x582 | 1164 | 19400 | 11640 | 8314 | 58200 | 34920 | 24943 |
| 4,4 | KOR 3G/S 600x2 | 2x698 | 1396 | 23267 | 13960 | 9971 | 69800 | 41880 | 29914 |
| 4,5 | KOR 3G/S 700x2 | 2x814 | 1628 | 27133 | 16280 | 11629 | 81400 | 48840 | 34886 |
| 4,6 | KOR 3G/S 800x2 | 2x930 | 1860 | 31000 | 18600 | 13286 | 93000 | 55800 | 39857 |
| 4,7 | KOR 3G/S 900x2 | 2x1047 | 2094 | 34900 | 20940 | 14957 | 104700 | 62820 | 44871 |
| 4,8 | KOR 3G/S 1000x2 | 2x1163 | 2326 | 38767 | 23260 | 16614 | 116300 | 69780 | 49843 |

Додаток 5. Зведена таблиця теплотехнічних характеристик типоряду модульних транспортабельних котельних (початок)

| Поз н. | Назва | Загальна потужність котельні, кВт | Сумарна потужність, Q, кВт | Розрахунковий Об'єм бака накопичувача, V м ³ | Об'єм води в котлах, V м ³ | Об'єм води в трубах, V м ³ | Розрахунковий Об'єм води в системі, V м ³ | Розрахунковий Об'єм баку запасу води, V м ³ | Витрата системи підживлення, м ³ /год | Фактичний Об'єм води в системі (з баком - накопичувачем) V м ³ | Фактичний Об'єм води в баках, V, м ³ |
|--------|--------------|-----------------------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|---|---|
| 0,1а | KOR 3G 80x2 | 2x93 | 186 | 2 | 0,39 | 0,05 | 2 | 0,3 | 0,3 | 2,7 | 2,3 |
| 0,1б | KOR 3G 100x2 | 2x116 | 232 | 2 | 0,49 | 0,05 | 3 | 0,3 | 0,3 | 2,8 | 2,3 |
| 1,1 | KOR 3G 130x2 | 2x151 | 302 | 3 | 0,64 | 0,05 | 4 | 0,3 | 0,5 | 4,0 | 3,3 |
| 1,2 | KOR 3G 160x2 | 2x186 | 372 | 4 | 0,82 | 0,05 | 5 | 0,3 | 0,6 | 5,2 | 4,3 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------|-------|-----|---|------|------|---|-----|-----|-----|------|
| 1,3 | KO R 3G 180 x2 | 2x209 | 418 | 4 | 0,98 | 0,05 | 5 | 0,3 | 0,7 | 5,5 | 4,5 |
| 1,4 | KO R 3G 200 x2 | 2x233 | 466 | 5 | 1,1 | 0,05 | 6 | 0,3 | 0,8 | 6,2 | 5,05 |
| 1,5 | KO R 3G 250 x2 | 2x291 | 582 | 6 | 1,3 | 0,12 | 7 | 0,4 | 1,0 | 7,7 | 6,3 |
| 1,6 | KO R 3G 300 x2 | 2x349 | 698 | 7 | 1,76 | 0,12 | 9 | 0,4 | 1,2 | 9,4 | 7,5 |
| 1,7 | KO R 3G 350 x2 | 2x407 | 814 | 8 | 0,93 | 0,12 | 9 | 0,5 | 1,2 | 9,8 | 8,7 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------------------------|-------|-----|---|------|------|---|-----|-----|-----|-----|
| 0,1a | KO R 3G/ S 80x 2 | 2x93 | 186 | 2 | 0,39 | 0,05 | 2 | 0,3 | 0,3 | 2,7 | 2,3 |
| 0,1 б | KO R 3G/ S 100 x2 | 2x116 | 232 | 2 | 0,49 | 0,05 | 3 | 0,3 | 0,3 | 2,8 | 2,3 |
| 2,1 | KO R 3G/ S 130 x2 | 2x151 | 302 | 3 | 0,64 | 0,09 | 4 | 0,3 | 0,5 | 4,0 | 3,3 |
| 2,2 | KO R 3G/ S 160 x2 | 2x186 | 372 | 4 | 0,82 | 0,09 | 5 | 0,3 | 0,7 | 5,2 | 4,3 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|-------|-----|---|------|------|---|-----|-----|-----|------|
| 2,3 | KO R 3G/ S 180 x2 | 2x209 | 418 | 4 | 0,98 | 0,09 | 5 | 0,3 | 0,7 | 5,6 | 4,5 |
| 2,4 | KO R 3G/ S 200 x2 | 2x233 | 466 | 5 | 0,55 | 0,09 | 5 | 0,3 | 0,7 | 5,7 | 5,05 |
| 2,5 | KO R 3G/ S 250 x2 | 2x291 | 582 | 6 | 1,3 | 0,14 | 7 | 0,3 | 1,0 | 7,7 | 6,3 |
| 2,6 | KO R 3G/ S 300 x2 | 2x349 | 698 | 7 | 1,76 | 0,14 | 9 | 0,4 | 1,2 | 9,4 | 7,5 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|-------|------|----|------|------|----|-----|-----|------|------|
| 2,7 | KO R 3G/ S 350 x2 | 2x407 | 814 | 8 | 1,86 | 0,14 | 10 | 0,5 | 1,3 | 10,7 | 8,7 |
| 3,1 | KO R 3G 400 x2 | 2x465 | 930 | 9 | 2,5 | 0,14 | 12 | 0,6 | 1,6 | 12,7 | 10,1 |
| 3,2 | KO R 3G 450 x2 | 2x523 | 1046 | 10 | 2,7 | 0,14 | 13 | 0,7 | 1,8 | 14,0 | 11,2 |
| 3,3 | KO R 3G 500 x2 | 2x582 | 1164 | 12 | 3,06 | 0,14 | 15 | 0,7 | 2,0 | 16,0 | 12,8 |
| 3,4 | KO R 3G 600 x2 | 2x698 | 1396 | 14 | 3,26 | 0,18 | 17 | 0,9 | 2,3 | 18,4 | 15 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--------|------|----|------|------|----|-----|-----|------|-------|
| 3,5 | KO R 3G 700 x2 | 2x814 | 1628 | 16 | 3,44 | 0,18 | 20 | 1,0 | 2,6 | 20,9 | 17,3 |
| 3,6 | KO R 3G 800 x2 | 2x930 | 1860 | 19 | 3,6 | 0,18 | 22 | 1,1 | 3,0 | 23,7 | 19,95 |
| 3,7 | KO R 3G 900 x2 | 2x1047 | 2094 | 21 | 2,01 | 0,34 | 23 | 1,2 | 3,1 | 24,6 | 22,2 |
| 3,8 | KO R 3G 100 0x2 | 2x1163 | 2326 | 23 | 4,3 | 0,34 | 28 | 1,4 | 3,7 | 29,5 | 24,9 |
| 4,1 | KO R 3G/ S 400 x2 | 2x465 | 930 | 9 | 2,5 | 0,16 | 12 | 0,6 | 1,6 | 12,8 | 10,1 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|-------|------|----|------|------|----|-----|-----|------|------|
| 4,2 | KO R 3G/ S 450 x2 | 2x523 | 1046 | 10 | 2,7 | 0,16 | 13 | 0,7 | 1,8 | 14,1 | 11,2 |
| 4,3 | KO R 3G/ S 500 x2 | 2x582 | 1164 | 12 | 3,06 | 0,16 | 15 | 0,7 | 2,0 | 16,0 | 12,8 |
| 4,4 | KO R 3G/ S 600 x2 | 2x698 | 1396 | 14 | 3,26 | 0,23 | 17 | 0,9 | 2,3 | 18,5 | 15 |
| 4,5 | KO R 3G/ S 700 x2 | 2x814 | 1628 | 16 | 3,44 | 0,23 | 20 | 1,0 | 2,6 | 21,0 | 17,3 |

Продовження зведеної таблиці (додаток 5)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|--------|------|----|------|------|----|-----|-----|------|-------|
| 4,6 | KO R 3G/ S 800 x2 | 2x930 | 1860 | 19 | 3,6 | 0,23 | 22 | 1,1 | 3,0 | 23,8 | 19,95 |
| 4,7 | KO R 3G/ S 900 x2 | 2x1047 | 2094 | 21 | 4,02 | 0,43 | 25 | 1,3 | 3,3 | 26,8 | 22,3 |
| 4,8 | KO R 3G/ S 100 0x2 | 2x1163 | 2326 | 23 | 4,3 | 0,43 | 28 | 1,4 | 3,7 | 29,6 | 24,9 |

Додаток 6. Підбір основного обладнання типоряду модульних твердопаливних котельних (продовження додатку 5,
початок)

| Бак-накопичувач, буферний | | | | Бак запасу для ХВП | | | | Розширювальний бак | | |
|------------------------------|-----------------------|----------------|--|-----------------------------|---------------------------------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------|--------------|
| Об'єм бака накопичувача, V л | Баки ТермоАльянс | Діаметри, мм | Фактичний Об'єм бака накопичувача, V л | Об'єм баку запасу води, V л | Фактичний Об'єм бака запасу води, V л | | Діаметри, мм | Розр. розширювальний бак, л | БАК розширювальний факт,л | Діаметри, мм |
| 1860 | 1 по 2000 | 1120+620 | 2000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 274 | 300 | 750 |
| 2000 | 1 по 2000 | 1120+620 | 2000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 284 | 300 | 750 |
| 3020 | 2 по 1500 | 1120+1120 | 3000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 399 | 400 | 750 |
| 3720 | 2 по 2000 | 1320+1320 | 4000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 517 | 500 | 750 |
| 4180 | 2 по 2000 + 1 по 200 | 1320+1320+620 | 4200 | 300 | 300 | 300 | 600 | 553 | 500 | 750 |
| 4660 | 2 по 2000 + 1 по 750 | 1320+1320+870 | 4750 | 291 | 300 | 300 | 600 | 620 | 600 | 750 |
| 5820 | 3 по 2000 | 1120+1120+1120 | 6000 | 362 | 300 | 300 | 600 | 772 | 500 | 750 |
| 6980 | 3 по 2000 + 1 по 1000 | 3 по 1320+970 | 7000 | 443 | 500 | 500 | 660 | 938 | 850 | 750 |

Продовження таблиці підбору основного обладнання (додаток б)

| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------|-----------------|-------|-----|------|---------|---------|------|------|---------|
| 8140 | 4 по 2000 + 1 по 200 | 4 по 1320+620 | 8200 | 460 | 500 | 500 | 660 | 975 | 1000 | 750 |
| 1860 | 1 по 2000 | 1120+620 | 2000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 274 | 300 | 750 |
| 2000 | 1 по 2000 | 1120+620 | 2000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 284 | 300 | 750 |
| 3020 | 2 по 1500 | 1120+1120 | 3000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 403 | 400 | 750 |
| 3720 | 2 по 2000 | 1320+1320 | 4000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 521 | 500 | 750 |
| 4180 | 2 по 2000 + 1 по 200 | 1320+1320+620 | 4200 | 300 | 300 | 300 | 600 | 557 | 500 | 750 |
| 4660 | 2 по 2000 + 1 по 750 | 1320+1320+870 | 4750 | 265 | 300 | 300 | 600 | 569 | 600 | 750 |
| 5820 | 3 по 2000 | 1120+1120+1200 | 6000 | 300 | 300 | 300 | 600 | 774 | 500 | 750 |
| 6980 | 3 по 2000 + 1 по 1000 | 3 по 1320+970 | 7000 | 444 | 500 | 500 | 660 | 940 | 850 | 750 |
| 8140 | 4 по 2000 + 1 по 200 | 4 по 1320+620 | 8200 | 507 | 500 | 500 | 660 | 1070 | 1000 | 750 |
| 9300 | 4 по 2000 + 1 по 1500 | 4 по 1320+1120 | 9500 | 597 | 600 | 600 | 660 | 1274 | 1200 | 750+750 |
| 10460 | 5 по 2000 + 1 по 500 | 5 по 1320 + 770 | 10500 | 665 | 700 | 700 | 680 | 1404 | 1300 | 750+750 |
| 11640 | 6 по 2000 | 6 по 1320 | 12000 | 742 | 800 | 500+300 | 660+660 | 1600 | 1500 | 750+750 |
| 13960 | 7 по 2000 | 7 по 1320 | 14000 | 870 | 1000 | 1000 | 790 | 1844 | 1700 | 750+750 |

Продовження таблиці підбору основного обладнання (додаток б)

| | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------|----------------------|-------|------|------|-------------|-------------|------|------|-----------------|
| 16280 | 8 по 2000 + 1 по 300 | 8 по 1320+ 720 | 16300 | 995 | 1000 | 1000 | 790 | 2092 | 2000 | 750+750 |
| 18600 | 9 по 2000 + 1 по 750 | 9 по 1320 + 870 | 18750 | 1119 | 1200 | 600+ 600 | 660+ 660 | 2373 | 2200 | 750+750 +750 |
| 20940 | 10 по 2000 + 1 по 1000 | 10 по 1320 + 970 | 21000 | 1165 | 1200 | 600+ 600 | 660+ 660 | 2455 | 2500 | 3 по 750 |
| 23260 | 11 по 2000 + 1 по 1500 | 11 по 1320 + 1120 | 23500 | 1395 | 1400 | 700+ 700 | 680+ 680 | 2954 | 2700 | 3 по 750 |
| 9300 | 4 по 2000 + 1 по 1500 | 4 по 1320+1120 | 9500 | 598 | 600 | 600 | 660 | 1276 | 1200 | 2 по 750 |
| 10460 | 5 по 2000 + 1 по 500 | 5 по 1320 + 770 | 10500 | 666 | 700 | 700 | 680 | 1406 | 1300 | 2 по 750 |
| 11640 | 6 по 2000 | 6 по 1320 | 12000 | 743 | 800 | 500+ 300 | 660+ 600 | 1602 | 1500 | 2 по 750 |
| 13960 | 7 по 2000 | 7 по 1320 | 14000 | 873 | 1000 | 1000 | 790 | 1849 | 1700 | 2 по 750 |
| 16280 | 8 по 2000 + 1 по 300 | 8 по 1320+ 720 | 16300 | 998 | 1000 | 1000 | 790 | 2097 | 2000 | 2 по 750 |
| 18600 | 9 по 2000 + 1 по 750 | 9 по 1320 + 870 | 18750 | 1122 | 1200 | 600+ 600 | 660+ 660 | 2378 | 2200 | 3 по 750 |
| 20940 | 10 по 2000 + 1 по 1000 | 10 по 1320 + 970 | 21000 | 1270 | 1300 | 600+ 700 | 660+ 680 | 2675 | 2500 | 3 по 750 |
| 23260 | 11 по 2000 + 1 по 1500 | 11 по 1320 + 1120 | 23500 | 1400 | 1400 | 700+ 700 | 680+ 680 | 2963 | 3000 | 3 по 750 |

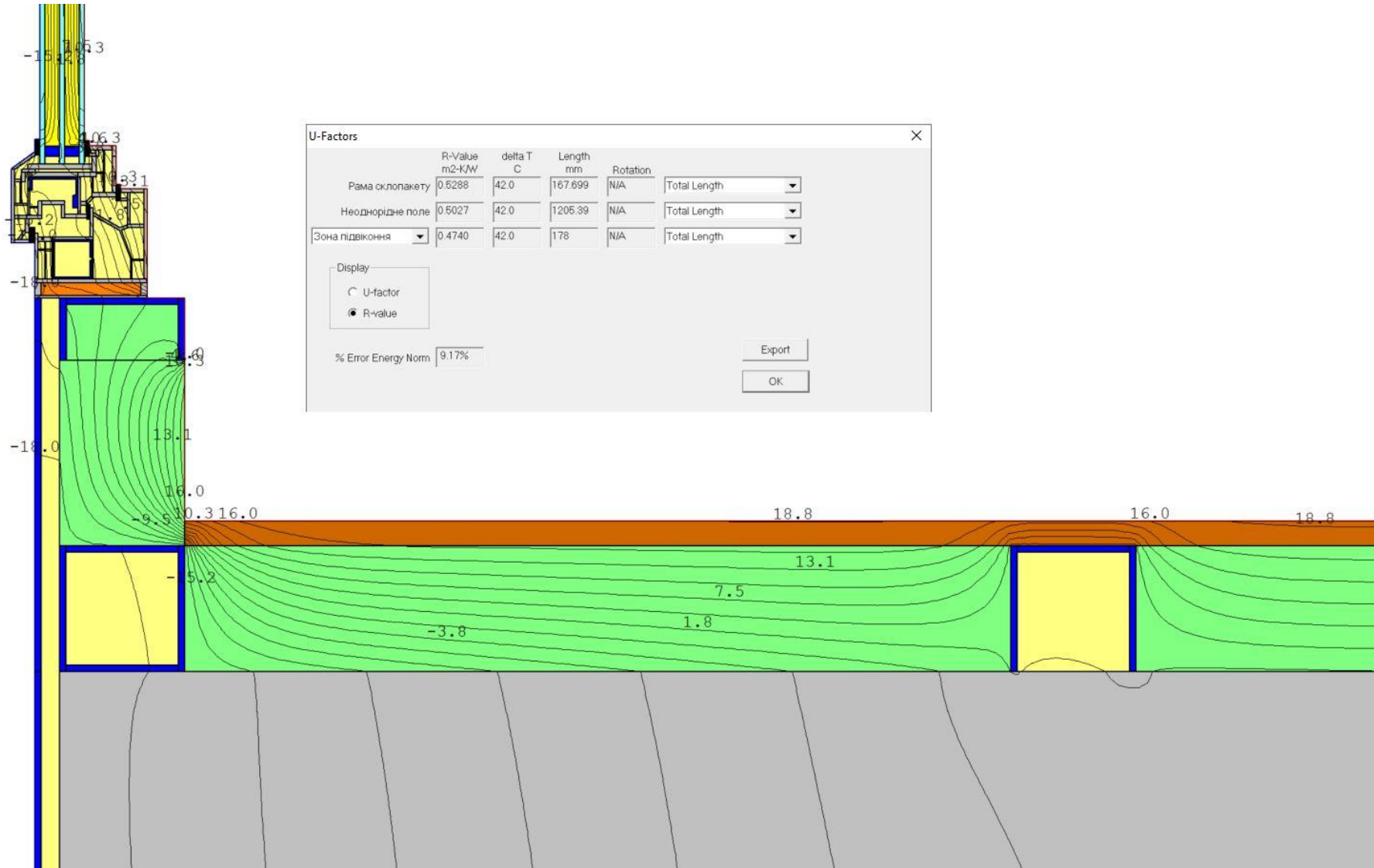
Додаток 7. Масогабартині характеристики типоряду модульних твердопаливних котельних (початок)

| Позн. | Назва | Загальна потужність котельні, кВт | Габаритний розмір модулю, ВхШхД | Кількість модулів, шт | Загальний габаритний розмір котельні (базова комплектація), ВхШхД | Маса бруто, т |
|-------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|---------------|
| 0,1a | KOR 3G 80x2 | 2x93 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 7,8 |
| 0,1б | KOR 3G 100x2 | 2x116 | 2800x2300x6201 | 2 | 2800x6600x6201 | 8,3 |
| 1,1 | KOR 3G 130x2 | 2x151 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 9,5 |
| 1,2 | KOR 3G 160x2 | 2x186 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 10,1 |
| 1,3 | KOR 3G 180x2 | 2x209 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 10,6 |
| 1,4 | KOR 3G 200x2 | 2x233 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 11,1 |
| 1,5 | KOR 3G 250x2 | 2x291 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 11,6 |
| 1,6 | KOR 3G 300x2 | 2x349 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 13,9 |
| 1,7 | KOR 3G 350x2 | 2x407 | 2800x2300x6200 | 2 | 2800x6600x6200 | 14,7 |
| 2,1 | KOR 3G/S 130x2 | 2x151 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 10,7 |
| 2,2 | KOR 3G/S 160x2 | 2x186 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 11,3 |
| 2,3 | KOR 3G/S 180x2 | 2x209 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 11,8 |
| 2,4 | KOR 3G/S 200x2 | 2x233 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 12,4 |
| 2,5 | KOR 3G/S 250x2 | 2x291 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 12,8 |
| 2,6 | KOR 3G/S 300x2 | 2x349 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 15,1 |
| 2,7 | KOR 3G/S 350x2 | 2x407 | 2800x2300x9200 | 2 | 2800x6600x9200 | 15,9 |
| 3,1 | KOR 3G 400x2 | 2x465 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 22,0 |
| 3,2 | KOR 3G 450x2 | 2x523 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 22,7 |
| 3,3 | KOR 3G 500x2 | 2x582 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 23,6 |
| 3,4 | KOR 3G 600x2 | 2x698 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 24,9 |

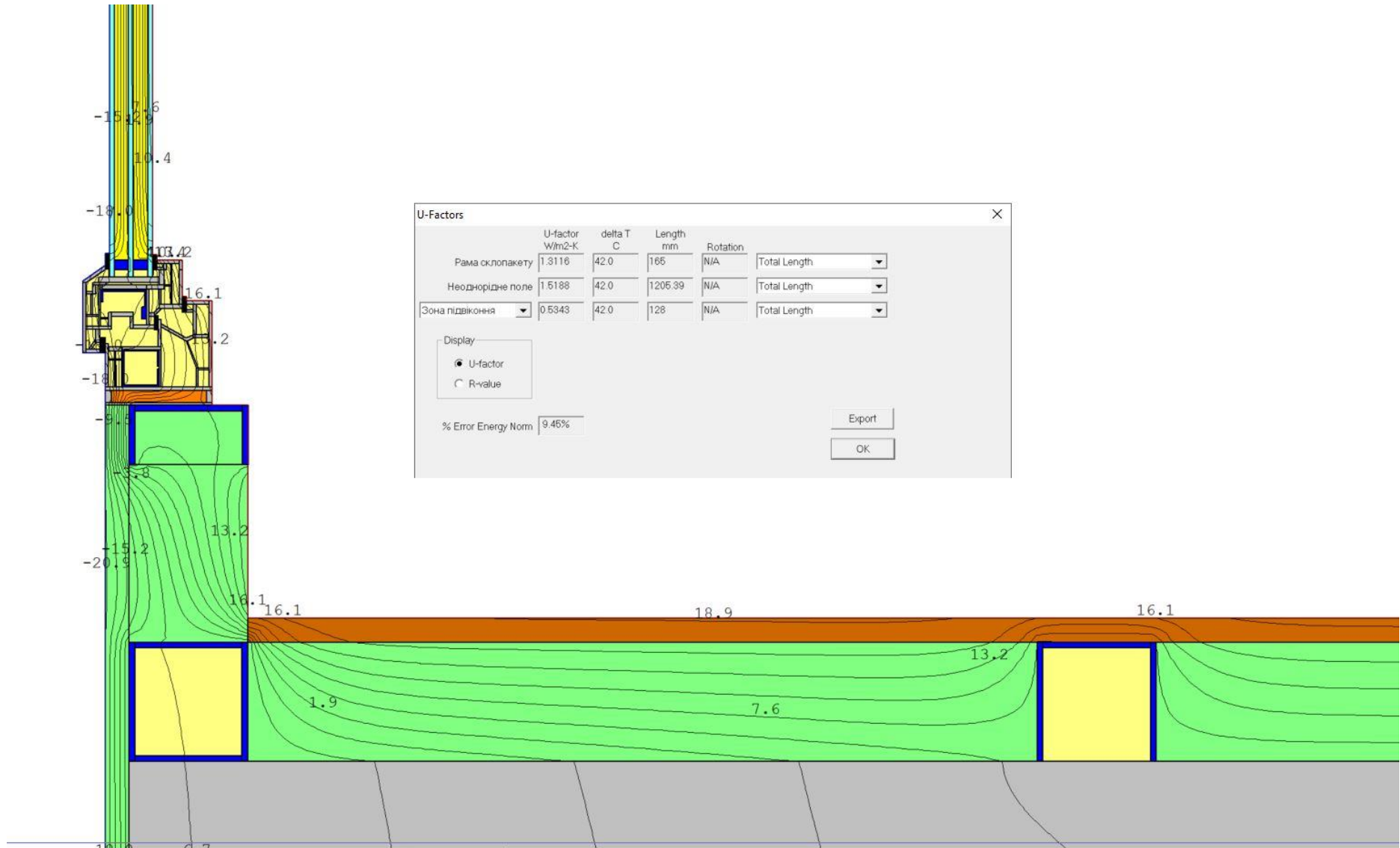
Продовження таблиці масогабартичних характеристик (додаток 7)

| | | | | | | |
|-----|-----------------|--------|----------------|---|-----------------|------|
| 3,5 | KOR 3G 700x2 | 2x814 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 25,8 |
| 3,6 | KOR 3G 800x2 | 2x930 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 27,1 |
| 3,7 | KOR 3G 900x2 | 2x1047 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 28,8 |
| 3,8 | KOR 3G 1000x2 | 2x1163 | 3100x2300x6200 | 5 | 3100x11500x6200 | 30,2 |
| 4,1 | KOR 3G/S 400x2 | 2x465 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 24,9 |
| 4,2 | KOR 3G/S 450x2 | 2x523 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 25,6 |
| 4,3 | KOR 3G/S 500x2 | 2x582 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 26,9 |
| 4,4 | KOR 3G/S 600x2 | 2x698 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 28,1 |
| 4,5 | KOR 3G/S 700x2 | 2x814 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 29,1 |
| 4,6 | KOR 3G/S 800x2 | 2x930 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 30,4 |
| 4,7 | KOR 3G/S 900x2 | 2x1047 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 32,1 |
| 4,8 | KOR 3G/S 1000x2 | 2x1163 | 3100x2300x6200 | 7 | 3100x16100x6200 | 33,8 |

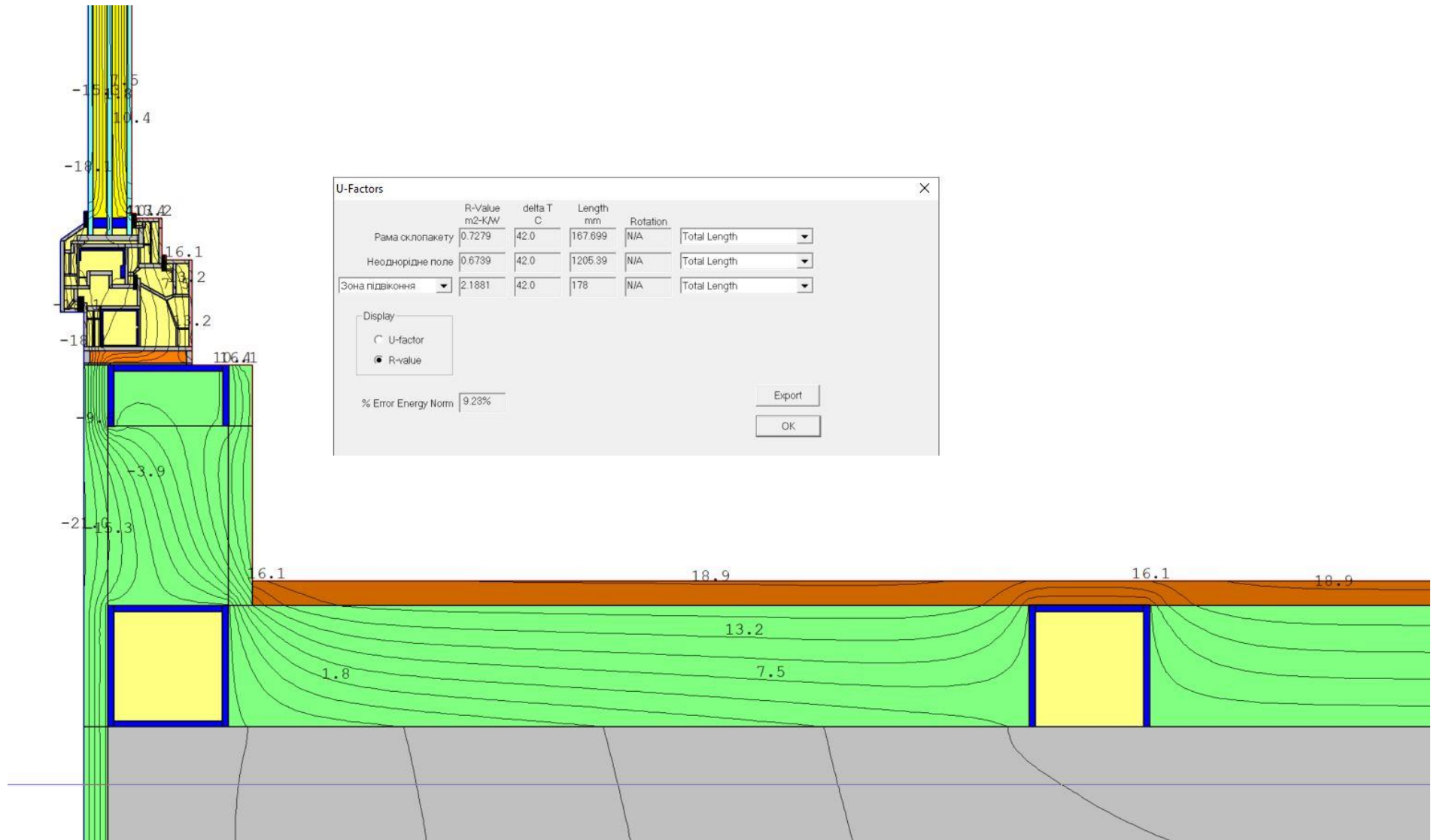
Додаток 8. Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундаментаї плити в базовому виконанні (розповсюджене рішення)



Додаток 9. Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундаментаї плити в виконанні «з утепленням цоколю»



Додаток 10. Результуюча модельна термограма виконання вузла примикання каркасу котельні до фундаментної плити в виконанні «з утепленням цоколю» та зони підвіконня



Список використаних джерел

1. Пулька, Ч. В., & Дзядикевич, Ю. (2021). Енергозбереження–основний тренд енергетичної політики підприємств: зарубіжний досвід. Галицький економічний вісник, 68(1), 16-25.
2. Приймак, О. В., Пасічник, П. О., Білан, Р. В., & Нагорний, С. О. (2016). Визначення частки теплового навантаження, що заміщується енергією сонця та вітру для системи тепlopостачання з комбінованим сонячно-електричним повітропідігрівачем. Енергоефективність в будівництві та архітектурі, (8), 292-296.
3. Смілян, М., & Кулінко, Є. (2024). ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ. Collection of scientific papers «SCIENTIA», (March 8, 2024; Zagreb, Croatia), 113-116.
4. Malkin, E., & Pogosov, O. (2015). Оцінка вторинних енергоресурсів та напрямки підвищення енергоефективності при реконструкції систем паропостачання промислових підприємств. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, (18), 106-112.
5. Kravets, T., Semerak, M., Galyanchuk, I., & Yurasova, O. (2022). Efficiency of preparation for solid fuel burning. Mining Science, 29.
6. Гламаздін, П. М., Вітковський, В. С., Рогожин, Д. В., Карпюк, М. А., & Габа, К. О. (2022). Підвищення ефективності систем централізованого тепло-постачання за рахунок оптимізації служби підготовки води. Досвід КП «Житомиртеплоенерго». Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 43, 50-64.
7. Li, Q., Jiang, J., Qi, J., Deng, J., Yang, D., Wu, J., ... & Hao, J. (2016). Improving the energy efficiency of stoves to reduce pollutant emissions from household solid fuel combustion in China. Environmental Science & Technology Letters, 3(10), 369-374.

8. Toftegaard, M. B., Brix, J., Jensen, P. A., Glarborg, P., & Jensen, A. D. (2010). Oxy-fuel combustion of solid fuels. *Progress in energy and combustion science*, 36(5), 581-625.
9. Пасічник П., Погосов О., Кулінко Є. (2024). Можливості децентралізації систем теплопостачання в газифікованих багатоквартирних будинках радянської забудови в м. Києві. *Scientific Collection «InterConf+»*, (42(189), 592–600.
Режим доступу:
<https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.02.2024.061>.
10. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 16.07.2018 за № 822/32274
11. Козячина, Б., Смілян, М., & Погосов, О. (2024). Перспективи застосування модульних твердопаливних котельних при диверсифікації джерел теплової енергії адміністративних будівель. *Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ»*, (March 1, 2024; Paris, France), 200-206.
12. F. Calise, F. L. Cappiello, L. Cimmino та M. Vicidomini, «Dynamic analysis of the heat theft issue for residential buildings,» *Energy and Buildings*, № 282, p. 112790, 2023.
13. M. F. Alkadri, M. R. C. Agung та F. De Luca, «An integrated computational method for calculating dynamic thermal bridges of building facades in tropical countries,» *Frontiers of Architectural Research*, 2023.
14. Evin, D., & Ucar, A. (2019). Energy impact and eco-efficiency of the envelope insulation in residential buildings in Turkey. *Applied Thermal Engineering*, 154, 573-584.

15. Civic, A., & Vucijak, B. (2014). Multi-criteria optimization of insulation options for warmth of buildings to increase energy efficiency. *Procedia Engineering*, 69, 911-920.
16. Qu, J., Song, J., Qin, J., Song, Z., Zhang, W., Shi, Y., ... & Xue, X. (2014). Transparent thermal insulation coatings for energy efficient glass windows and curtain walls. *Energy and Buildings*, 77, 1-10.
17. Çomaklı, K., & Yüksel, B. (2003). Optimum insulation thickness of external walls for energy saving. *Applied thermal engineering*, 23(4), 473-479.
18. Hadden, R. M., Scott, S., Lautenberger, C., & Fernandez-Pello, A. C. (2011). Ignition of combustible fuel beds by hot particles: an experimental and theoretical study. *Fire technology*, 47, 341-355.
19. Rein, G. (2013). Smouldering fires and natural fuels. *Fire phenomena and the Earth system: an interdisciplinary guide to fire science*, 15-33.
20. Гембара, О. В., & Чепіль, О. Я. (2018). Розрахунок ресурсу теплоенергетичного обладнання за тривалого статичного навантаження, високої температури та дії водню. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*, (54, № 1), 105-111.
21. Чеснік, Н. М. (2024). Проєктування системи теплопостачання з облаштуванням модульної котельні малої потужності для студентського гуртожитку Вінницького коледжу (Master's thesis, КПІ ім. Ігоря Сікорського).
22. Поздеев, С., Куліца, О., Трошкін, С., Панченко, П., & Сагдієв, М. (2023). ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНОЇ СИТУАЦІЇ В МОБІЛЬНІЙ КОТЕЛЬНОЇ. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація, 7(1), 107-118.
23. Росковшенко, Ю. К., & Сенчук, М. П. (2010). Ефективність використання твердого налива в модернізованих системах теплопостачання.

- 24.Зубрічев, М. Н. (2021). Реконструкція котельні мікрорайону з використанням альтернативного палива в житомирській області.
- 25.Мороз, П. М. (2011). Сучасні транспортабельні модульні котельні установки та модулі нагріву конденсаційного типу в системах теплопостачання. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, (15), 21-26.
- 26.Мотко, М. П., & Лисенко, Л. І. (2017). Аналіз доцільності децентралізації теплопостачання багатоквартирних житлових будинків (Doctoral dissertation, Національний технічний університет" Харківський політехнічний інститут").
- 27.Стеценко, О. М. (2023). Модульна водогрійна котельня для відновлення зруйнованих систем теплопостачання (Master's thesis, КПІ ім. Ігоря Сікорського.).

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 BEETERM



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

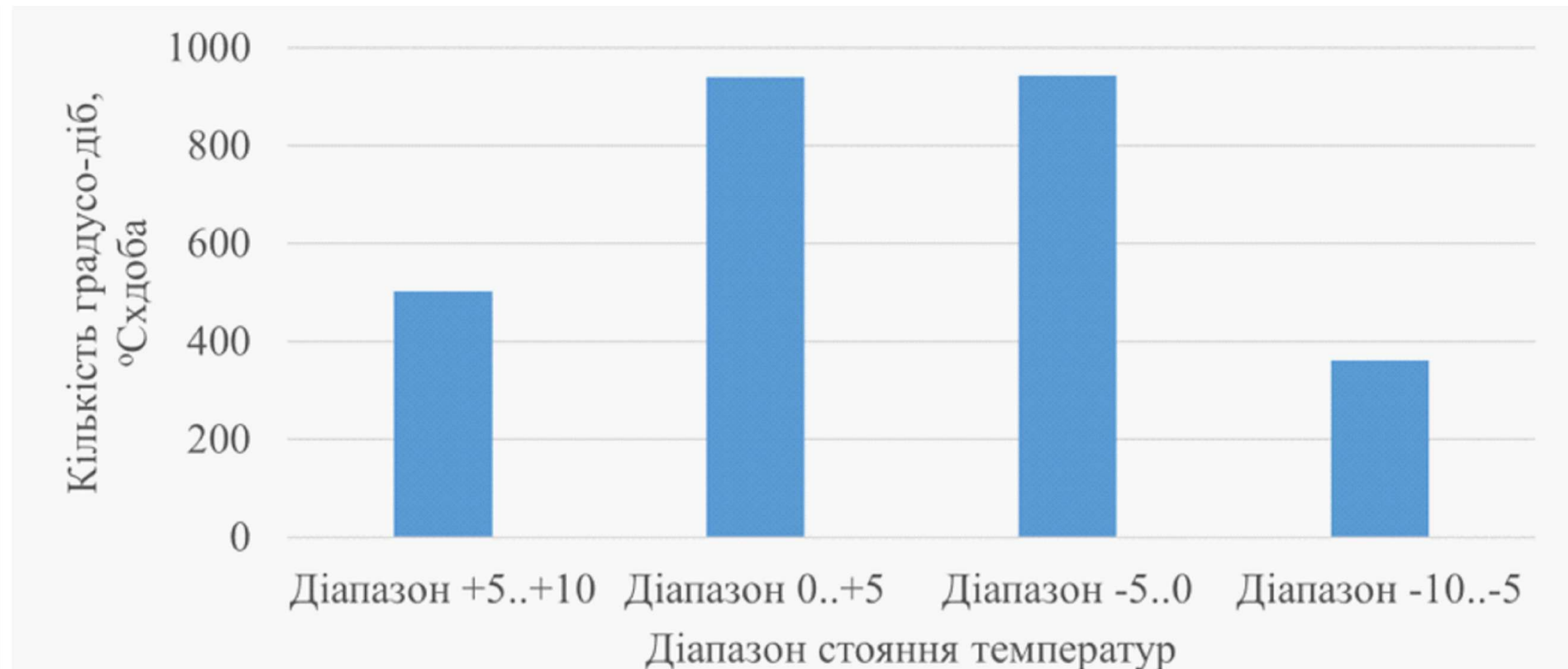
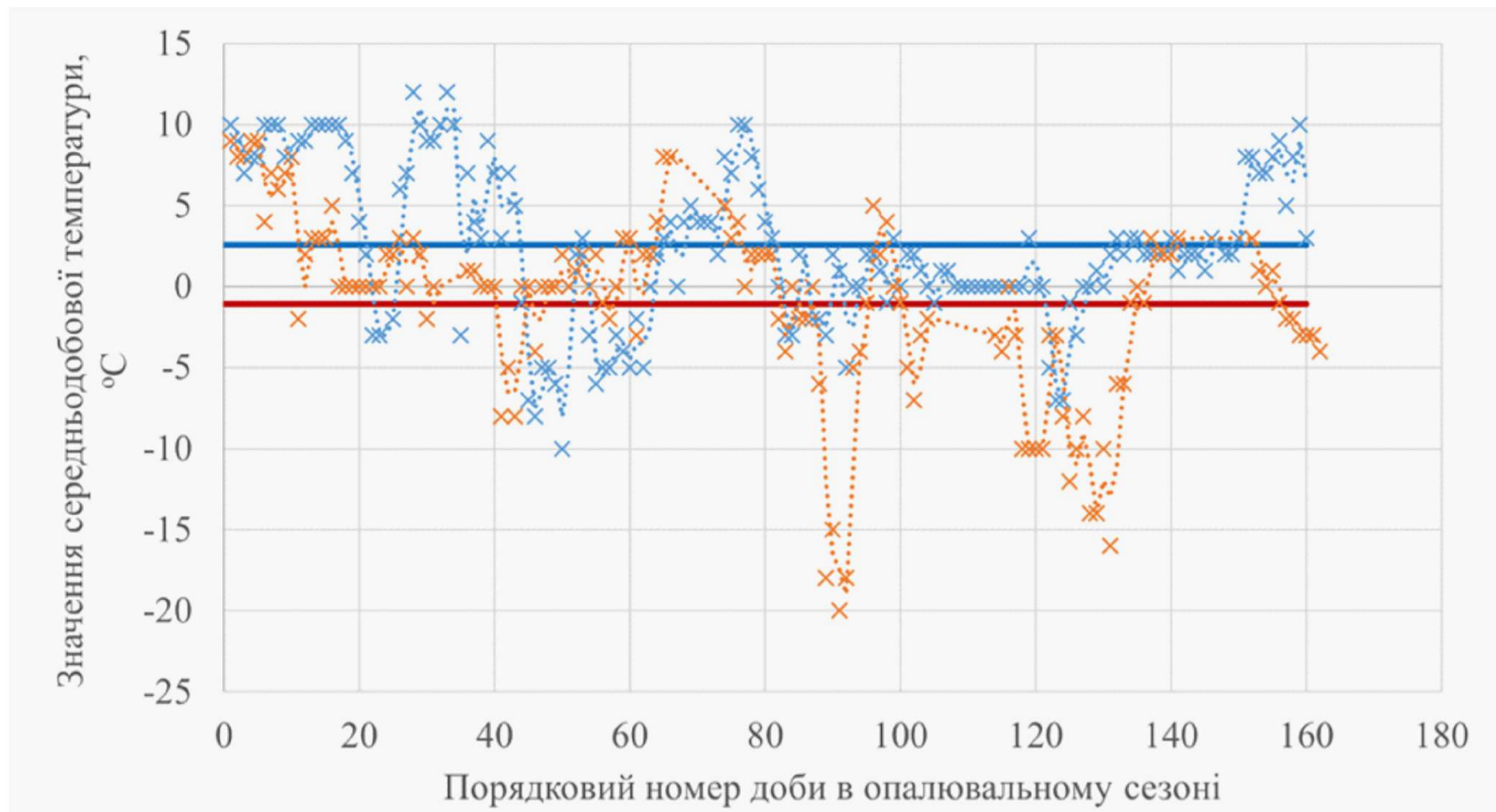


Наявність сертифікатів та декларацій відповідності

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

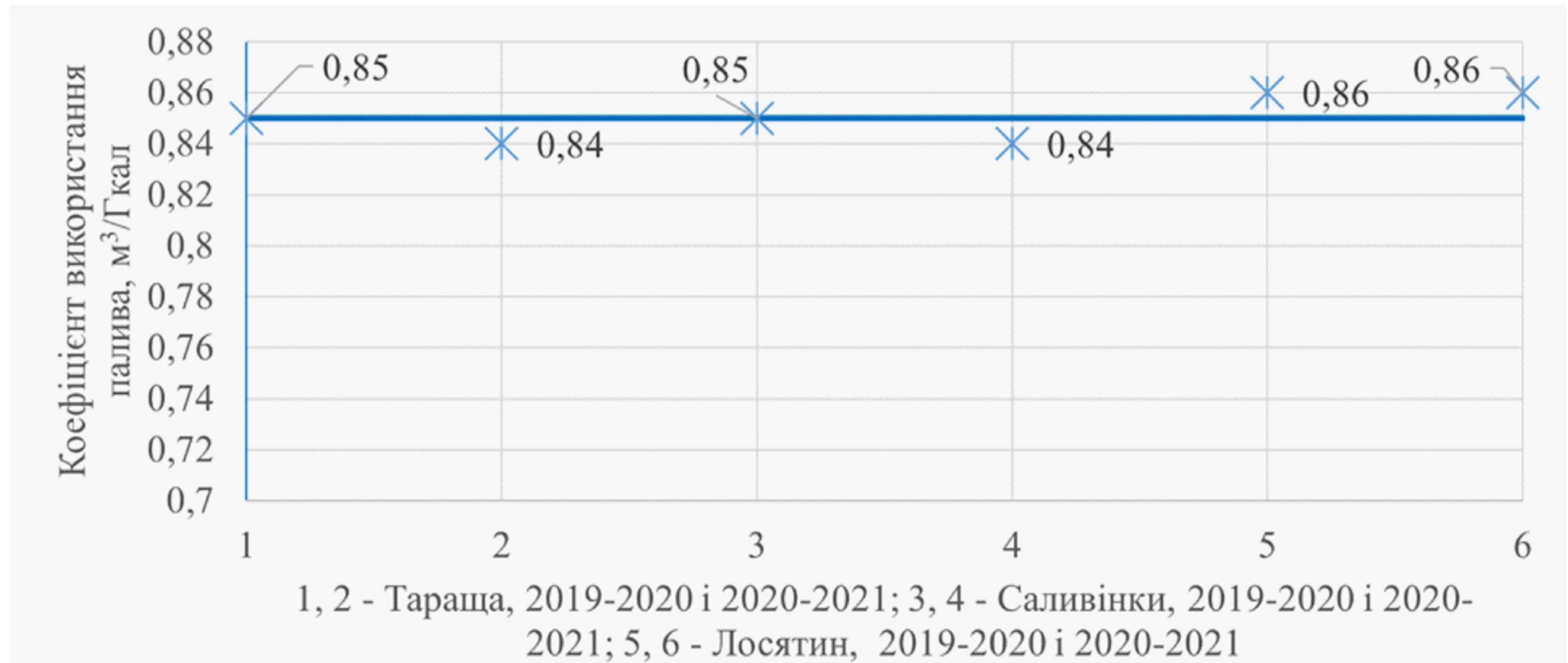
| | | | | | | |
|---|--------------|-----|----------------------|-------------------|----------------------------|---|
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
| Потужність кВт | Робочий тиск | ККД | Температурний графік | Присудовані блоки | Встановлення/ запуск (год) | Завантаження палива |
| 186, 232,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

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|--|--|--------|------|------|
| | | | | | | | без шифру | | | |
| | | | | | | | ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ | | | |
| Змін. | Київ | Арх. | Н.о. | Піс. | Д.о. | | Магістерська робота | Сподія | Арх. | Арх. |
| 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

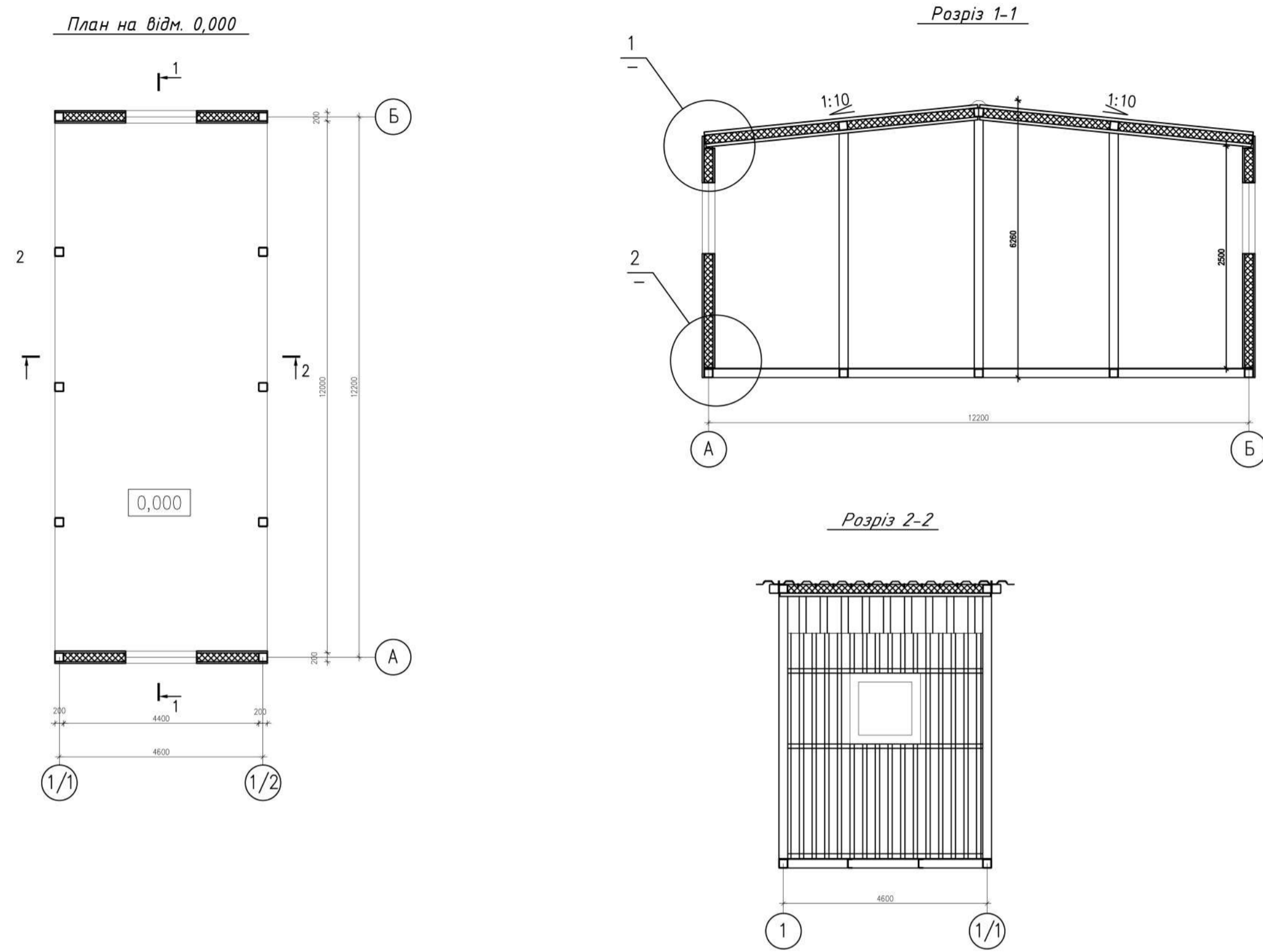
Фактична кількість градусо-днів для проміжків стояння температур в опалювальному сезоні 2019-2020 років для населеного пункту Тараща



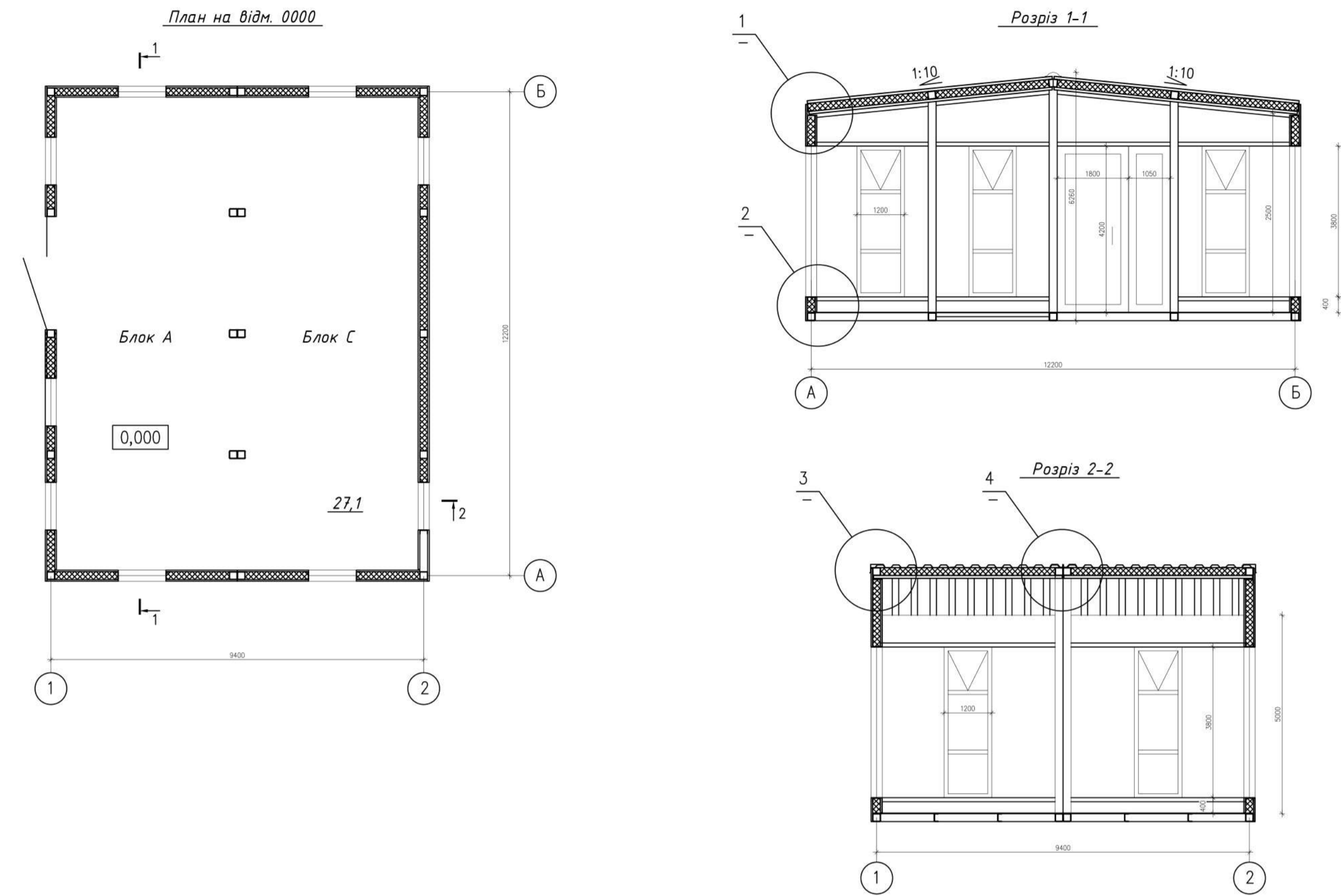
Фактичний коефіцієнт використання палива модульними твердопаливними котельними

| | | | | | |
|--|-----------|-------|-------|----------------|-------|
| 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 | | | | Стопція | Аркуш |
| | | | | МР | 2 |
| Питомі енергетичні показники модульних твердопаливних котельних на основні натурних спостережень | | | | Михайло СМІЛЯН | |

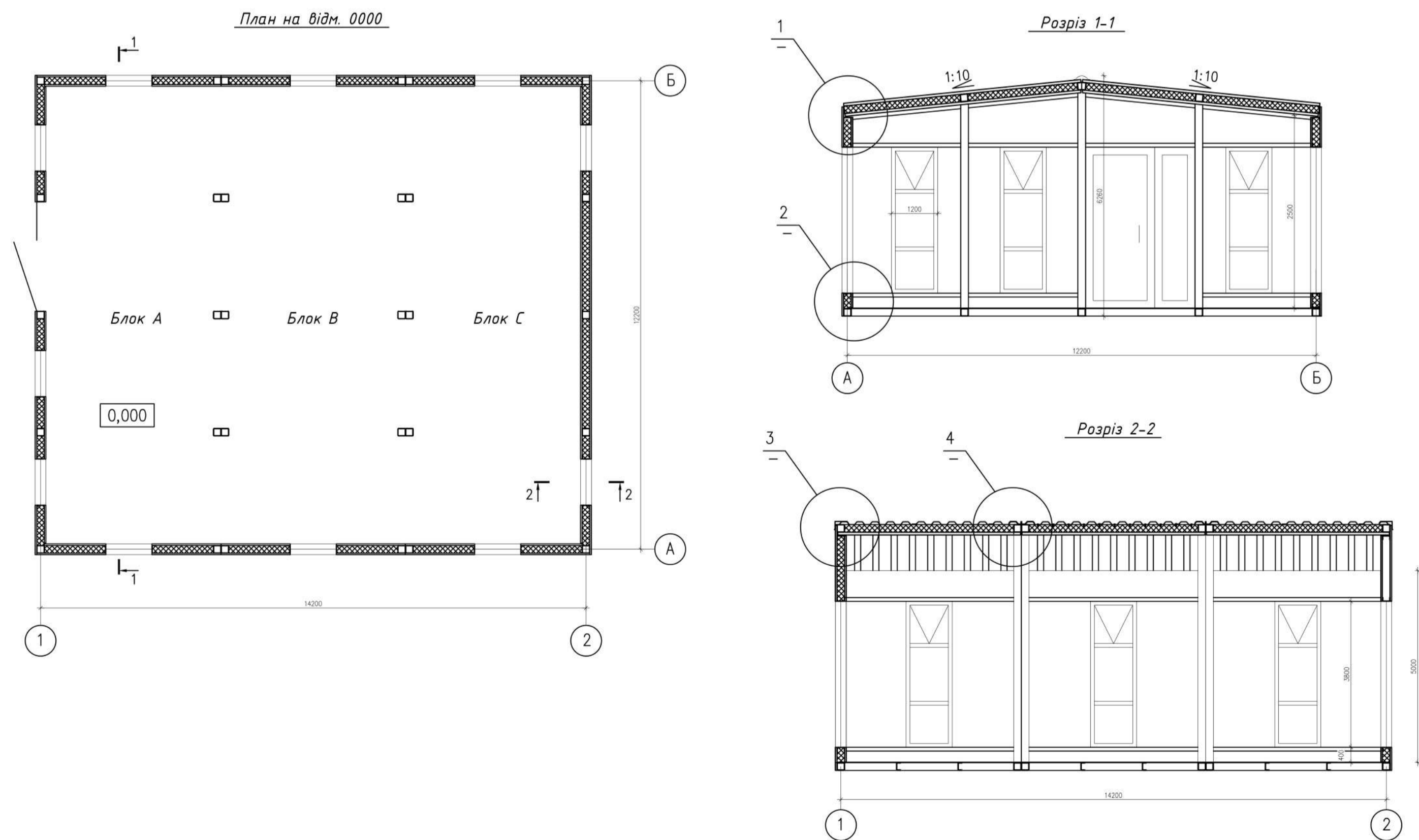
Архітектурно-будівельні рішення одного модулю котельні



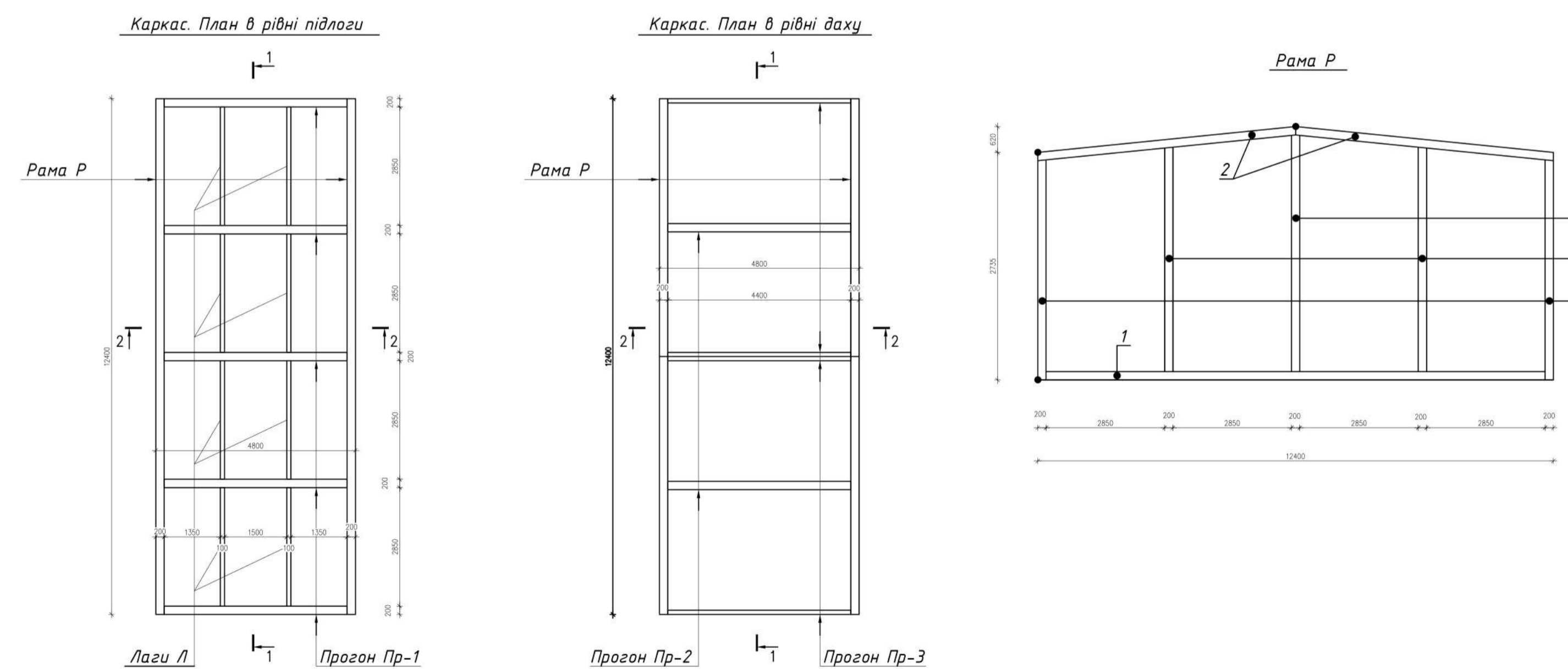
Архітектурно-будівельні рішення одного котельні з двох модулів



Архітектурно-будівельні рішення одного котельні з трьох модулів

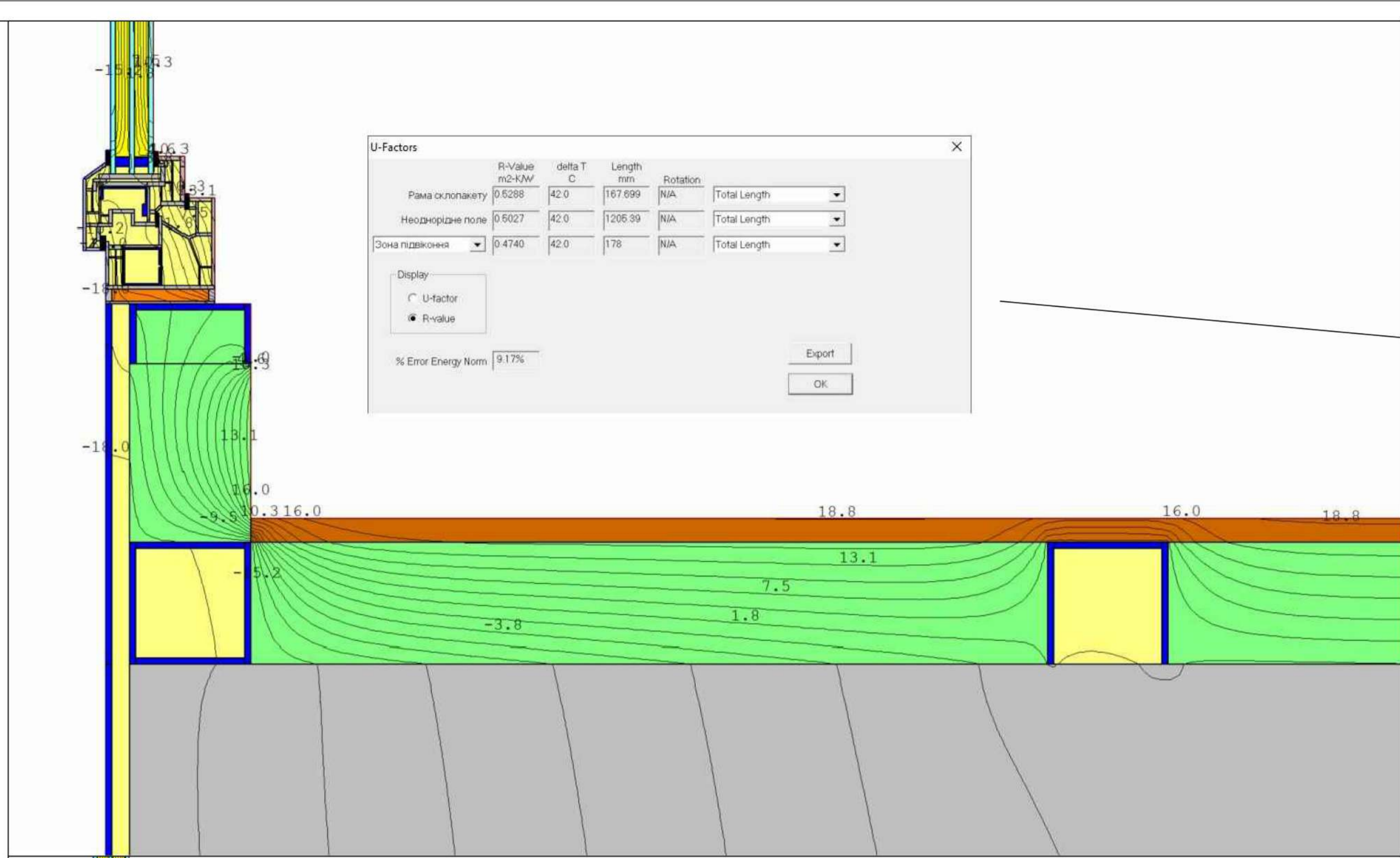


Приклад виконання металевих каркасів котельні



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 | Мастерська робота | Стояія | Аркуш | Аркуші в |
| Виконав | Смілян | | | | | | МР | 3 | |
| Керівник | Погосов | | | | | Архітектурно-будівельні рішення модульних транспортних котельних (секція окрема та комплекс) | | | |
| Зав.каф. | Кириченко | | | | | Михайло СМІЛЯН | | | |



| 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

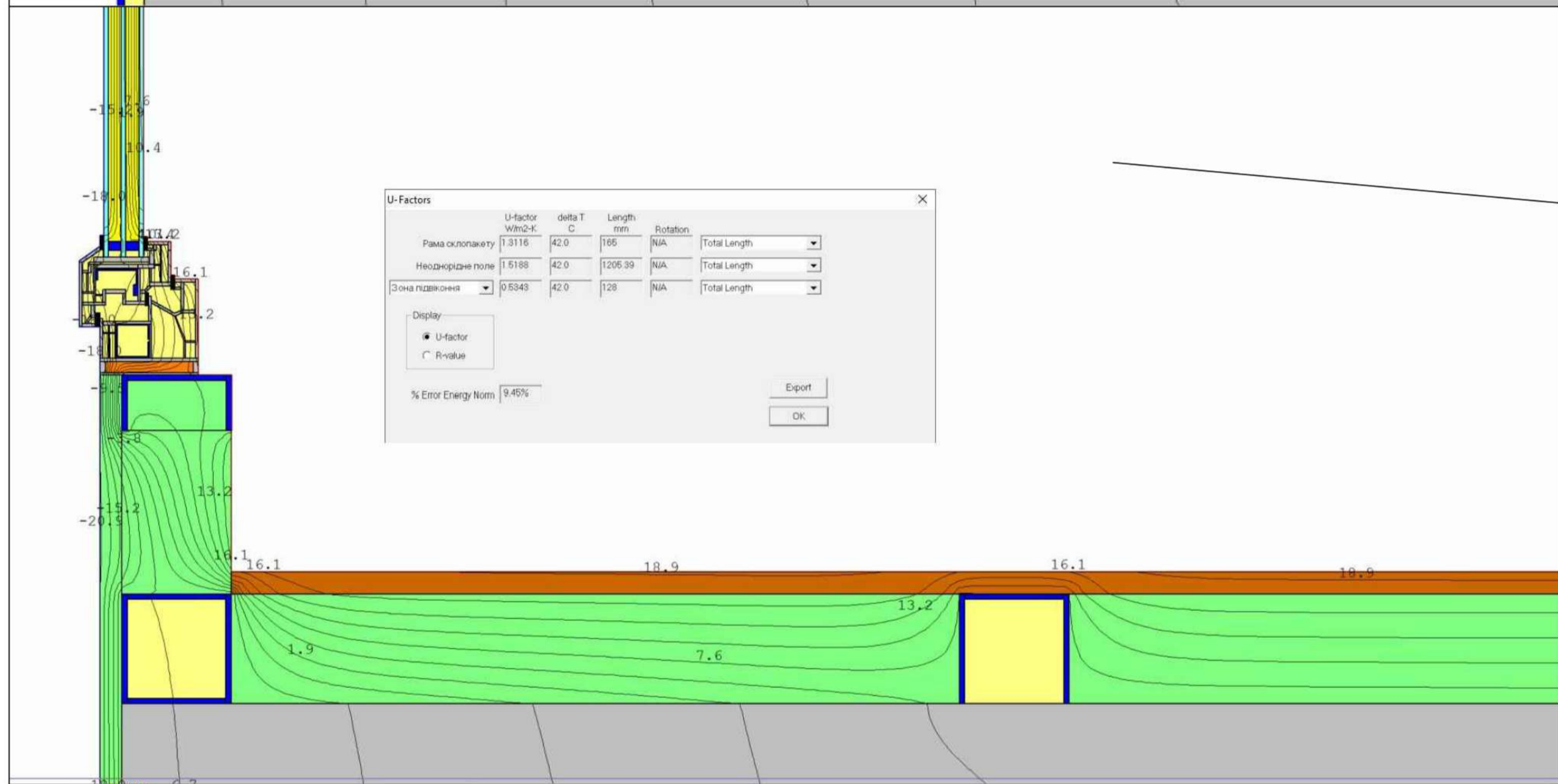
% Error Energy Norm: 9.17%

| 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

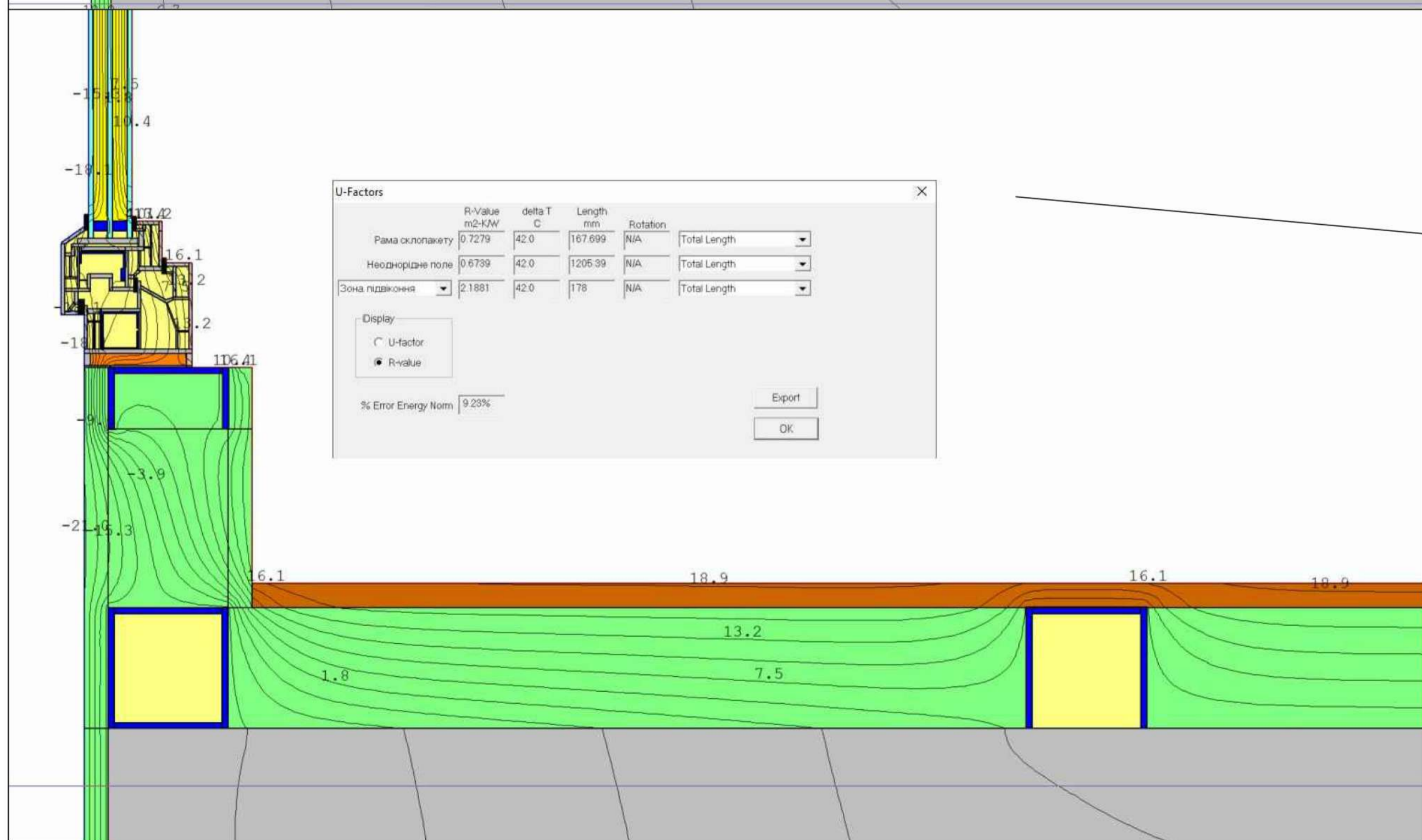
% Error Energy Norm: 9.45%

| 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 |

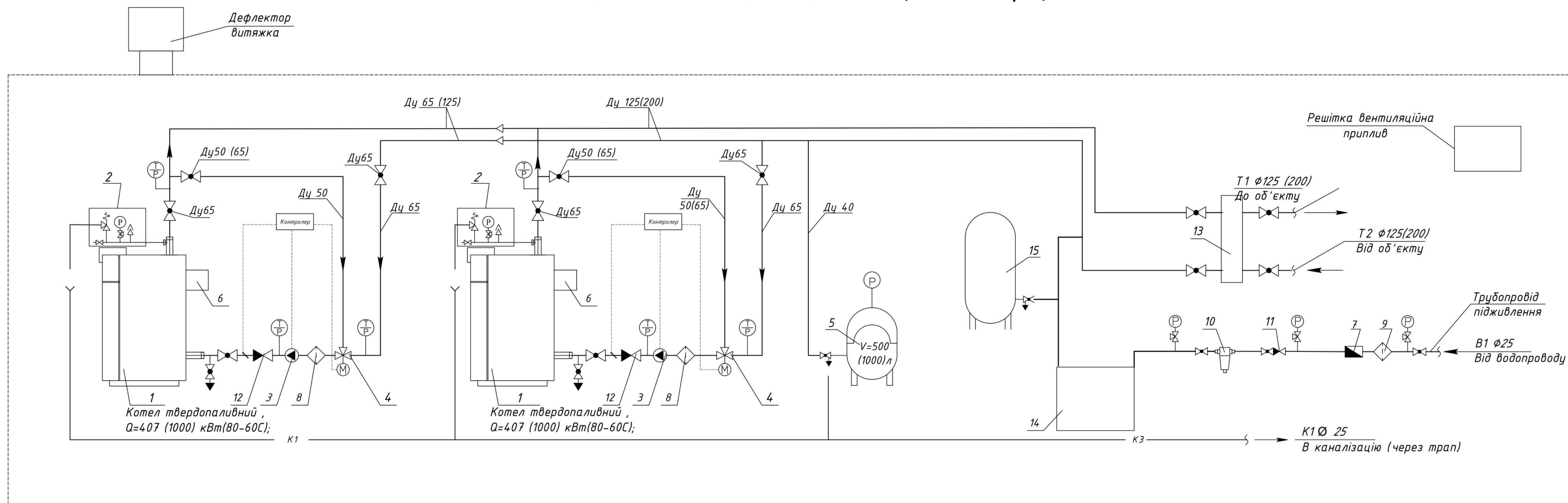
Display: U-factor, R-value

% Error Energy Norm: 9.23%

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

| 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 опором теплопередачі різних варіантів виконання каркасу | | | | | Михайло СМІЛЯН |

Теплова схема котельні (без опцій)



Експлікація обладнання

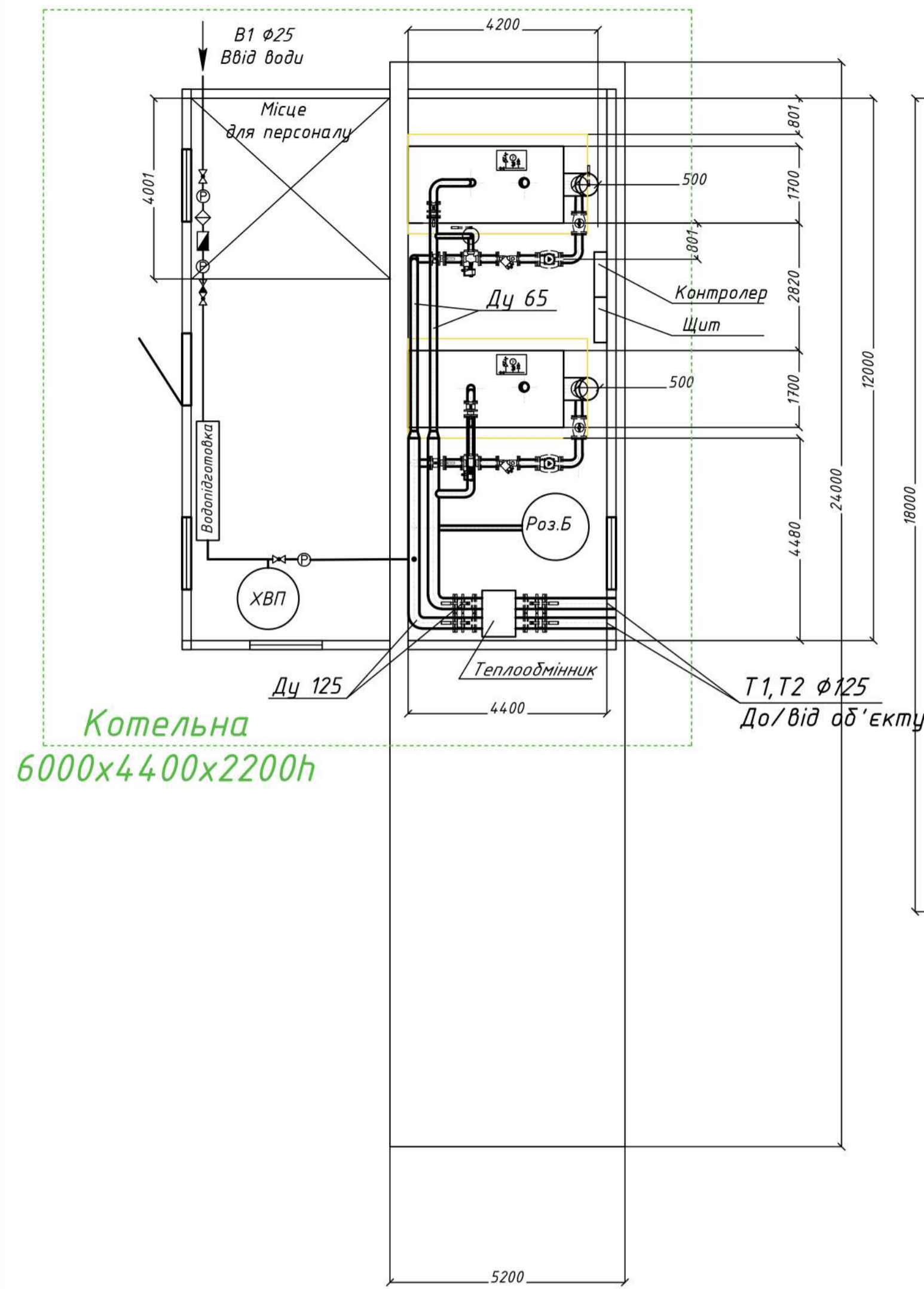
| Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Вага, кг | Примітка |
|------|------------------------------|--|------|----------|---------------|
| 1 | KOR 3G 350 (1000) | Котел твердопаливний, Q=407кВт(80-60С); | 2 | 950 | |
| 2 | Afriso KSG maxі | Група безпеки котла | 2 | | |
| 3 | Wilо TOP-S 40/7 (TOP-Z 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 |

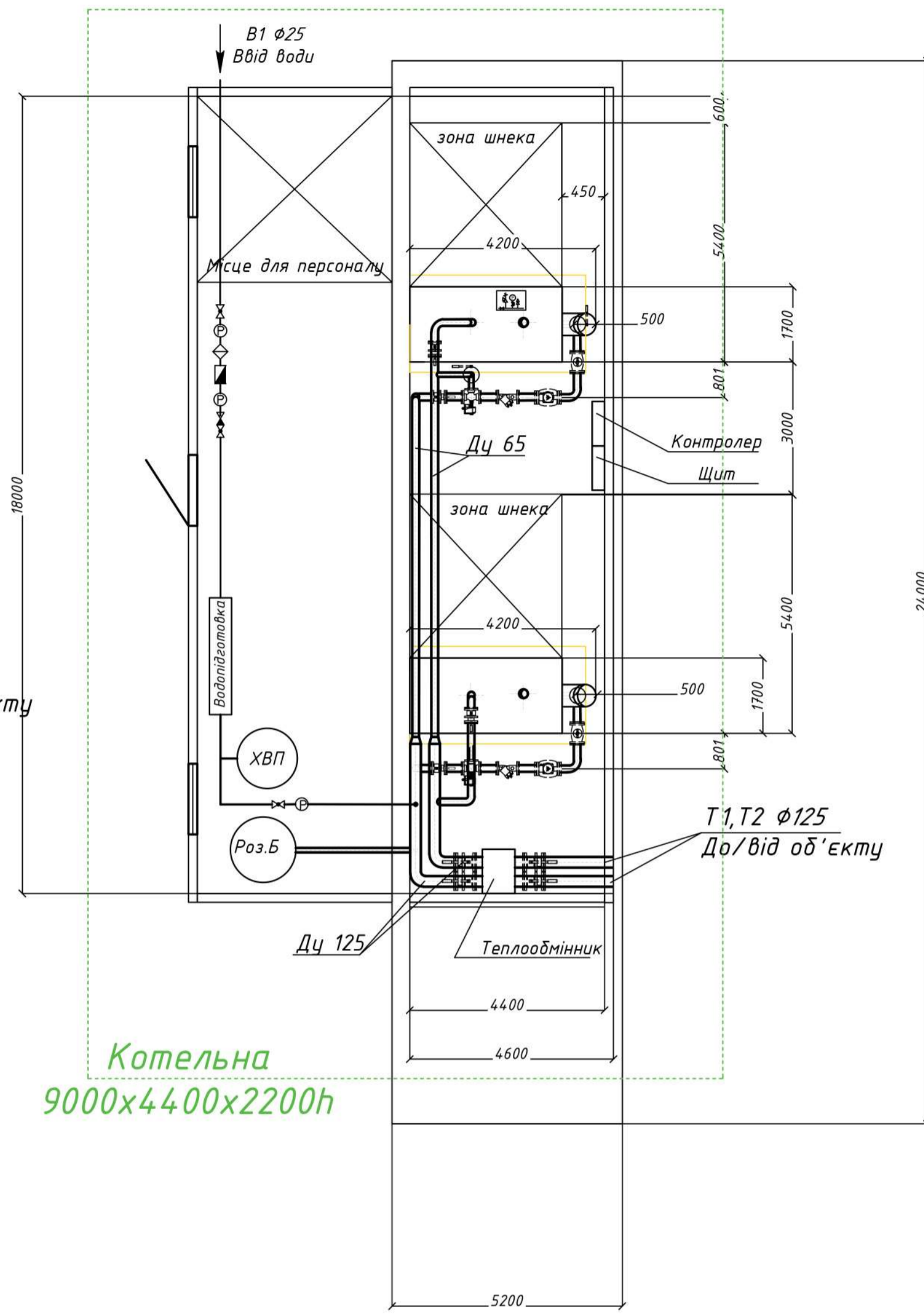
| без шифру | | | | | | |
|--|-----------|-------|------|----------------|-------|----------|
| Змін. | Кільк. | Аркуш | №ок. | Підрис. | Дата | |
| Виконав | Смілян | | | | | |
| Керівник | Погосов | | | | | |
| Зав.каф. | Кириченко | | | | | |
| ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ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

Типорозмір KOR 3G 130-350 (ручне)



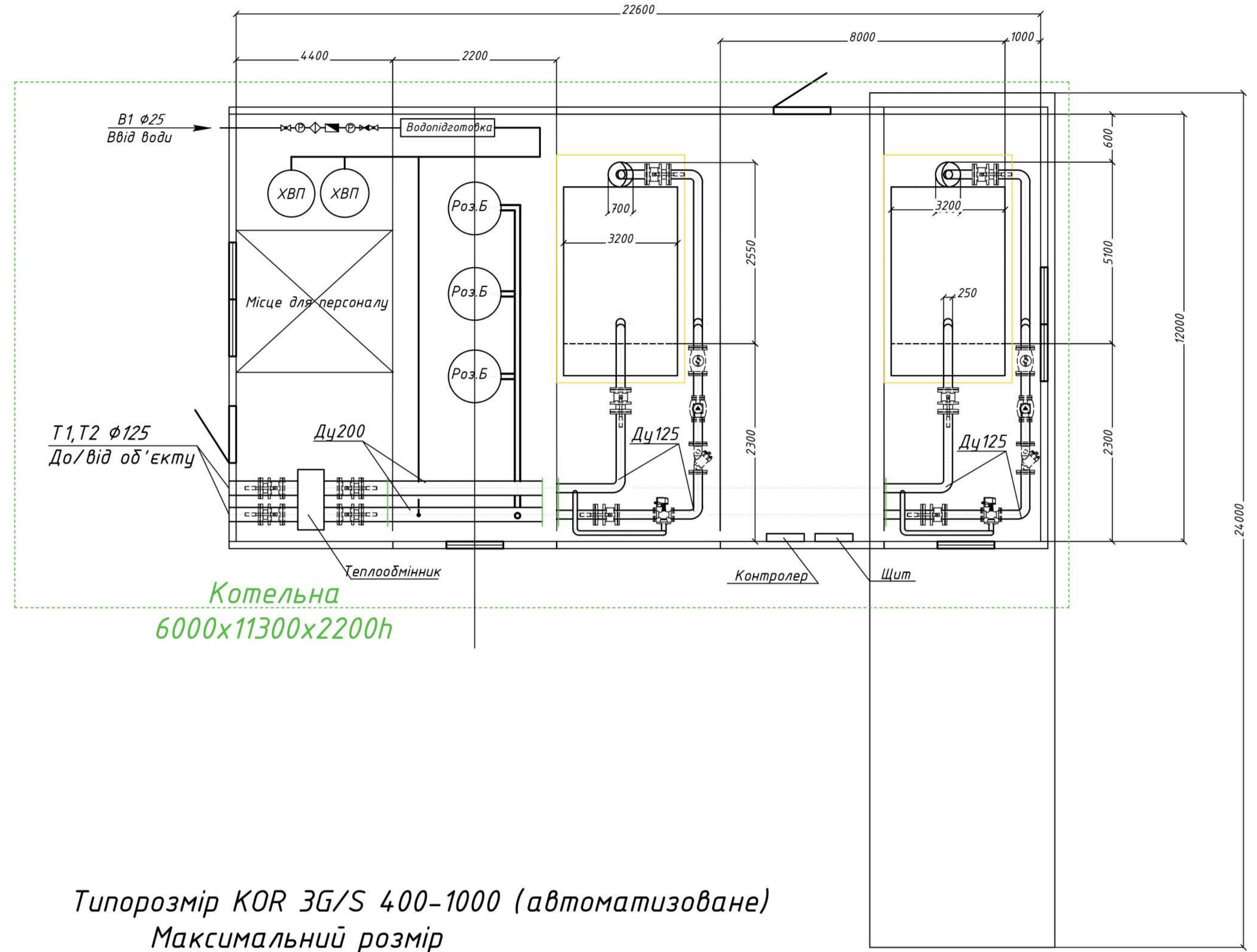
Котельня 6000x4400x2200h

Типорозмір KOR 3G 130-350 (автоматизоване)



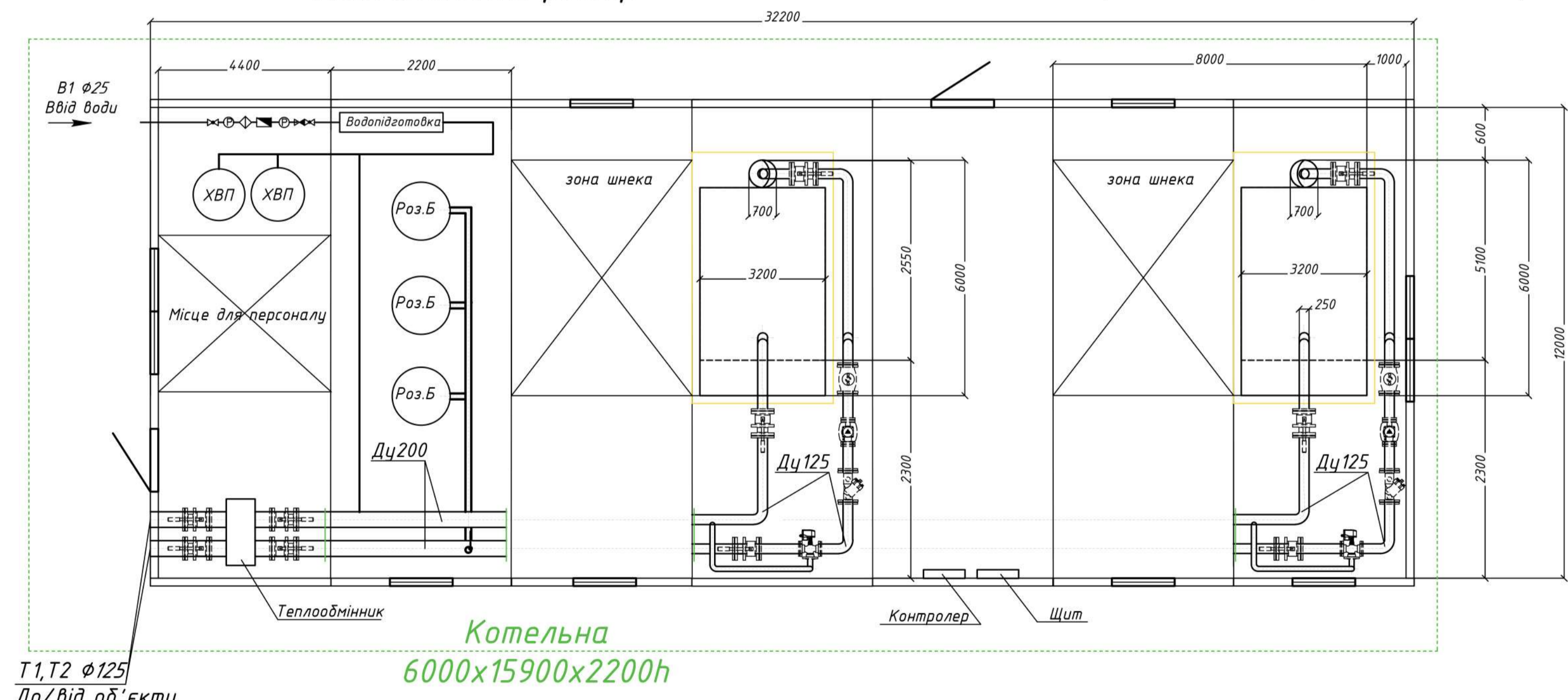
Котельня 9000x4400x2200h

Типорозмір KOR 3G 400-1000 (ручне)



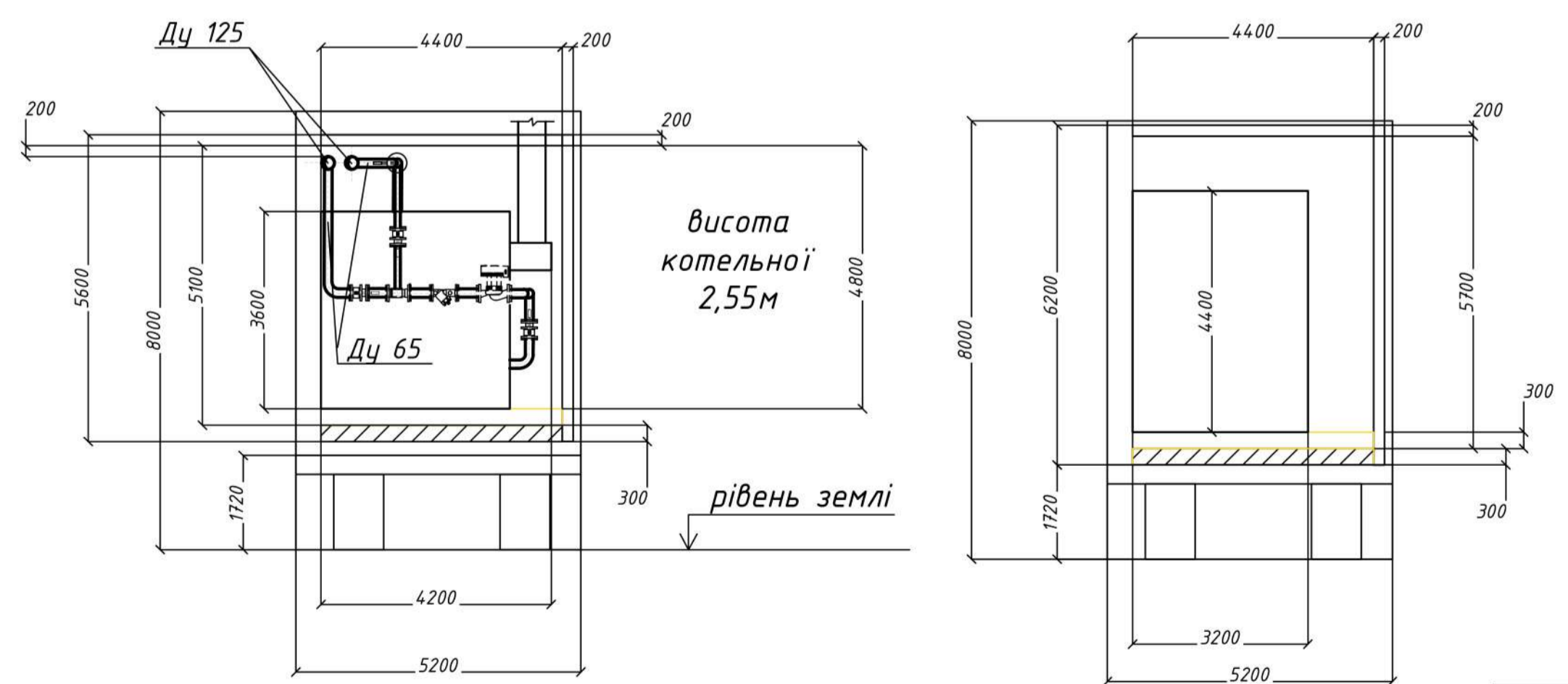
Котельня 6000x11300x2200h

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

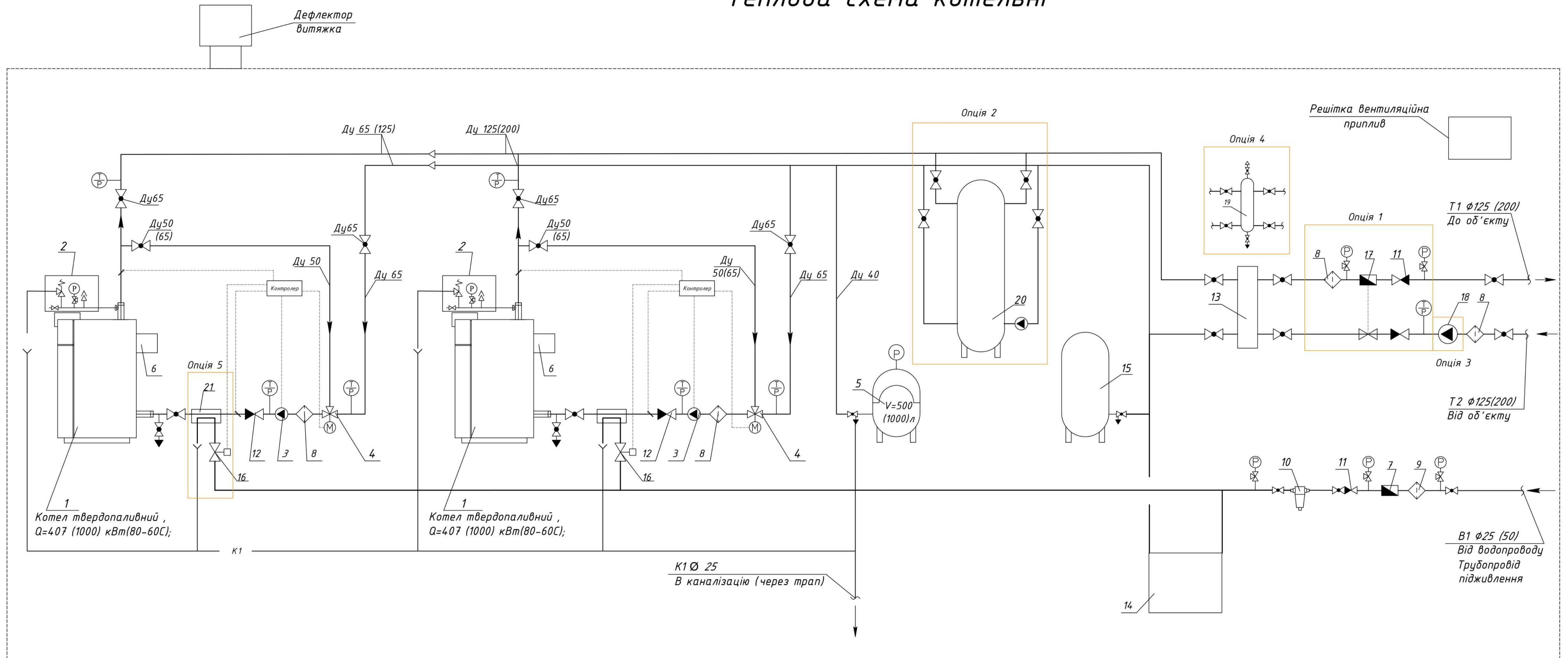
Умовні позначення:

- 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 | №рок | 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

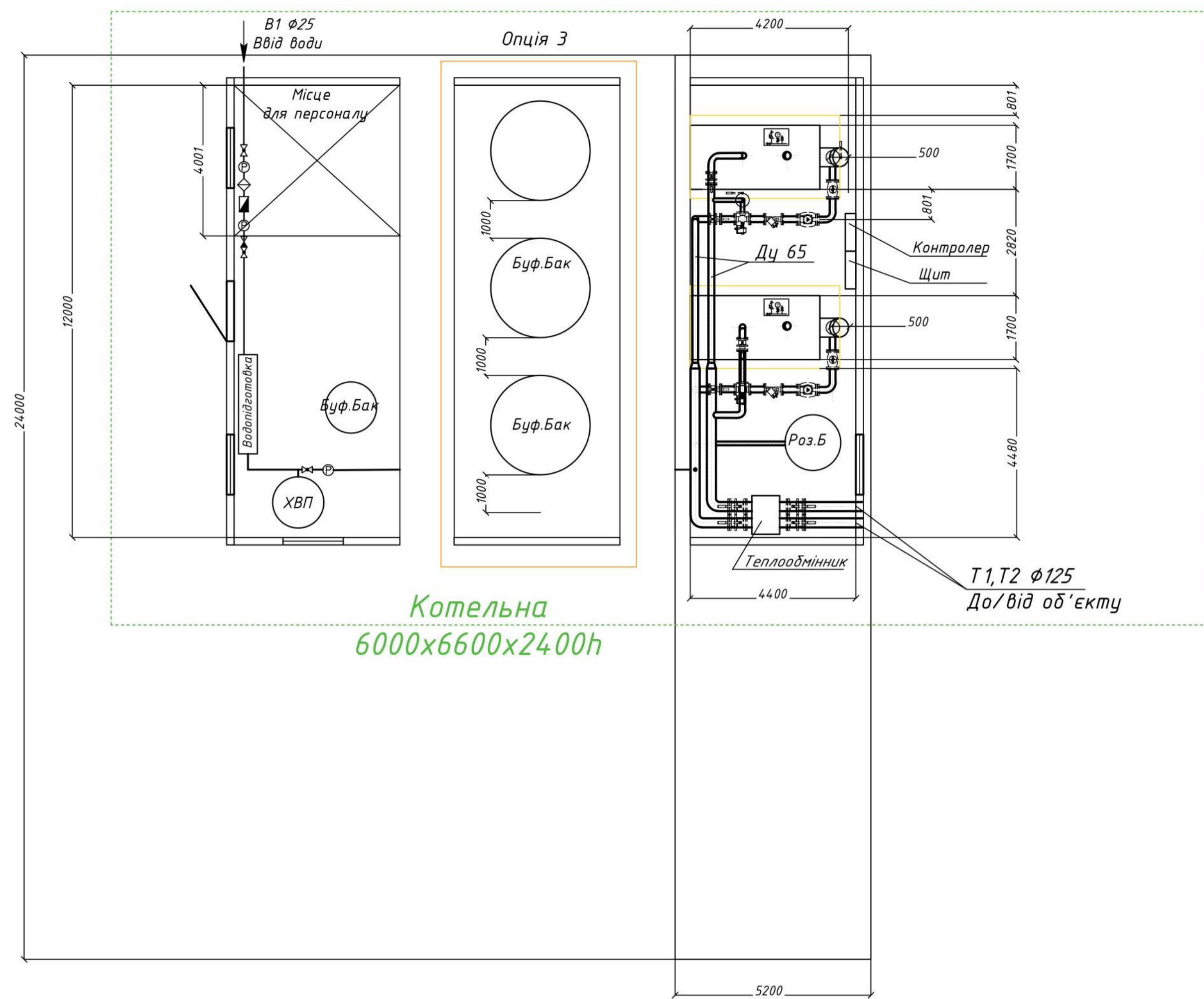
| Поз. | Найменування | Поз. | Найменування |
|------|---|------|----------------------------------|
| 1 | Котел твердопаливний , Q=4,07кВт(80-60С); | 12 | Зворотній клапан, Ду 65 (125) |
| 2 | Група безпеки котла | 13 | Теплообмінник |
| 3 | Циркуляційні насоси (робочий та резервний) | 14 | Блок водопідготовки |
| 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 |

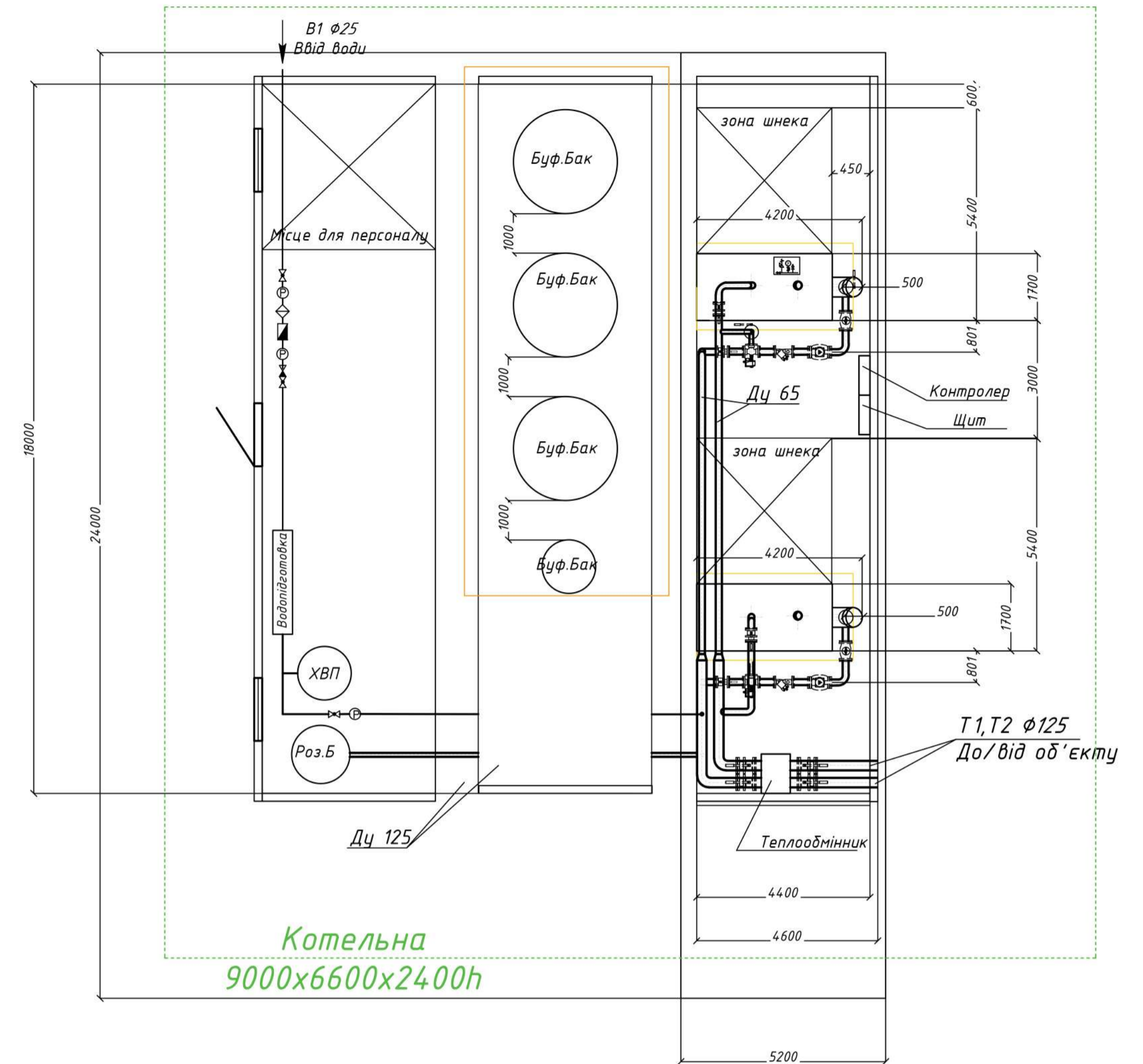
| без шифру | | | | | |
|--|-----------|--------|-------|----------------|--------|
| ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ | | | | | |
| Змін. | Кільк. | Аркул. | №рок. | Підрис. | Дата |
| Виконав | Смілян | | | | |
| Керівник | Логосов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

Типорозмір KOR 3G 130-350 (ручне)



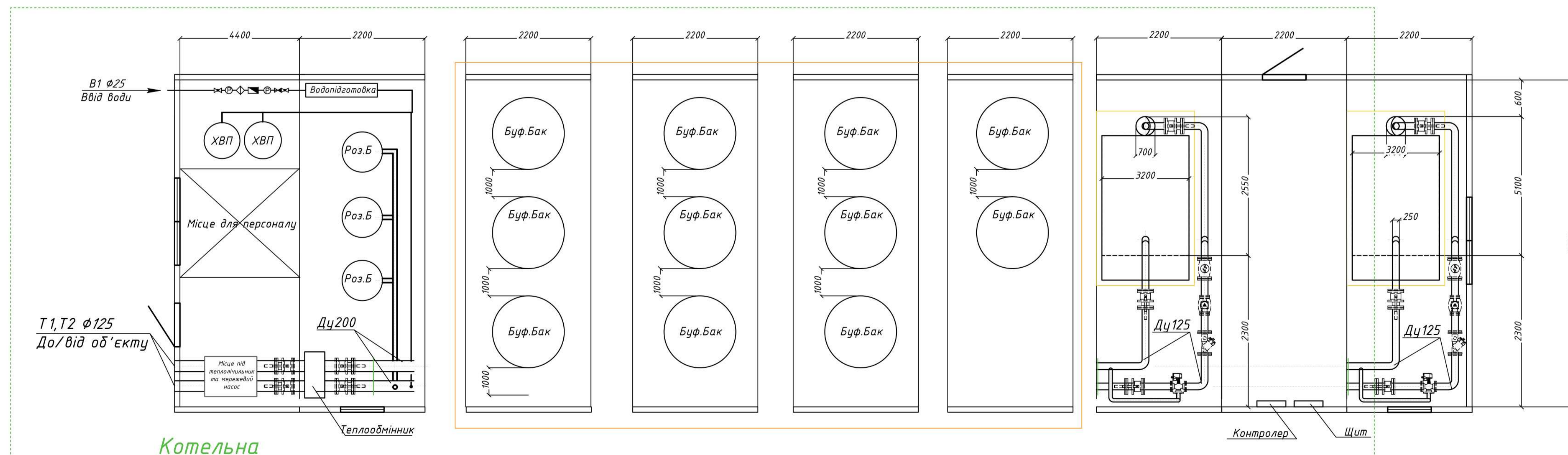
Котельня
6000x6600x2400h

Типорозмір KOR 3G 130-350 (автоматизоване)



Котельня
9000x6600x2400h

Типорозмір KOR 3G 400-1000 (ручне)

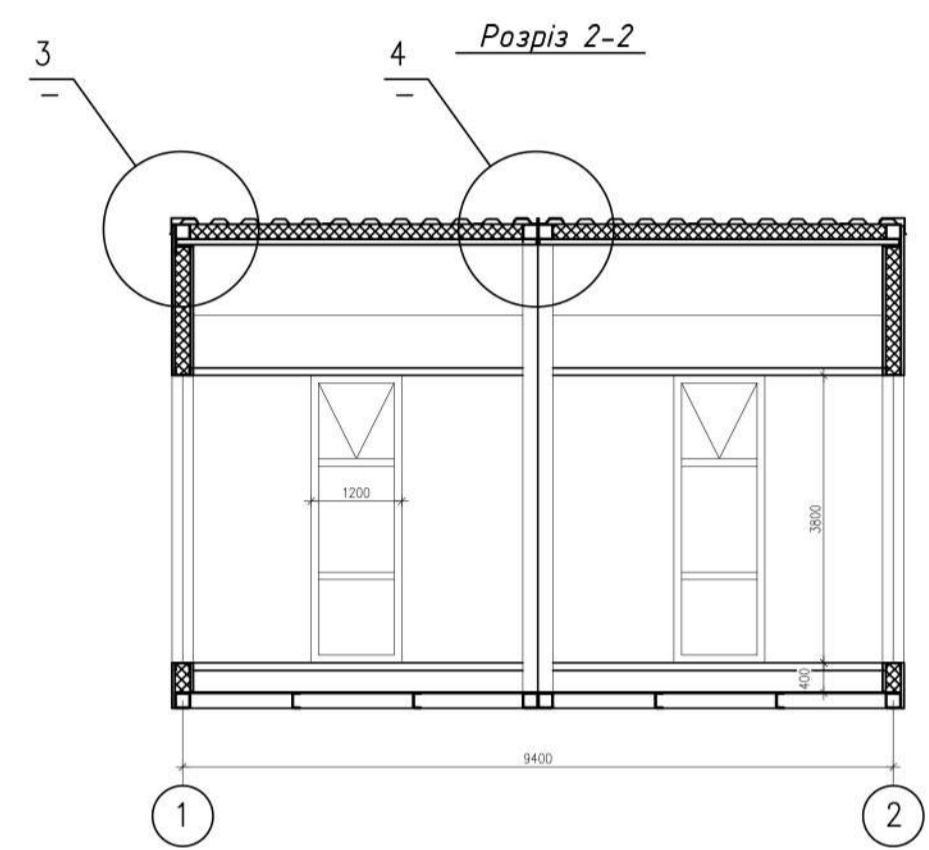
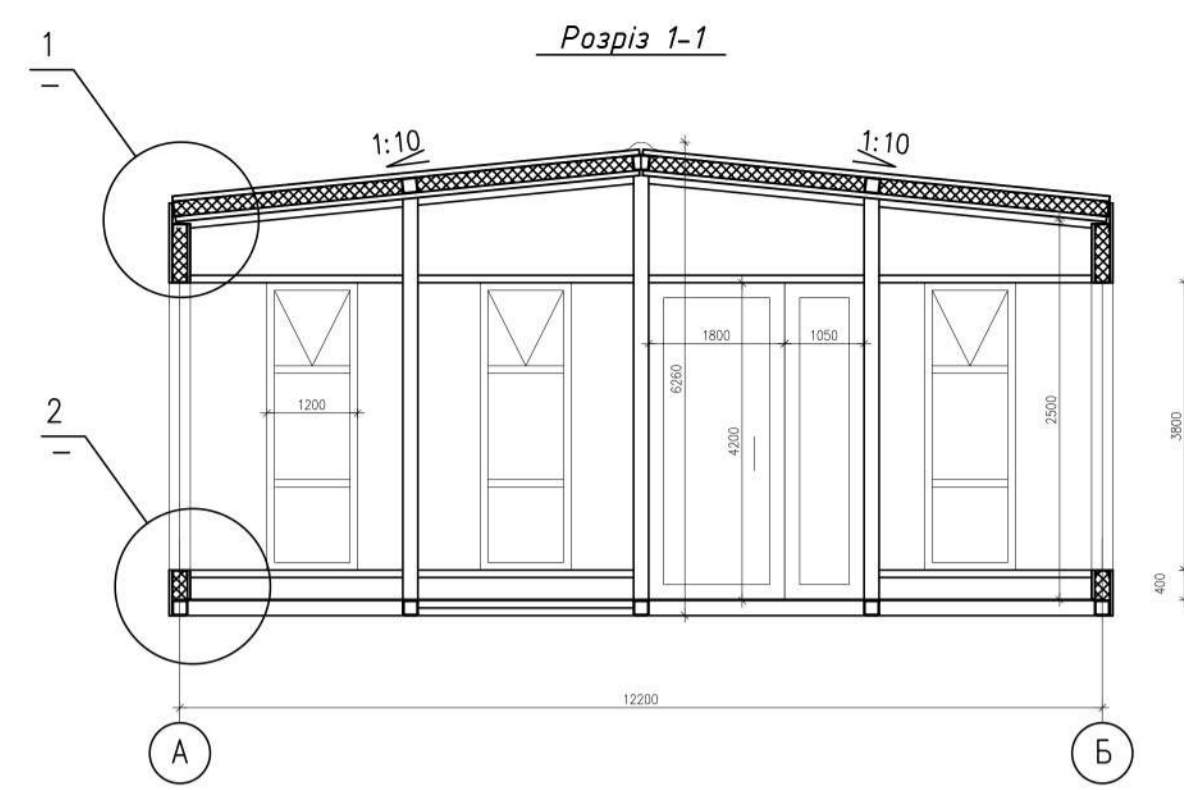
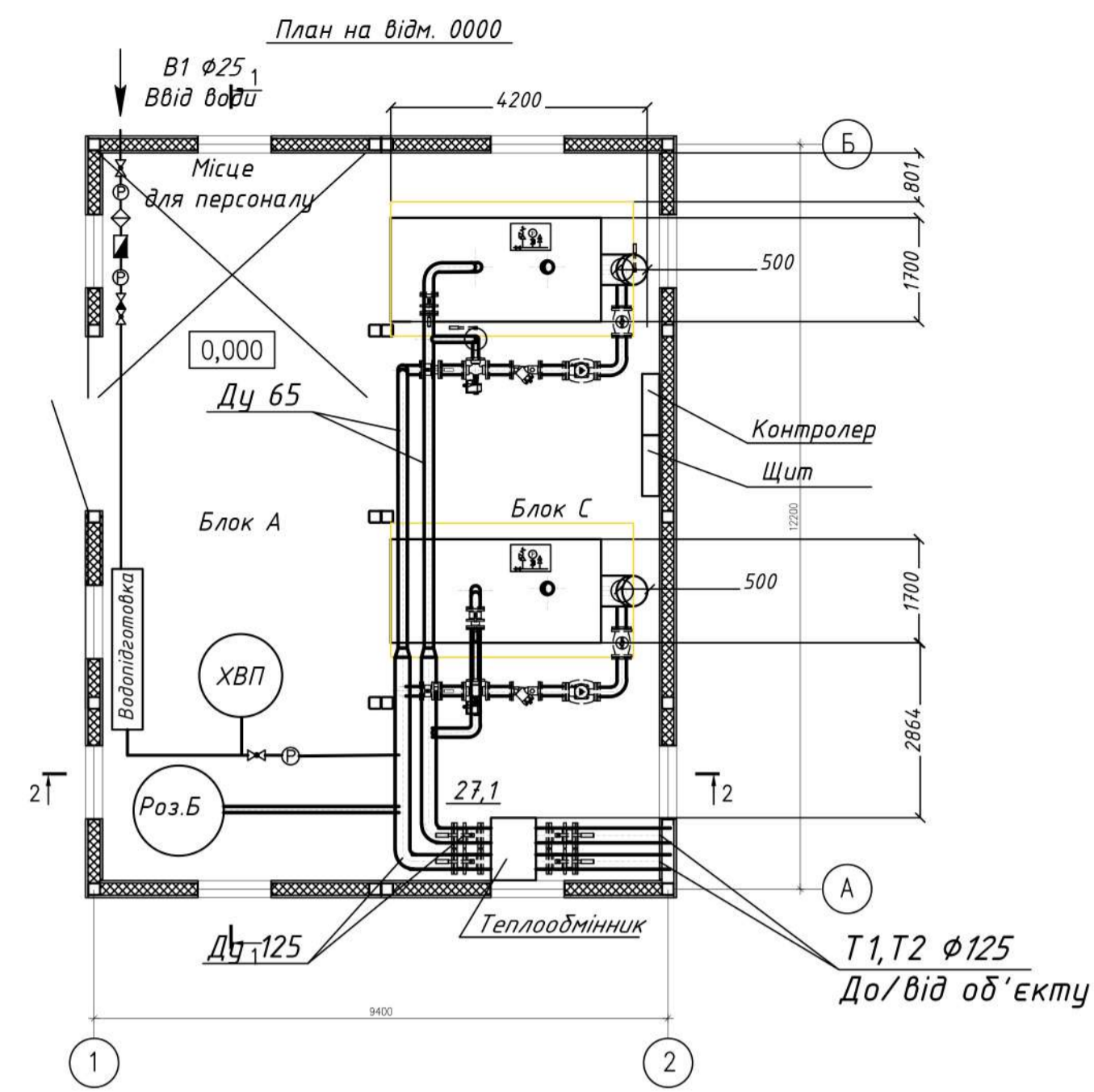


Котельня
6000x19800x3100h

| | | | | | | | | |
|----------|-----------|-------|-------|---------|------|--|-------|----------|
| | | | | | | без шифру | | |
| | | | | | | ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ | | |
| Змін. | Кільк. | Аркуш | №рек. | Підрис. | Дата | МР | Аркуш | Аркуші в |
| Виконав | Смілян | | | | | МР | 8 | |
| 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)



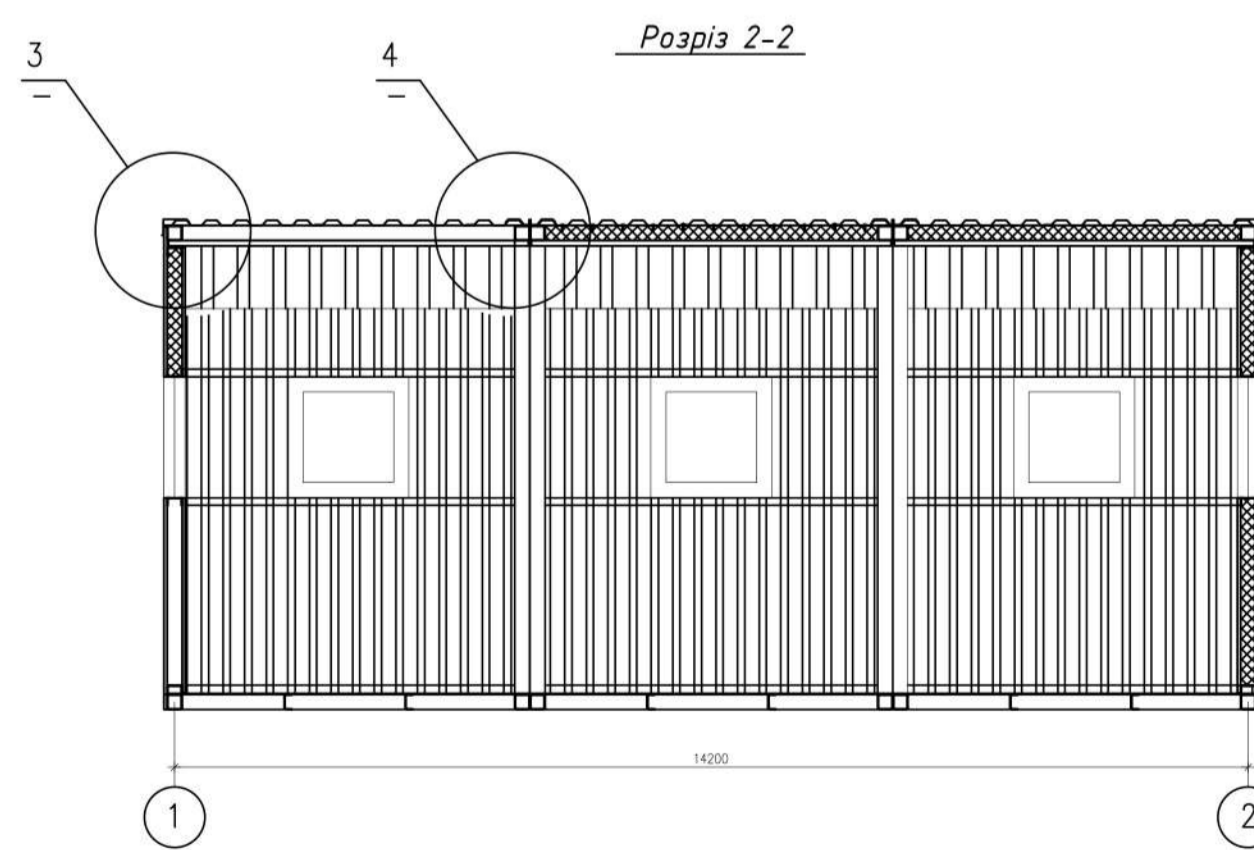
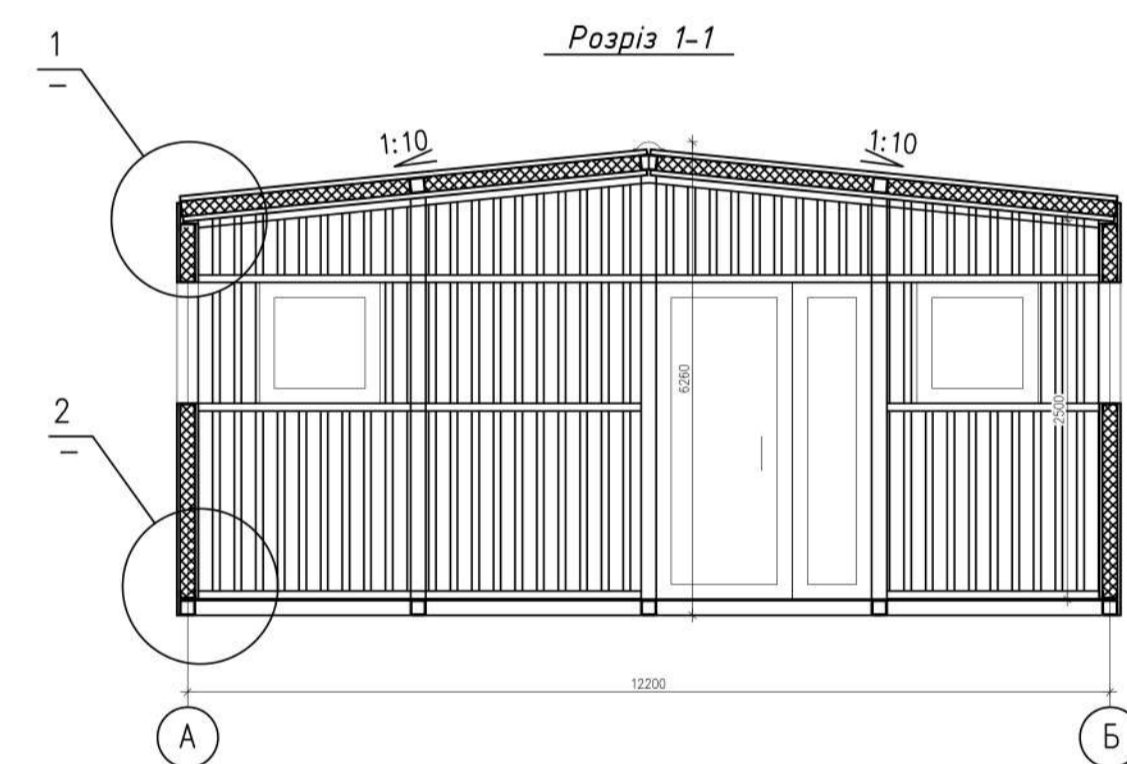
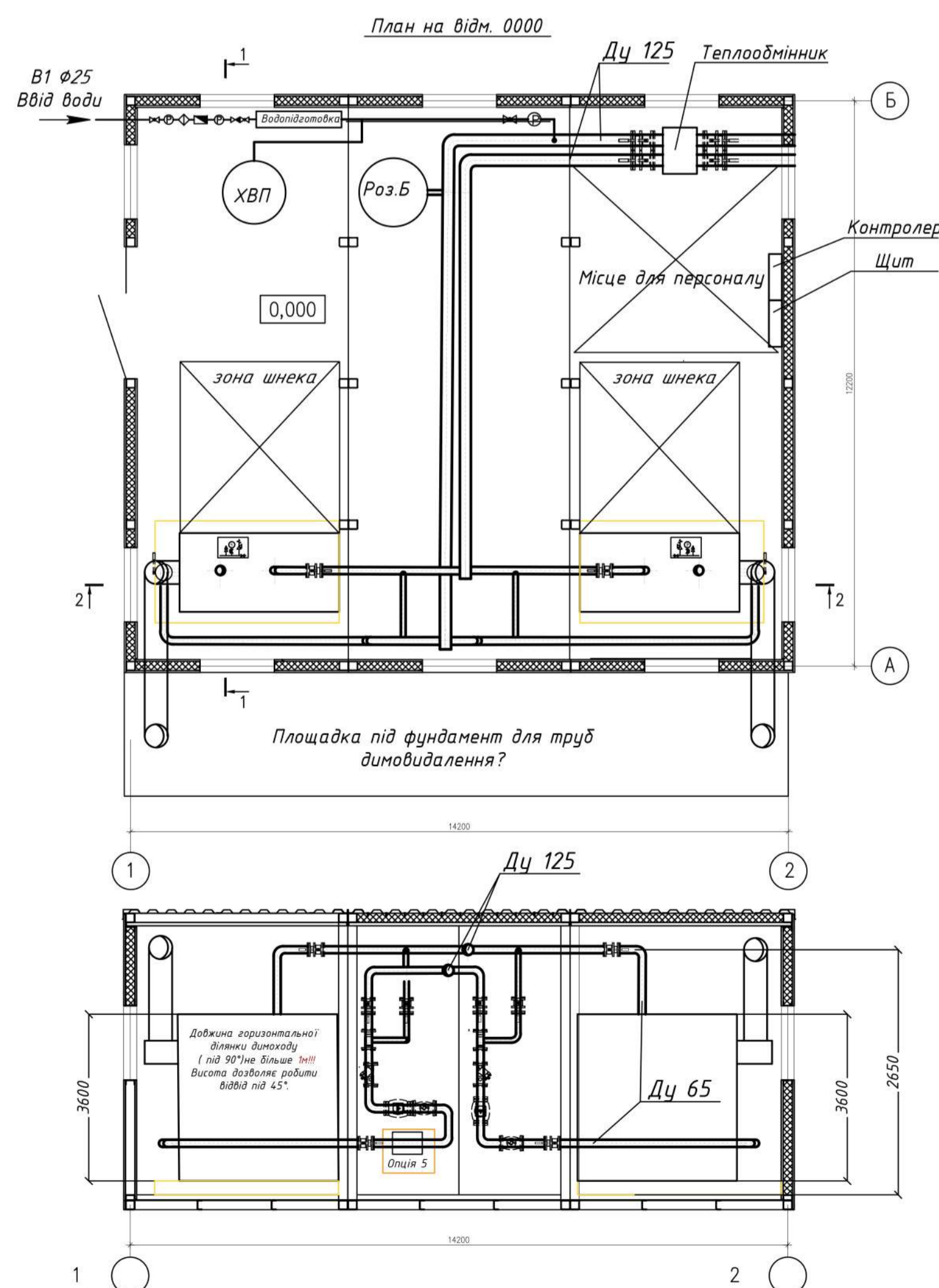
Візуалізація двохсекційної котельні



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

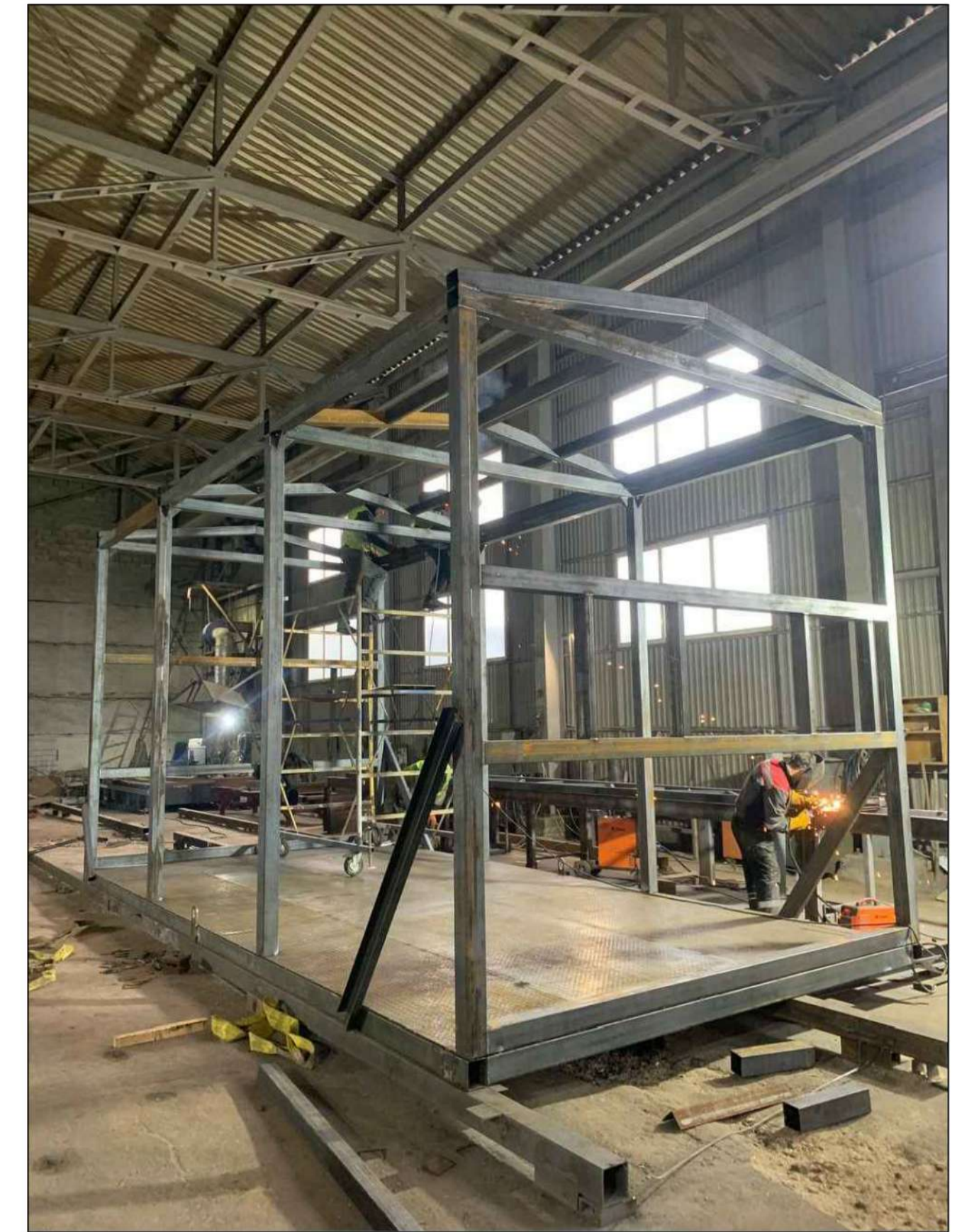
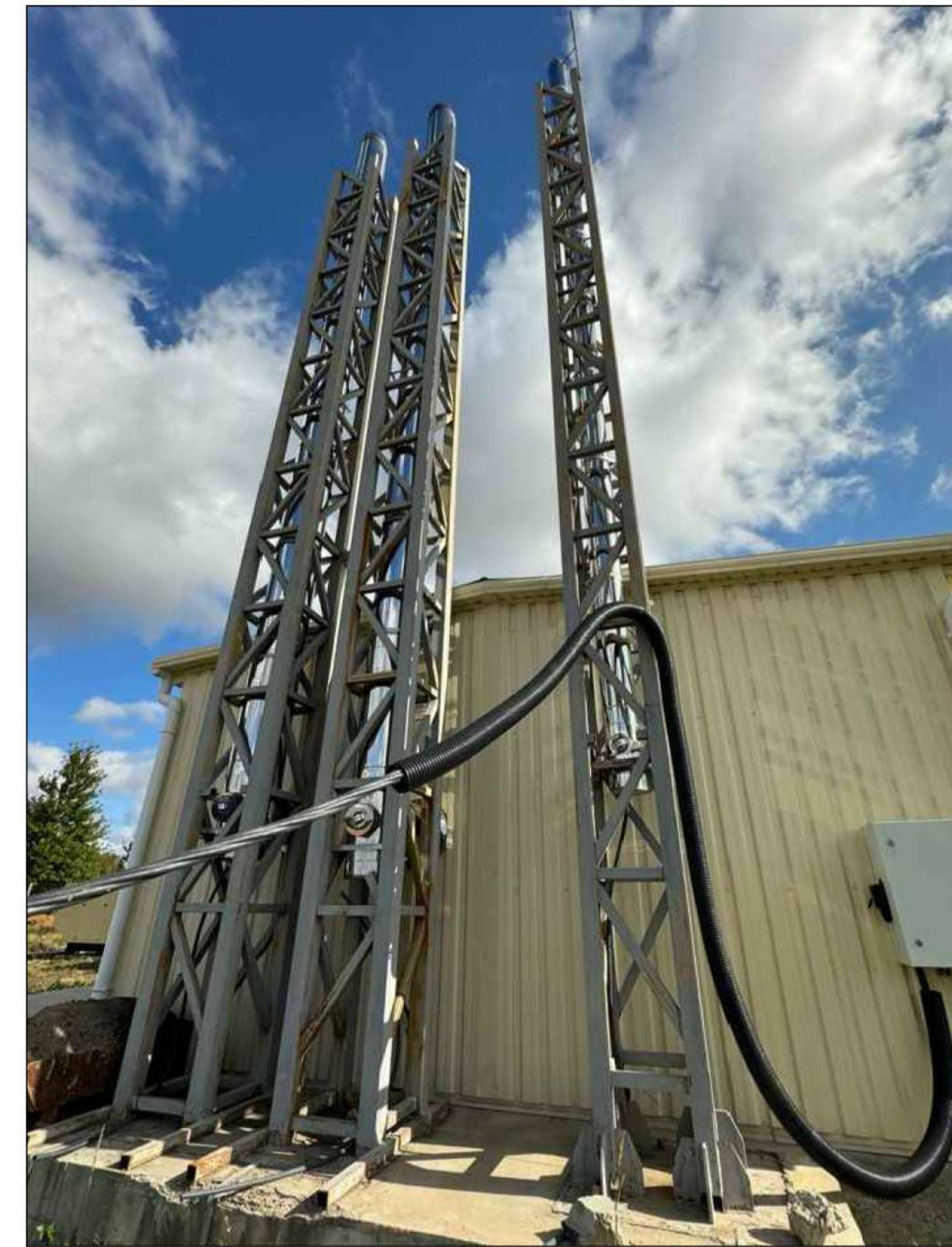
Фінальні тепломеханічні рішення модульної твердопаливної котельні (база секційна компоновка)

Михайло СМІЛЯН

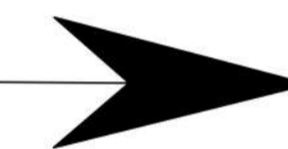
Узгоджено:

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

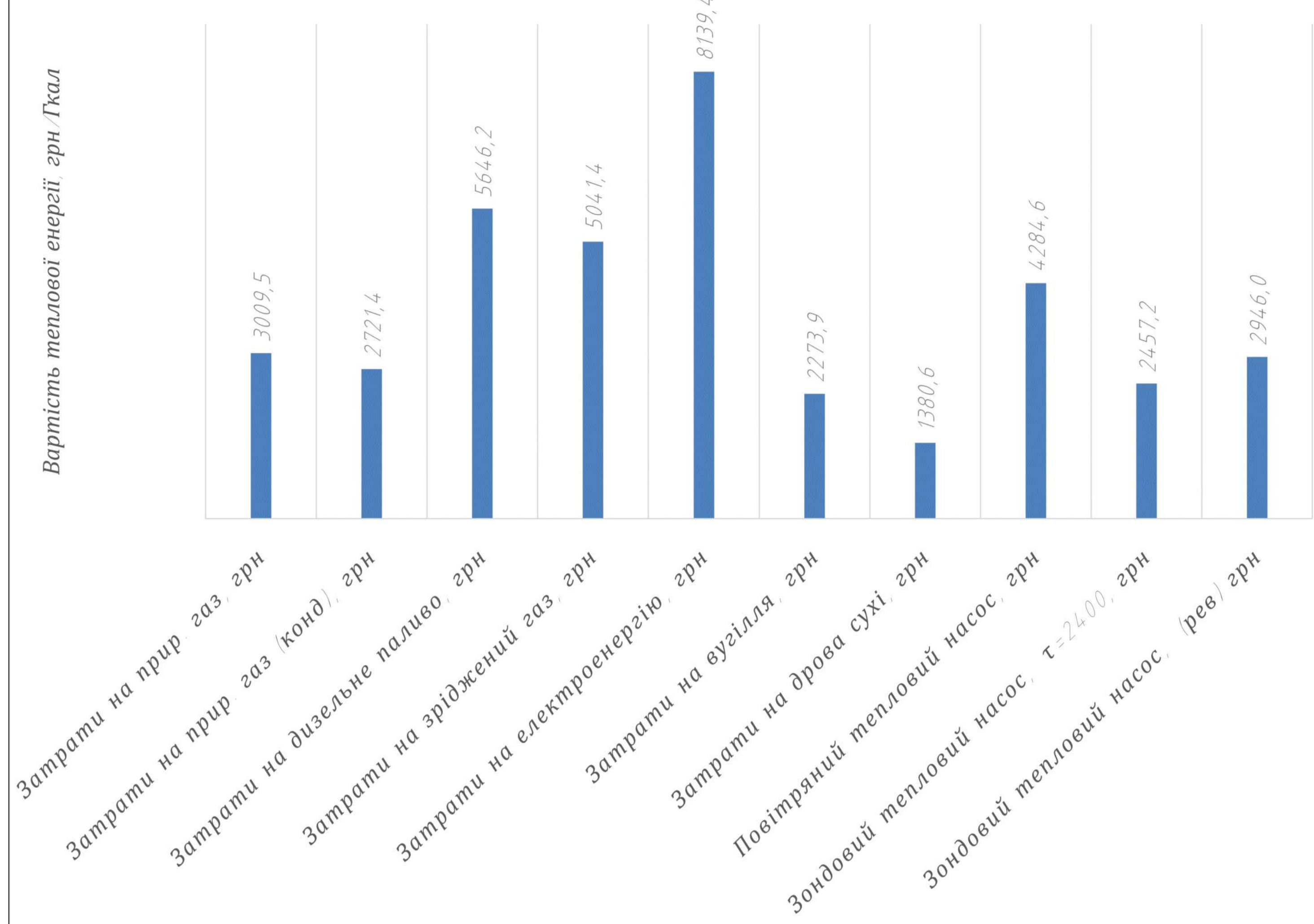


Процес монтажу каркасу

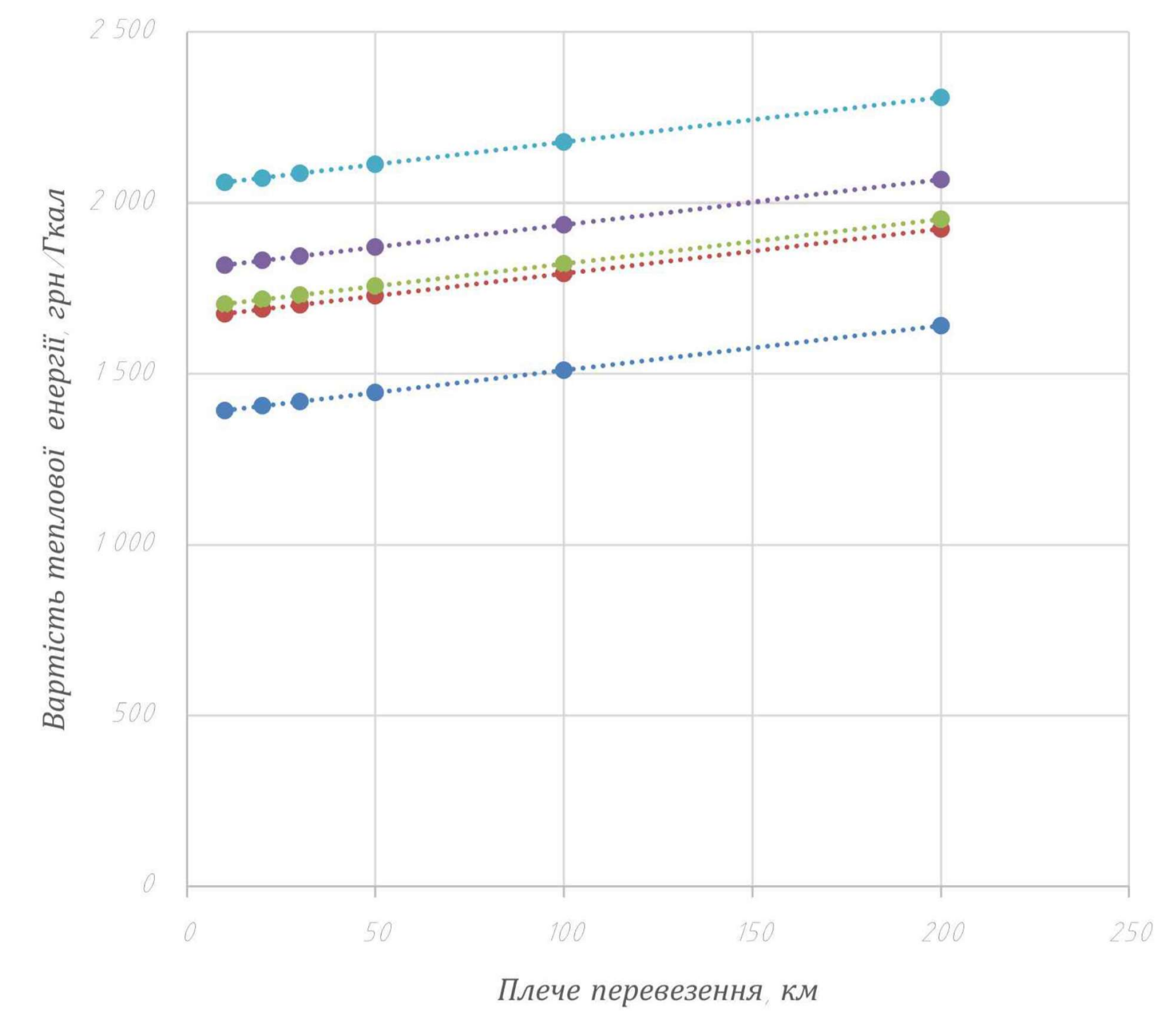
| Зміни | | | | | | без шифру | | | |
|----------|-----------|-------|--------|---------|------|--|--------|-------|----------------|
| Змін. | Кільк. | Аркуш | № док. | Підрис. | Дата | ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЕЛЬНИХ ПРИ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ | | | |
| Виконав | 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:
 Інф. N ориє. | Підпис і дата | Змість інф. N

Вартість теплової енергії (паливна складова)

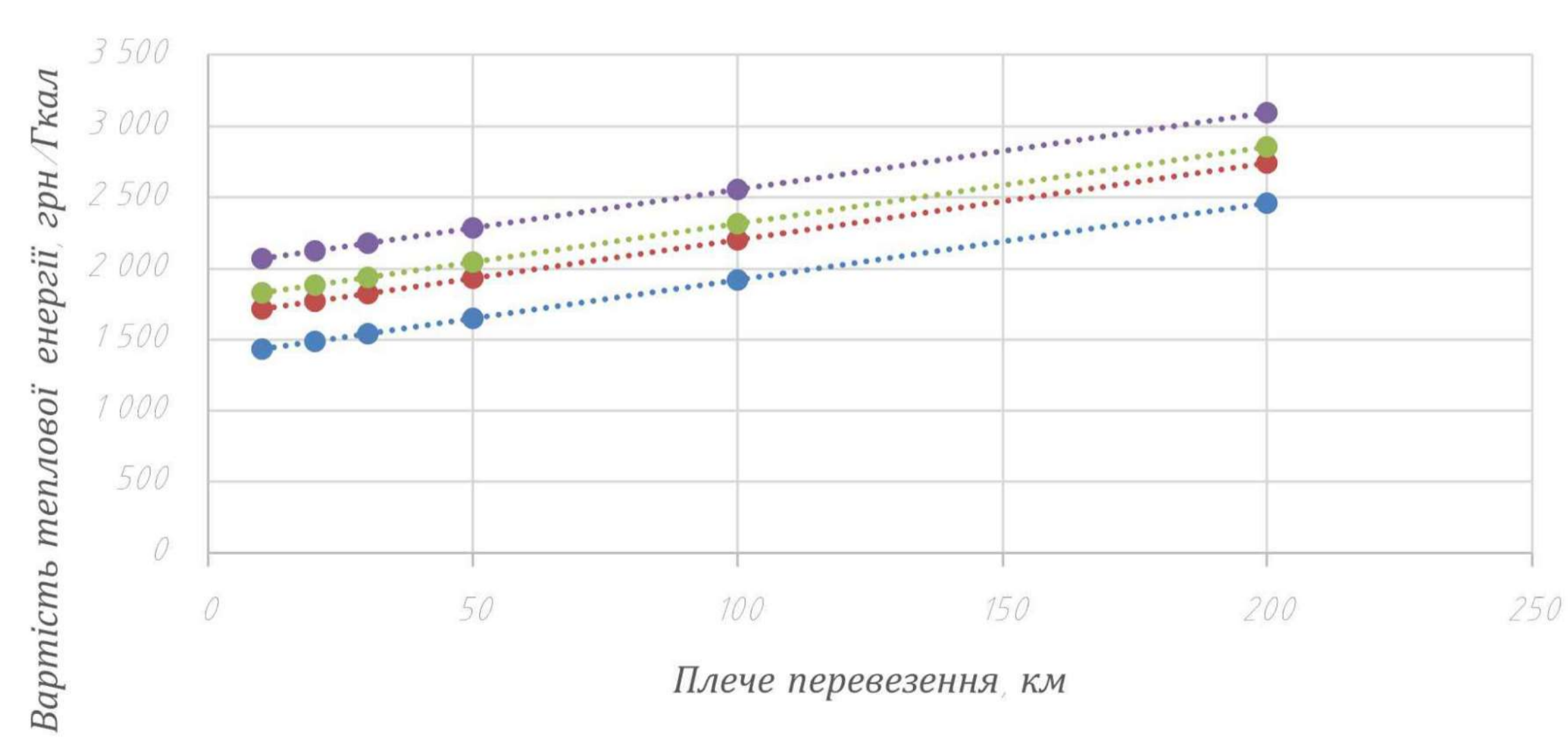


Залежності складових вартості та повної вартості від плеча доставки палива (варіант доставки - фури)



- 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 шифру | | | | | |
| | | | | | | | 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 | Аркуші 6 |
| | | | | | | | | | | МР | 11 | |
| | | | | | | | Експлуатаційні показники модульних трансформаторних котельних при диверсифікації джерел енергії | | | Михайло СМІЛЯН | | |

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