

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи  
магістра

на тему **Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та  
вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області**

Виконала: студентка 2 курсу,  
групи 601НТ  
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Марченко О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Череднікова О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою Голік Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2023 року

**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри, голова циклової  
комісії Голік Ю.С.

"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Марченко Оксана Вікторівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області

керівник проекту (роботи) Череднікова Олександра Володимирівна к.т.н.,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом вищого навчального закладу № \_\_\_\_\_ фа від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2023 року

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 08.12.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Плани двох поверхів, розрізи, фасади адміністративної будівлі, склад огорожувальних конструкцій будинку (стін, перекриття, фундаментів, вікон) з питомим опором теплопередачі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. Вихідні дані місцевості та відомості про об'єкт. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Визначення теплової потужності системи опалення. Проектні втрати тепла за рахунок теплопередачі. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі до утеплення, після утеплення. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі в випадку влаштування механічної системи вентиляції з калорифером, рекуператором. Параметри та характеристики роботи системи вентиляції будівлі з застосуванням різних конструктивних рішень. Рішення та питання при конструюванні систем теплозабезпечення, опалення та вентиляції з використанням ВІМ технологій. Підбір теплового насоса, як основного обладнання теплогенераторної, та визначення ефективності

теплового насосу. Порівняння ефективності теплового насоса з іншими джерелами теплової енергії  
Висновки. Специфікація обладнання та матеріалів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Вентиляція. План першого, другого поверху. Схеми систем механічної вентиляції. Опалення. План першого, другого поверху. Схема системи опалення. Система видалення конденсату. Плани двох поверхів. Схеми. Теплогенераторна. План. Розріз 1-1. Розріз 2-2. Схеми аксонометричні. Теплова схема теплогенераторної.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 1.09.2023р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Вихідні дані місцевості та відомості про об'єкт. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Визначення теплової потужності системи опалення. Проектні втрати тепла за рахунок теплопередачі.	15.09.2023	
2.	Визначення теплової потужності системи опалення будівлі до утеплення, після утеплення. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі в випадку влаштування механічної системи вентиляції з калорифером, рекуператором. Опалення. План першого, другого поверху. Схема системи опалення.	30.09.2023	
3.	Параметри та характеристики роботи системи вентиляції будівлі з застосуванням різних конструктивних рішень. Рішення та питання при конструюванні систем теплозабезпечення, опалення та вентиляції з використанням ВІМ технологій. Вентиляція. План першого, другого поверху. Схеми систем механічної вентиляції.	15.10.2023	
4.	Підбір теплового насоса, як основного обладнання теплогенераторної, та визначення ефективності теплового насоса. Порівняння ефективності теплового насоса з іншими джерелами теплової енергії	30.10.2023	
5.	Система видалення конденсату. Плани двох поверхів. Схеми. Теплогенераторна. План. Розріз 1-1. Розріз 2-2. Схеми аксонометричні. Теплова схема теплогенераторної.	15.11.2023	
6.	Висновки. Специфікація обладнання та матеріалів.	30.11.2023	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Марченко О.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(роботи) (підпис)

Череднікова О.В.  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

ВСТУП.....	3
1. Вихідні дані місцевості та відомості про об'єкт.....	5
2. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій.....	6
3. Визначення теплової потужності системи опалення.....	8
3.1. Повні проектні втрати тепла опалюваного простору (приміщення).....	8
3.2. Розрахункове теплове навантаження всієї будівлі.....	8
3.3. Проектні втрати тепла за рахунок теплопередачі.....	9
3.4. Втрати тепла безпосередньо назовні.....	9
3.5. Розрахунок проектних втрат тепла до ґрунту.....	13
3.5.1. Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі до ґрунту.....	13
3.5.2. Характеристичний розмір підлоги.....	14
3.5.3. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі.....	14
3.6.1. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі до утеплення.....	14
3.6.2. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі після утеплення.....	18
3.6.3. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі в випадку влаштування механічної системи вентиляції з калорифером, рекуператором.....	22
4. Параметри та характеристики роботи системи вентиляції будівлі з застосуванням різних конструктивних рішень.....	27
5. Рішення та питання при конструюванні систем теплозабезпечення, опалення та вентиляції з використанням ВІМ технологій.....	48
6. Опалювальні прилади.....	51
7. Підбір теплового насоса, як основного обладнання теплогенераторної, та визначення ефективності теплового насосу.....	55
7.1. Вибір теплового насоса.....	55
7.2. Порівняння ефективності теплового насоса з іншими джерелами теплової енергії.....	59
Висновки.....	66
Література.....	69
Додатки.....	73
Додаток 1. Специфікація обладнання та матеріалів.....	73

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>			
Змн.	Арк.	№ док.им.	Підпис	Дата	<b>«Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області»</b>	Літ.	Арк.	Акрцшів
Виконала	Марченко О.						2	82
Керівник	Череднікова					Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра ТГПвтаТ		
Зав.кафедр.	Голік Ю.Г.							

## ВСТУП

Однією з найбільш суттєвих проблем у сфері енергетики України є її велика залежність від зовнішніх джерел енергії. Наша країна займає одне з провідних місць серед європейських країн, використовуючи понад 60–70% імпортованих енергоресурсів у загальному балансі. На цю ситуацію впливає кілька факторів, зокрема, недостатність власних енергетичних ресурсів та неефективне використання вже наявних, що становить загрозу національним інтересам та безпеці держави. Отже, розв'язання проблеми підвищення енергоефективності стає важливим завданням, особливо в умовах енергетичної кризи.

Останнім часом різко зросли ціни на енергетичні ресурси, що актуалізувало проблему енергоефективності будівель та споруд, також це безпосередньо вплинуло на фінансове становище власників будівель та прибуток підприємств. За цих умов важливо комплексно вирішувати питання підвищення енергоефективності адміністративних, громадських будівель, спрямоване на зменшення комунальних витрат, економію енергоресурсів країни та зменшення викидів парникових газів завдяки зменшенню споживання газу. Таким чином, пошук шляхів підвищення енергоефективності в тому числі і громадських та адміністративних будівель є актуальним завданням. Важливим елементом є вибір оптимальних заходів для конкретної будівлі, що вимагає проведення техніко-економічного аналізу.

На даний момент потенціал зменшення енергоспоживання в Україні досить великий і становить майже 75%. Проте проблемами на шляху до повної термомодернізації є, по-перше, відсутність вільних коштів у власників будівель для інвестування в енергоефективність. По-друге, не вистачає повної інформації щодо позитивного результату від капіталовкладень і наявних державних програм підтримки енергоефективних заходів для юридичних осіб.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

## **Мета дослідження**

*По-перше, на підставі проведених досліджень сформулювати рекомендації з впровадження енергоефективних заходів в громадських будинках за рахунок модернізації системи опалення та вентиляції. По-друге, наголосити на перспективах розвитку застосування BIM (Building Information Modeling) на стадії загального аналізу об'єкту та стадії проектування.*

## **Задачі дослідження**

*Провести аналіз енергозберігаючих заходів, інженерних систем в адміністративному будинку, а саме порівняння різних джерел теплової енергії та їх ефективність, застосування термомодернізації огорожуючих конструкцій згідно будівельних норм, використання новітніх систем вентиляції.*

## **Об'єкт дослідження**

*Об'єктом дослідження магістерської роботи є системи створення мікроклімату двоповерхової адміністративної будівлі в с. Диканька Полтавської області.*

## **Предмет дослідження**

*Шляхи підвищення енергоефективності систем опалення та вентиляції адміністративної будівлі.*

## **Практичне значення одержаних результатів**

*З розвитком технологій, застосування енергоефективного обладнання для систем створення мікроклімату дозволяє підвищувати клас енергоефективності будівель, що в свою чергу призводить до зниження витрат енергоносіїв.*

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1. Вихідні дані місцевості та відомості про об'єкт

Призначення будинку, характеристика технологічної та будівельної частини:

- Об'єкт: адміністративна будівля;
- Місце розташування: с. Диканька Полтавської області;
- Кількість поверхів: 2;
- Тип огорожувальної конструкції: цегла дворядна
- Утеплювач типу: мінеральна вата на основі базальтового волокна ( $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_0 = 0,039 \text{ Вт/м}\times\text{К}$ ,  $c_0 = 0,84 \text{ кДж/кг}\times\text{К}$ );
- Опалювальні прилади: фанкоїли, сталеві радіатори
- Розводка трубопроводів: двотрубна;
- Температурний режим системи опалення:
- $t_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; (від теплового насосу)

Основні кліматологічні дані місця будівництва:

- Температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92:  $-23 \text{ }^\circ\text{C}$
- Середня температура опалювального періоду:  $t_{\text{сер}} = -0,8 \text{ }^\circ\text{C}$
- Середня річна температура:  $t_{\text{сер річ.}} = 7,8 \text{ }^\circ\text{C}$
- Тривалість опалювального періоду: 178 доби.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		5



розрахунку). Другий варіант розрахунку – зовнішні стіни зведені з цегли товщиною  $d_{\text{цег}}=510$  мм, на яких влаштована теплова ізоляція згідно будівельних норм 2021 року.

Рисунок 2 – Районування України за кількістю градусо-днів опалювального періоду згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010



Рисунок 2 - Районування території України за кількістю градусо-днів опалювального періоду

Рис.2.1 Районування території України за кількістю градусо-днів опалювального періоду

						601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата			7

### **3. Визначення теплової потужності системи опалення**

#### **3.1. Повні проектні втрати тепла опалюваного простору (приміщення)**

Відповідно до EN 12831, загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення за розрахункових умов визначаються за наступною формулою:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}, \text{Вт}$$

де  $\Phi_{T,i}$  – проектні втрати тепла опалюваного простору ( $i$ ) за рахунок теплопередачі через огороження (трансмісійні тепловтрати), Вт;  $\Phi_{v,i}$  – проектні вентиляційні втрати тепла опалюваного простору ( $i$ ), Вт.

#### **3.2 Розрахункове теплове навантаження всієї будівлі**

Розрахункове теплове навантаження для всієї будівлі  $\Phi_{HL}$  (або її частини) розраховується аналогічно рівнянню (3.1), додатково враховуючи надлишкову теплову потужність  $\Sigma\Phi_{RH,i}$ , яка необхідна для компенсації наслідків зниження продуктивності системи опалення. ,

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{v,i} + \Sigma\Phi_{RH,i}$$

де  $\Sigma\Phi_{T,i}$  – сума проектних втрат тепла за рахунок теплопередачі через усі огороження будівлі, за винятком того тепла, що передається всередині будівлі, Вт;  $\Sigma\Phi_{v,i}$  – сума проектних вентиляційних втрат тепла для всіх опалюваних просторів будівлі, Вт;  $\Sigma\Phi_{RH,i}$  – сума надлишків теплової потужності, що необхідні для компенсації наслідків зменшення продуктивності системи опалення, для всіх опалюваних просторів будівлі, Вт (у курсовій роботі приймаємо, що система опалення працює в постійному режимі без зменшення продуктивності: ,  $\Sigma\Phi_{RH,i} = 0$  ).

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		8

### 3.3. Проектні втрати тепла за рахунок теплопередачі

Для розрахунку проектних втрат тепла опалюваного простору за рахунок теплопередачі EN 12831 пропонується наступний вираз:

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

де  $H_{T,ie}$  – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через оболонку будівлі, Вт/К;  $H_{T,iue}$  – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через неопалювані простори (u), Вт/К;  $H_{T,ig}$  – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до ґрунту (g) у сталих умовах, Вт/К;  $H_{T,ij}$  – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) за різниці температур більше 3 °С (тобто до суміжного опалюваного простору в тій самій частині будинку або в прилеглий частині будинку), Вт/К;  $\theta_{int,i}$  – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °С;  $\theta_e$  – проектна зовнішня температура, °С

### 3.4. Втрати тепла безпосередньо назовні

Значення коефіцієнта втрат тепла  $H_{T,ie}$  за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відокремлюють опалюваний простір від зовнішнього середовища (стіни, підлога, покриття, двері, вікна та інше). Згідно зі стандартом EN 12831, також ураховують вплив лінійних теплових мостів

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{Вт / К}$$

де  $A_k$  – площа елемента будинку (k), м<sup>2</sup>;  $U_k$  – коефіцієнт теплопередачі огороження (k), Вт/(м<sup>2</sup> К);  $\psi_l$  – коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту (l), Вт/(м К);

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

$l_i$  – довжина лінійного теплового мосту ( $i$ ) між внутрішнім і зовнішнім просторами, м;  
 $e_k$ ,  $e_l$  – поправкові коефіцієнти на орієнтацію огороження з урахуванням впливу таких факторів, як тип ізоляції, абсорбція вологи елементами будівлі, швидкість вітру та температура повітря (у випадку, якщо ці впливи не були враховані раніше при визначенні коефіцієнта  $U_k$ ). За відсутності національних вимог коефіцієнт  $e_k$  та  $e_l$  приймаю за додатком D.4.1 нормативного документа EN 12831:2003 (E) рівними 1,0.  
 Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель  $R_{q\ min}$  за ДБН В.2.6-31:2021

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q\ min}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

Згідно будинок належить до температурної зони I (рисунок 3.1), а згідно розташований у кліматичному районі I (рисунок 3.2). Районування України за кількістю градусо-днів опалювального періоду згідно показано на рисунку 2.1.

Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в приміщеннях житлових будинків наведені в додатку Г.



Рисунок 3.1 – Температурні зони України за ДБН В.2.6-31:2016.

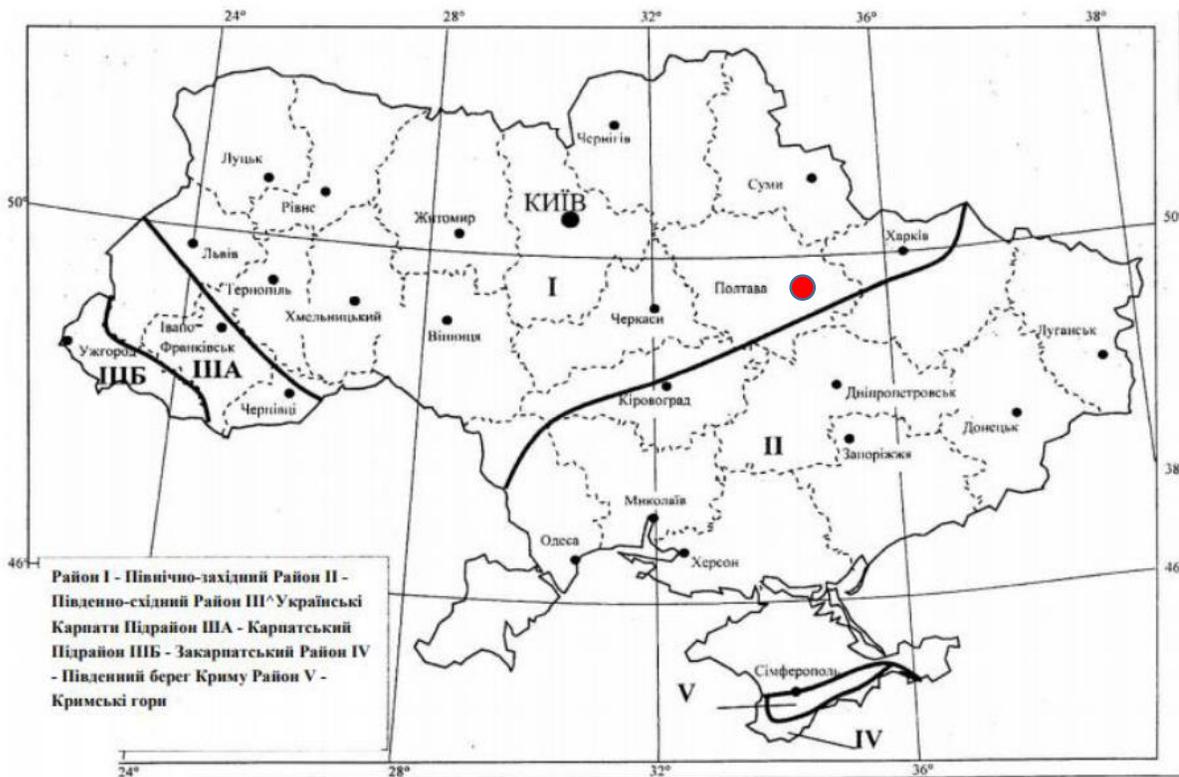


Рисунок 1 - Архітектурно-будівельне кліматичне районування території України

Рисунок 3.2 – Кліматичні райони України за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010

Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР

Арк.

11

$D_d$  – кількість градусо-днів опалювального періоду

$I$  – зона більше ніж 3501 градусо-днів

$II$  – зона менше ніж 3500 градусо-днів

Село Диканька Полтавської області знаходиться у  $I$  зоні. Більше 3501 градусо-днів.

Коефіцієнт теплопередачі стіни розраховується за формулою:

$$U_k = \frac{1}{R_{q\min}} = \frac{1}{4} = 0,25 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття неопалювальних горщ розраховується за формулою:

$$U_k = \frac{1}{R_{q\min}} = \frac{1}{6} = 0,166 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття неопалювальних підвалів розраховується за формулою:

$$U_k = \frac{1}{R_{q\min}} = \frac{1}{5} = 0,2 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Коефіцієнт теплопередачі вікон розраховую за формулою:

$$U_k = \frac{1}{R_{q\min}} = \frac{1}{0,9} = 1,11 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

де  $R_q$  тіп отримано згідно з ДБН В.2.6-31:2016.  $\psi_l$  – величина теплопередачі лінійного теплового мосту, приймаю згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013. У моїй магістерській роботі розглядаються лише лінійні містки тепла в зоні з'єднання віконної конструкції із зовнішньою стіною.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		12

### 3.5. Розрахунок проектних втрат тепла до ґрунту

#### 3.5.1. Коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі до ґрунту

Згідно зі стандартом EN 12831, коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до ґрунту (g) у сталих умовах визначають за таким виразом:

$$H_{T,i} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left( \sum A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w, \text{ Вт / К}$$

де  $f_{g1}$  – поправковий коефіцієнт, що враховує вплив річних коливань зовнішньої температури;  $f_{g2}$  – коефіцієнт зниження температури, що враховує різницю між середньою річною зовнішньою температурою та проектною зовнішньою температурою;  $A_k$  – площа елемента будинку (k), м<sup>2</sup>;  $U_{equiv,k}$  – рівнозначний коефіцієнт теплопередачі елемента огороження (k), Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $G_w$  – коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод.

За відсутності національних вимог поправковий коефіцієнт  $f_{g1}$  приймають рівним 1,45.

Коефіцієнт пониження температури  $f_{g2}$  обчислюють за наступним виразом:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

де  $\theta_{int,i}$  – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °С;  $\theta_{m,e}$  – середня річна зовнішня температура, °С;  $\theta_e$  – проектна зовнішня температура, °С.

Зазвичай ґрунтові води не чинять суттєвого впливу на теплопередачу у ґрунт, за винятком тих випадків, коли рівень ґрунтових вод високий і потік тепла порівняно значний. Коефіцієнт  $G_w$  приймаємо рівним 1,15 у випадку, якщо відстань від дзеркала ґрунтових вод до рівня підлоги менша 1 м;  $G_w = 1,00$  – в усіх інших випадках.

Втрати тепла через підлогу опалювального простору можемо визначити за наступною формулою:

$$\Phi_{T,ig} = f_{g1} \cdot \left( \sum A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}), \text{ Вт / К}$$

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		13

### 3.5.2. Характеристичний розмір підлоги

Для визначення втрат тепла крізь підлогу по ґрунту використовують характеристичний розмір підлоги  $B'$ , який визначають за таким рівнянням:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{143}{0,5 \cdot 51,3} = 5,58 \text{ м};$$

де  $A=143$  – площа підлоги будинку,  $\text{м}^2$ ;  $P=51,3$  – периметр підлоги по обводу зовнішніх стін, м.

### 3.5.3. Рівноважний коефіцієнт теплопередачі

Рівноважні значення коефіцієнта тепловіддачі для підлоги на рівні землі та стін, що примикають до землі, можна визначити за графіком, показаним на малюнку 3.3 (відповідно до EN 12831). У магістерській приймаю, що підлога добре утеплена та значення  $U = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . За відомими  $B'$  та  $U$  за графіками визначаю  $U_{\text{equiv,k}} = 0,30 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

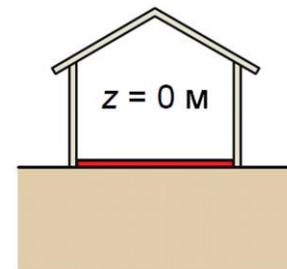
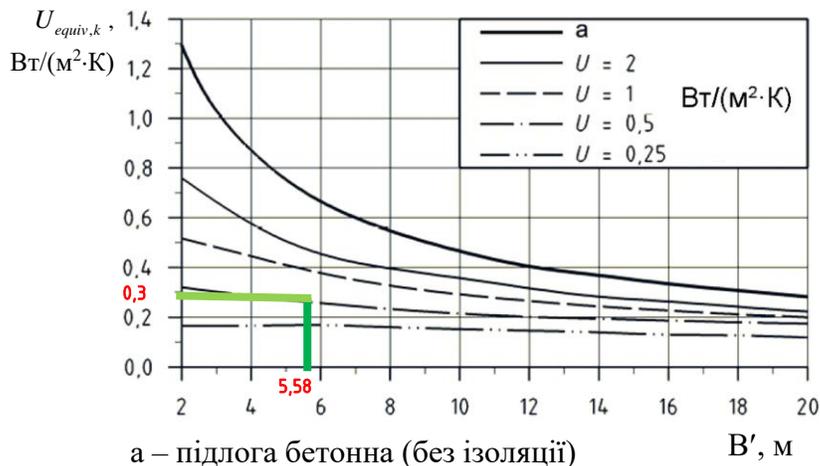


Рис.3.3. Графік визначення рівноважного коефіцієнта тепловіддачі для підлоги на рівні землі

### 3.6.1. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі до утеплення

Втрати тепла зовнішніми конструкціями та витрати тепла на підігрів вентиляційного повітря адміністративної будівлі виробничого підприємства

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		14

розраховані та внесені до таблиці. Перший варіант розрахунку на саму холодну п'ятиденку зі забезпеченістю 0,92, в цьому варіанті зовнішні конструкції без утеплення.

Проектні втрати тепла першого поверху (неутеплені конструкції)

Таблиця 3.1

№ приміщення	Огороджувальні конструкції					$H_{T,j}$	$H_{T,ie}$	$H_{T,ie}$	$\theta_{int} - \theta_e$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_i$	
	Позначення	Розміри		Площа $A_k, m^2$	Коеф. теплопер. $U_k$ $Вт/(m^2 \cdot K)$	$e_k$ попр ав. коеф.	$Вт/К$	$Вт/К$	$Вт/К$	$К$	$Вт$	$Вт$	$Вт$
		$a, m$	$b, m$				$H_{T,iq}$ $Вт/К$						
1-й поверх										$\theta_e$	-23	°C	
101	Теплогенераторна								11,1	$m^2$	$\theta_{int}$	16	°C
	Зов.с.Пд	2,48	3	7,44	0,83	1	0	0	6,17	39	0	241	241
	Зов.с.Сх	4,88	3	13,38	0,83	1	0	0	11,10	39	0	433	433
	Двері Сх	0,92	2	1,84	3,33	1	0	0	6,13	39	0	239	239
	Вікно Сх	0,49	1,6	0,78	2,38	1	0	0	1,87	39	0	73	73
	Підлога	4,88	2,48	12,10	0,40	1,45	0	7,0	0,00	8,2	0	58	58
	Вентил			89,9					30,66	39	1196	0	1196
2391													
102	Роздягальня								16,9	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C
	Зов.с.Пд	3,37	3	9,23	0,83	1	0	0	7,65	45	0	344	344
	Вікно Пд	1,05	1,6	1,68	2,38	1	0	0	4,00	45	0	180	180
	Підлога			16,90	0,40	1,45	0	9,8	0,00	14,2	0	139	139
	Вентил			45,6					15,24	45	686	0	686
1501													
103	Кімната відпочинку								13,6	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C
	Зов.с.Пд	2,59	3	6,89	0,83	1	0	0	5,71	45	0	257	257
	Вікно Пд	1,05	1,6	1,68	2,38	1	0	0	4,00	45	0	180	180
	Підлога			13,60	0,40	1,45	0	7,9	0,00	14,2	0	112	112
	Вентил			36,7					12,27	45	552	0	552
1253													
601 - НТ - 10700938 - КМР											Арк.		
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата								15	

107	Кімната охорони 4,4 м <sup>2</sup>										θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Сх	2,11	3	5,68	0,83	1	0	0	4,71	45	0	212	212
	Вікно Сх	0,87	1,6	1,39	2,38	1	0	0	3,31	45	0	149	149
	Підлога			4,40	0,40	1,45	0	2,6	0,00	14,2	0	36	36
	Вентил			11,9					3,97	45	179	0	179
												728	
108	Коридор 29,5 м <sup>2</sup>										θ <sub>int</sub>	16	°C
	Зов.с.Сх	4,3	3	10,62	0,83	1	0	0	8,81	39	0	344	344
	Двері Сх	1,2	2	2,40	5,00	1	0	0	12,00	39	0	468	468
	Вікно Сх	0,875	1,6	1,40	2,38	1	0	0	3,33	39	0	130	130
	Підлога			29,50	0,40	1,45	0	17,1	0,00	8,2	0	140	140
												1234	
111	Кімната відпочинку 11,9 м <sup>2</sup>										θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Пд	2,48	3	5,68	0,83	1	0	0	4,71	45	0	212	212
	Вікно Пд	1,72	1,6	2,75	2,38	1	0	0	6,55	45	0	295	295
	Підлога			11,90	0,40	1,45	0	6,9	0,00	14,2	0	98	98
	Вентил			32,1					10,73	45	483	0	483
												1240	
112	Роздягальня 13,9 м <sup>2</sup>										θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Пн	3,28	3	8,89	0,83	1	0	0	7,37	45	0	332	332
	Вікно Пн	1,1	1,6	1,76	2,38	1	0	0	4,19	45	0	189	189
	Підлога			13,90	0,40	1,45	0	8,1	0,00	14,2	0	114	114
	Вентил			37,5					12,54	45	564	0	564
												1351	
113	Сходова клітина 13,7 м <sup>2</sup>										θ <sub>int</sub>	16	°C
	Зов.с.Пн	2,48	6	13,88	0,83	1	0	0	11,51	39	0	449	449
	Вікно Пн	1,14	1,6	1,82	2,38	1	0	0	4,34	39	0	169	169
	Зов.с.Сх	6,16	6	34,80	0,83	1	0	0	28,87	39	0	1126	1126
	Вікно Сх	1,2	1,6	3,84	2,38	1	0	0	9,14	39	0	357	357
	Підлога			13,70	0,40	1,45	0	7,9	0,00	8,2	0	65	65
												2318	
												1-й поверх	12016
Змн.	Арк.	№ докцм.		Підпис	Дата		601 - НТ - 10700938 - КМР						Арк.
													16

Проектні втрати тепла другого поверху (неутеплені конструкції)

Таблиця 3.2

№ приміщення	Огороджувальні конструкції						$H_{T,jj}$	$H_{T,iue}$	$H_{T,ie}$	$\theta_{int} - \theta_e$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_i$	
	Позначення	Розміри		Площа $A_k, m^2$	Коеф. теплопер. $U_k$	$e_k$ поправ. коеф.	Вт/К	Вт/К	Вт/К					
		а, м	в, м											Вт/К
<b>2-й поверх</b>											$\theta_e$	-23	°C	
201	<b>Кабінет 13 m<sup>2</sup></b>										$\theta_{int}$	22	°C	
	Зов.с.Пд	2,48	3	6,44	0,83	1	0	0	5,34	45	0	240	240	
	Вікно Пд	1,14	1,6	1,82	2,38	1	0	0	4,34	45	0	195	195	
	Зов.с.Сх	5,73	3	16,16	0,83	1	0	0	13,41	45	0	603	603	
	Вікно Сх	1,16	1,6	1,86	2,38	1	0	0	4,42	45	0	199	199	
	Покриття	5,73	2,5	14,21	1,00	1	0	0	14,21	45	0	639	639	
	Вентил			35,1					11,73	45	528	0	528	
														2557
202	<b>Кабінет 37,4 m<sup>2</sup></b>										$\theta_{int}$	22	°C	
	Зов.с.Пд	5,97	3	16,14	0,83	1	0	0	13,39	45	0	602	602	
	Вікно Пдх2	1,05	1,6	3,36	2,38	1	0	0	8,00	45	0	360	360	
	Покриття	5,97	6,8	40,60	1,00	1	0	0	40,60	45	0	1827	1827	
	Вентил			101,0					33,73	45	1518	0	1518	
														4459
203	<b>СВ 5,1 m<sup>2</sup></b>										$\theta_{int}$	16	°C	
	Покриття	2,3	2,6	5,98	1,00	1	0	0	5,98	39	0	233	233	
	Вентил			50,0					17,05	39	665	0	665	
														1050
204	<b>Серверна 6,7 m<sup>2</sup></b>										$\theta_{int}$	22	°C	
	Покриття	1,89	4,1	7,75	0,17	1	0	0	1,29	39	0	50	50	
	Вентил			55,0					18,37	39	717	0	717	
														919
205	<b>Кабінет 22,6 m<sup>2</sup></b>										$\theta_{int}$	22	°C	
	Зов.с.Пн	4,1	3	10,54	0,83	1	0	0	8,75	45	0	394	394	
	Вікно Пн	1,72	1,6	2,75	2,38	1	0	0	6,55	45	0	295	295	
	Покриття	6,1	4,1	25,01	1,00	1	0	0	25,01	45	0	1125	1125	
Вентил			61,0					20,38	45	917	0	917		
<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>												Арк.		
Змн.	Арк.	№ докцм.		Підпис	Дата							17		

													2883	
206	Коридор 20 м <sup>2</sup>											$\theta_{int}$	16	°C
	Зов.с.Пн	1,84	3	4,58	0,30	1	0	0	1,39	39	0	54	54	
	Вікно Пн	1,09	1,6	1,74	1,33	1	0	0	2,33	39	0	91	91	
	Покриття			20,00	0,17	1	0	0	3,33	39	0	130	130	
													427	
207	Кабінет 6,9 м <sup>2</sup>											$\theta_{int}$	22	°C
	Зов.с.Сх	3,3	3	8,91	0,83	1	0	0	7,39	45	0	333	333	
	Вікно Сх	1,13	1,6	1,81	2,38	1	0	0	4,30	45	0	194	194	
	Покриття	3,3	2,5	8,25	0,17	1	0	0	1,38	45	0	62	62	
Вентил			18,6					6,22	45	280	0	280		
													1020	
2-й поверх												13316		
Усього по будинку												25332		

### 3.6.2.Визначення теплової потужності системи опалення будівлі після утеплення

Другий варіант розрахунку втрат тепла **утепленими** зовнішніми конструкціями (згідно ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [2]) та витрат тепла на підігрів вентиляційного повітря адміністративної будівлі виробничого підприємства внесений до таблиці 3.3.

Проектні втрати тепла першого поверху (утеплені конструкції) Таблиця 3.3

№ приміщення	Огороджувальні конструкції					$H_{T,ij}$	$H_{T,iue}$	$H_{T,ie}$	$\theta_{int} - \theta_e$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_i$
	Позначення	Розміри		Пло-ща $A_k, m^2$	Коеф. тепло-пер. $U_k,$ $Вт/(m^2 \cdot K)$	$e_k$ поп-рав. коэф.	$H_{T,ij}$	$H_{T,iq}$				
		a, м	b, м									
1-й поверх										$\theta_e$	-23	°C

Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата	601 - НТ - 10700938 - КМР	Арк.
						18

101	Теплогенераторна 11,1 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 16 °С												
	Зов.с.Пд	2,5	3	7,44	0,25	1	0	0	1,86	39	0	73	73
	Зов.с.Сх	4,9	3	13,38	0,25	1	0	0	3,35	39	0	130	130
	Двері Сх	0,9	2	1,84	1,43	1	0	0	2,63	39	0	103	103
	Вікно Сх	0,5	1,6	0,78	1,11	1	0	0	0,87	39	0	34	34
	Підлога	4,9	2,5	12,10	0,30	1,45	0	5,3	0,00	8,2	0	43	43
	Вентил			89,9					30,66	39	1196	0	1196
												1730	
102	Роздягальня 16,9 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	Зов.с.Пд	3,4	3	9,23	0,25	1	0	0	2,31	45	0	104	104
	Вікно Пд	1,1	1,6	1,68	1,11	1	0	0	1,87	45	0	84	84
	Підлога			16,90	0,30	1,45	0	7,4	0,00	14,2	0	104	104
	Вентил			45,6					15,24	45	686	0	686
												1130	
103	Кімната відпочинку 13,6 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	Зов.с.Пд	2,6	3	6,89	0,25	1	0	0	1,72	45	0	77	77
	Вікно Пд	1,1	1,6	1,68	1,11	1	0	0	1,87	45	0	84	84
	Підлога			13,60	0,30	1,45	0	5,9	0,00	14,2	0	84	84
	Вентил			36,7					12,27	45	552	0	552
												949	
107	Кімната охорони 4,4 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	Зов.с.Сх	2,1	3	5,68	0,25	1	0	0	1,42	45	0	64	64
	Вікно Сх	0,9	1,6	1,39	1,11	1	0	0	1,55	45	0	70	70
	Підлога			4,40	0,30	1,45	0	1,9	0,00	14,2	0	27	27
	Вентил			11,9					3,97	45	179	0	179
												491	
108	Коридор 29,5 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 16 °С												
	Зов.с.Сх	4,3	3	10,62	0,25	1	0	0	2,66	39	0	104	104
	Двері Сх	1,2	2	2,40	1,43	1	0	0	3,43	39	0	134	134
	Вікно Сх	0,9	1,6	1,40	1,11	1	0	0	1,56	39	0	61	61
	Підлога			29,50	0,30	1,45	0	12,8	0,00	8,2	0	105	105
												555	
111	Кімната відпочинку 11,9 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	Зов.с.Пд	2,5	3	5,68	0,25	1	0	0	1,42	45	0	64	64
	Вікно Пд	1,7	1,6	2,75	1,11	1	0	0	3,06	45	0	138	138
	Підлога			11,90	0,30	1,45	0	5,2	0,00	14,2	0	74	74
	Вентил			32,1					10,73	45	483	0	483
												910	
112	Роздягальня 13,9 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	Зов.с.Пн	3,3	3	8,89	0,25	1	0	0	2,22	45	0	100	100
	Вікно Пн	1,1	1,6	1,76	1,11	1	0	0	1,96	45	0	88	88
	Підлога			13,90	0,30	1,45	0	6,0	0,00	14,2	0	86	86
Змн.	Арк.	№ докцм.		Підпис	Дата		601 - НТ - 10700938 - КМР						Арк.
													19

	Вентил			37,5					12,54	45	564	0	564
													990
113	Сходова клітина 13,7 м <sup>2</sup>										$\theta_{int}$	16	°C
	Зов.с.Пн	2,5	6	13,88	0,25	1	0	0	3,47	39	0	135	135
	Вікно Пн	1,1	1,6	1,82	1,11	1	0	0	2,03	39	0	79	79
	Зов.с.Сх	6,2	6	34,80	0,25	1	0	0	8,70	39	0	339	339
	Вікно Сх	1,2	1,6	3,84	1,11	1	0	0	4,27	39	0	166	166
	Підлога			13,70	0,30	1,45	0	6,0	0,00	8,2	0	49	49
												921	
												1-й поверх	7677

Проектні втрати тепла другого поверху (утеплені конструкції) Таблиця 3.4

№ приміщення	Огороджувальні конструкції					$H_{T,jj}$ Вт/К	$H_{T,iue}$ Вт/К	$H_{T,ie}$ Вт/К	$\theta_{int} - \theta_e$ К	$\Phi_{V,i}$ Вт	$\Phi_{T,i}$ Вт	$\Phi_i$ Вт		
	Позначення	Розміри		Пло- ща $A_k, \text{м}^2$	Коеф. тепло- пер. $U_k,$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)								$e_k$ по- прав. коеф.	$H_{T,iq}$ Вт/К
		а, м	в, м											
2-й поверх										$\theta_e$	-23	°C		
201	Кабінет 13 м <sup>2</sup>										$\theta_{int}$	22	°C	
	Зов.с.Пд	2,48	3	6,44	0,25	1	0	0	1,61	45	0	72	72	
	Вікно Пд	1,14	1,6	1,82	1,11	1	0	0	2,03	45	0	91	91	
	Зов.с.Сх	5,73	3	16,16	0,25	1	0	0	4,04	45	0	182	182	
	Вікно Сх	1,16	1,6	1,86	1,11	1	0	0	2,06	45	0	93	93	
	Покриття	5,73	2,48	14,21	0,17	1	0	0	2,37	45	0	107	107	
	Вентил			35,1					11,73	45	528	0	528	
												1224		
202	Кабінет 37,4 м <sup>2</sup>										$\theta_{int}$	22	°C	
	Зов.с.Пд	5,97	3	16,14	0,25	1	0	0	4,04	45	0	182	182	
	Вікно Пдх2	1,05	1,6	3,36	1,11	1	0	0	3,73	45	0	168	168	
	Покриття	5,97	6,8	40,60	0,17	1	0	0	6,77	45	0	304	304	
	Вентил			101,0					33,73	45	1518	0	1518	
												2324		
203	СВ 5,1 м <sup>2</sup>										$\theta_{int}$	16	°C	
	Покриття	2,3	2,6	5,98	0,17	1	0	0	1,00	39	0	39	39	
	Вентил			50,0					17,05	39	665	0	665	
												856		

204	<i>Серверна</i> 6,7 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	<i>Покриття</i>	1,89	4,1	7,75	0,17	1	0	0	1,29	39	0	50	50
	<i>Вентил</i>			55,0					18,37	39	717	0	717
													919
205	<i>Кабінет</i> 22,6 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	<i>Зов.с.Пн</i>	4,1	3	10,54	0,25	1	0	0	2,64	45	0	119	119
	<i>Вікно Пн</i>	1,72	1,6	2,75	1,11	1	0	0	3,06	45	0	138	138
	<i>Покриття</i>	6,1	4,1	25,01	0,17	1	0	0	4,17	45	0	188	188
	<i>Вентил</i>			61,0					20,38	45	917	0	917
												1513	
206	<i>Коридор</i> 20 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 16 °С												
	<i>Зов.с.Пн</i>	1,84	3	4,58	0,25	1	0	0	1,15	39	0	45	45
	<i>Вікно Пн</i>	1,09	1,6	1,74	1,11	1	0	0	1,94	39	0	76	76
	<i>Покриття</i>			20,00	0,17	1	0	0	3,33	39	0	130	130
												402	
207	<i>Кабінет</i> 6,9 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °С												
	<i>Зов.с.Сх</i>	3,3	3	8,91	0,25	1	0	0	2,23	45	0	100	100
	<i>Вікно Сх</i>	1,13	1,6	1,81	1,11	1	0	0	2,01	45	0	90	90
	<i>Покриття</i>	3,3	2,5	8,25	0,17	1	0	0	1,38	45	0	62	62
	<i>Вентил</i>			18,6					6,22	45	280	0	280
												685	
												<i>2-й поверх</i>	7923
												<i>Усього по будинку</i>	15600

Порівнюючи два варіанти розрахунку тепловтрат будинком, до утеплення вони склали 25332 Вт та після утеплення - 15600 Вт, можна зробити висновок, що відбулося зниження максимальної потужності системи опалення в результаті утеплення зовнішніх конструкцій будівлі на 38,4% (9732Вт). В цих двох варіантах розрахунку припливне вентиляційне повітря підігрівається за рахунок системи опалення, т.я. система вентиляції природня за рахунок провітрювання вікнами.

					<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

### 3.6.3. Визначення теплової потужності системи опалення будівлі в випадку влаштування механічної системи вентиляції з калорифером, рекуператором

В третьому варіанті, коли ми влаштуємо механічну систему з рекуперацією або без, витрати тепла на підігрів припливного вентиляційного повітря компенсуються вже не системою опалення, а безпосередньо калорифером системи вентиляції чи рекуператором. Тоді розраховується навантаження на систему опалення вже без підігріву вентиляційного повітря. Результати розрахунку в таблицях 3.5–3.6.

Проектні втрати тепла першого поверху (утеплені конструкції) та механічна система вентиляції

Таблиця 3.5

№ приміщення	Огороджувальні конструкції						$H_{T,ij}$	$H_{T,iue}$	$H_{T,ie}$	$\theta_{int} - \theta_e$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_i$		
	Позначення	Розміри		Площа $A_k, m^2$	Коеф. теплопер. $U_k$	$e_k$	Вт/К	Вт/К	Вт/К						
		а, м	в, м											Вт/( $m^2 \cdot K$ )	Вт/К
1-й поверх											$\theta_e$	-23	°C		
Теплогенераторна											11,1	$m^2$	$\theta_{int}$	16	°C
101	Зов.с.Пд	2,5	3	7,44	0,25	1	0	0	1,86	39	0	73	73		
	Зов.с.Сх	4,9	3	13,38	0,25	1	0	0	3,35	39	0	130	130		
	Двері Сх	0,9	2	1,84	1,43	1	0	0	2,63	39	0	103	103		
	Вікно Сх	0,5	1,6	0,78	1,11	1	0	0	0,87	39	0	34	34		
	Підлога	4,9	2,5	12,10	0,30	1,45	0	5,3	0,00	8,2	0	43	43		
	Вентил			89,9					30,66	39	1196	0	1196		
															1730
102	Роздягальня						16,9	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C				

	Зов.с.Пд	3,4	3	9,23	0,25	1	0	0	2,31	45	0	104	104		
	Вікно Пд	1,1	1,6	1,68	1,11	1	0	0	1,87	45	0	84	84		
	Підлога			16,90	0,30	1,45	0	7,4	0,00	14,2	0	104	104		
													444		
103	Кімната відпочинку										13,6	м <sup>2</sup>	θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Пд	2,6	3	6,89	0,25	1	0	0	1,72	45	0	77	77		
	Вікно Пд	1,1	1,6	1,68	1,11	1	0	0	1,87	45	0	84	84		
	Підлога			13,60	0,30	1,45	0	5,9	0,00	14,2	0	84	84		
													397		
107	Кімната охорони										4,4	м <sup>2</sup>	θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Сх	2,1	3	5,68	0,25	1	0	0	1,42	45	0	64	64		
	Вікно Сх	0,9	1,6	1,39	1,11	1	0	0	1,55	45	0	70	70		
	Підлога			4,40	0,30	1,45	0	1,9	0,00	14,2	0	27	27		
													313		
108	Коридор										29,5	м <sup>2</sup>	θ <sub>int</sub>	16	°C
	Зов.с.Сх	4,3	3	10,62	0,25	1	0	0	2,66	39	0	104	104		
	Двері Сх	1,2	2	2,40	1,43	1	0	0	3,43	39	0	134	134		
	Вікно Сх	0,9	1,6	1,40	1,11	1	0	0	1,56	39	0	61	61		
	Підлога			29,50	0,30	1,45	0	12,8	0,00	8,2	0	105	105		
													555		
111	Кімната відпочинку										11,9	м <sup>2</sup>	θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Пд	2,5	3	5,68	0,25	1	0	0	1,42	45	0	64	64		
	Вікно Пд	1,7	1,6	2,75	1,11	1	0	0	3,06	45	0	138	138		
	Підлога			11,90	0,30	1,45	0	5,2	0,00	14,2	0	74	74		
													427		
112	Роздягальня										13,9	м <sup>2</sup>	θ <sub>int</sub>	22	°C
	Зов.с.Пн	3,3	3	8,89	0,25	1	0	0	2,22	45	0	100	100		
	Вікно Пн	1,1	1,6	1,76	1,11	1	0	0	1,96	45	0	88	88		
	Підлога			13,90	0,30	1,45	0	6,0	0,00	14,2	0	86	86		
													426		
113	Сходові клітина										13,7	м <sup>2</sup>	θ <sub>int</sub>	16	°C
	Зов.с.Пн	2,5	6	13,88	0,25	1	0	0	3,47	39	0	135	135		
	Вікно Пн	1,1	1,6	1,82	1,11	1	0	0	2,03	39	0	79	79		
	Зов.с.Сх	6,2	6	34,80	0,25	1	0	0	8,70	39	0	339	339		
	Вікно Сх	1,2	1,6	3,84	1,11	1	0	0	4,27	39	0	166	166		

					601 - НТ - 10700938 - КМР								Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата									23

Підлога		13,70	0,30	1,45	0	6,0	0,00	8,2	0	49	49	
											921	
											1-й поверх	5214

Проектні втрати тепла другого поверху (утеплені конструкції) та механічна система вентиляції

Таблиця 3.6

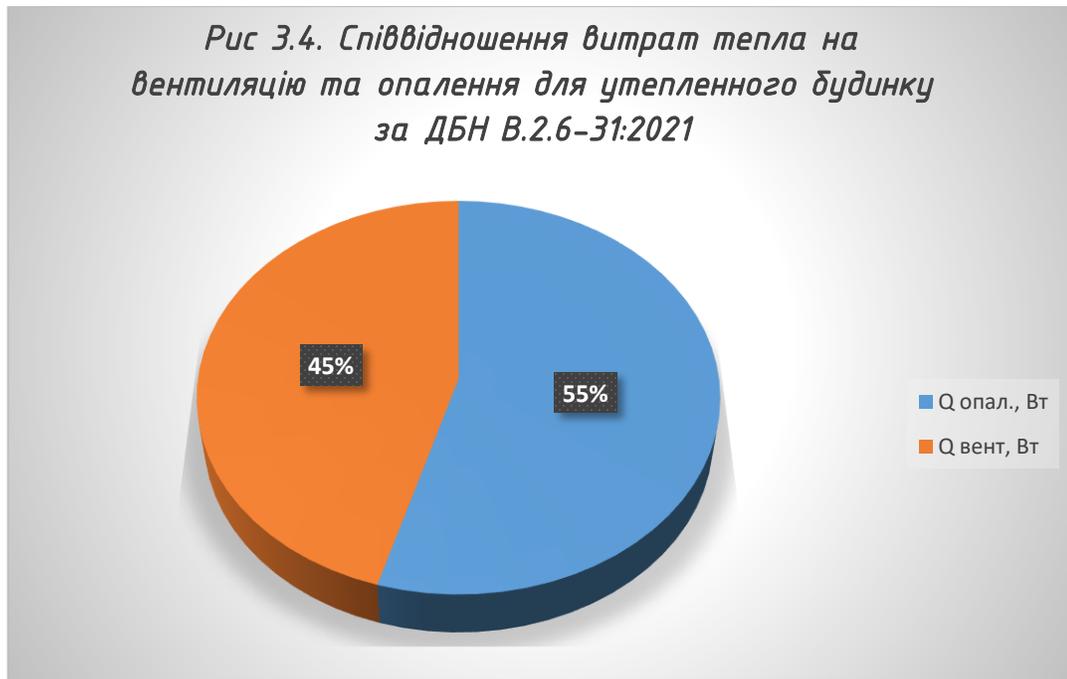
№ приміщення	Огороджувальні конструкції						$H_{T,ij}$	$H_{T,iue}$	$H_{T,ie}$	$\theta_{int} - \theta_e$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_i$
	Позначення	Розміри		Пло- ща $A_k, m^2$	Коеф. тепло- пер. $U_k$	$e_k$ по- прав. коэф.	$Bm/K$	$Bm/K$	$Bm/K$				
		$a, m$	$b, m$										
2-й поверх											$\theta_e$	-23	°C
201	Кабінет						13	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C		
	Зов.с.Пд	2,48	3	6,44	0,25	1	0	0	1,61	45	0	72	72
	Вікно Пд	1,14	1,6	1,82	1,11	1	0	0	2,03	45	0	91	91
	Зов.с.Сх	5,73	3	16,16	0,25	1	0	0	4,04	45	0	182	182
	Вікно Сх	1,16	1,6	1,86	1,11	1	0	0	2,06	45	0	93	93
	Покриття	5,73	2,48	14,21	0,17	1	0	0	2,37	45	0	107	107
												697	
202	Кабінет						37,4	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C		
	Зов.с.Пд	5,97	3	16,14	0,25	1	0	0	4,04	45	0	182	182
	Вікно Пдх2	1,05	1,6	3,36	1,11	1	0	0	3,73	45	0	168	168
	Покриття	5,97	6,8	40,60	0,17	1	0	0	6,77	45	0	304	304
												806	
203	СВ						5,1	$m^2$	$\theta_{int}$	16	°C		
	Покриття	2,3	2,6	5,98	0,17	1	0	0	1,00	39	0	39	39
												191	
204	Серверна						6,7	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C		
	Покриття	1,89	4,1	7,75	0,17	1	0	0	1,29	39	0	50	50
												202	
205	Кабінет						22,6	$m^2$	$\theta_{int}$	22	°C		
	Зов.с.Пн	4,1	3	10,54	0,25	1	0	0	2,64	45	0	119	119
	Вікно Пн	1,72	1,6	2,75	1,11	1	0	0	3,06	45	0	138	138
601 - НТ - 10700938 - КМР											Арк.	24	
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата									

	Покриття	6,1	4,1	25,01	0,17	1	0	0	4,17	45	0	188	188
													596
206	Коридор 20 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 16 °C												
	Зов.с.Пн	1,84	3	4,58	0,25	1	0	0	1,15	39	0	45	45
	Вікно Пн	1,09	1,6	1,74	1,11	1	0	0	1,94	39	0	76	76
	Покриття			20,00	0,17	1	0	0	3,33	39	0	130	130
													402
207	Кабінет 6,9 м <sup>2</sup> θ <sub>int</sub> 22 °C												
	Зов.с.Сх	3,3	3	8,91	0,25	1	0	0	2,23	45	0	100	100
	Вікно Сх	1,13	1,6	1,81	1,11	1	0	0	2,01	45	0	90	90
	Покриття	3,3	2,5	8,25	0,17	1	0	0	1,38	45	0	62	62
													405
												2-й поверх	3299
												Усього по будинку	8512

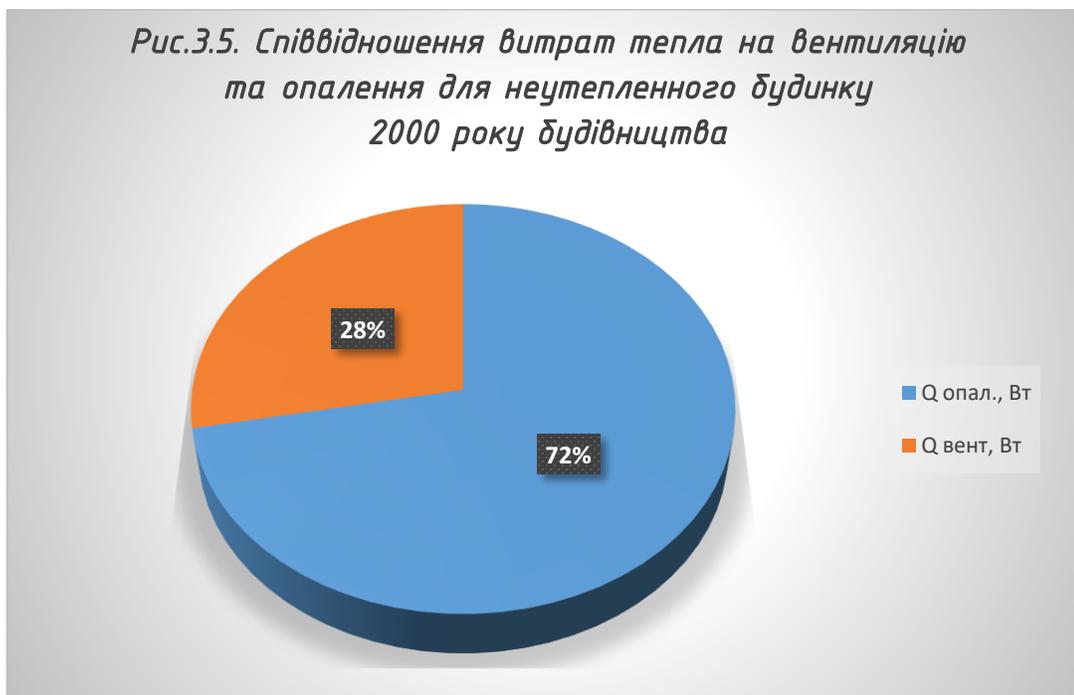
В результаті проведеного розрахунку за третім варіантом, визначили, що витрати тепла на систему вентиляції склали 7088 Вт. За другим варіантом з врахуванням нагріву вентиляційного повітря - 15600 Вт. Відповідно доля втрат тепла з вентиляційним повітрям складає 7088 Вт/ 15600 Вт - це 45% від загальних тепловтрат утепленого будинку (другий варіант), . 7088Вт/25332Вт - це 28% для неутепленого будинку орієнтовно 2000 року будівництва (перший варіант).

					601 - НТ - 10700938 - КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докм.	Підпис	Дата		25

*Рис 3.4. Співвідношення витрат тепла на вентиляцію та опалення для утепленого будинку за ДБН В.2.6-31:2021*



*Рис.3.5. Співвідношення витрат тепла на вентиляцію та опалення для неутепленого будинку 2000 року будівництва*



*Після проведення третього варіанту розрахунку тепловтрат, були отримані втрати тепла на будинок, для варіанту встановлення теплового насосу та рекуператору вентиляційного повітря. В цьому випадку припливне повітря підігрівається в рекуператорі.*

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		26

#### 4. Параметри та характеристики роботи системи вентиляції будівлі з застосуванням різних конструктивних рішень

##### ХАРАКТЕРИСТИКИ MVS1100-DW

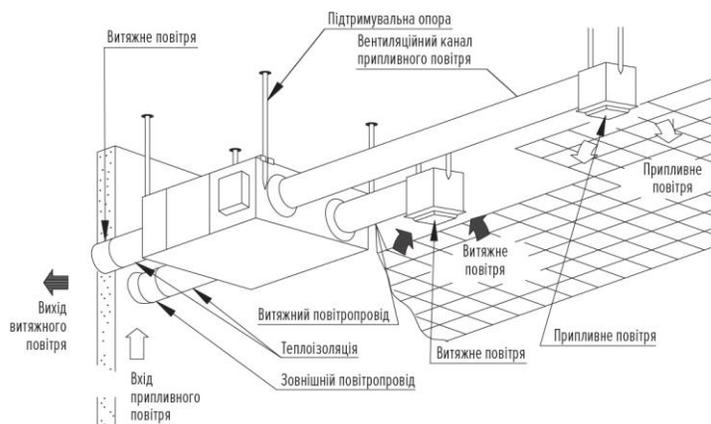


Рис. 4.1. Монтажна схема MVS1100-DW

Таблиця 4.1 Технічні характеристики рекуператора повітря MVS1100-DW

Живлення	Швидкість	Потужність	Струм	Потік повітря м <sup>3</sup> /год	ESP Pa	Ефективність обміну температурою %	Ефективність обміну ентальпією		Рівень шуму дБ / А	Вага кг
							Охолодження	Нагрівання		
220V-50Hz	1	32.2	0.33	200	25	83	70	75	25	61
	2	60	0.58	288	31	81	68	73	27	
	3	100	0.83	376	37	80	67	72	29	
	4	130	1.08	464	43	78	65	70	30	
	5	160	1.32	552	49	77	64	68	32	
	6	200	1.56	640	55	75	63	67	34	
	7	230	1.8	728	61	73	61	65	36	
	8	260	2.05	816	67	72	60	64	38	
	9	290	2.3	904	73	71	59	63	40	
	10	327	2.54	1000	86	70	58	62	42	

1. Вхідна потужність, струм і ефективність обміну перевірені під стандартним потоком повітря.
2. Рівень шуму: Звук вимірюється на 1,5 м нижче центру корпусу. Значення шуму вимірюється в приміщенні для випробування напівехогенного шуму. В реальних умовах, через вплив звуку навколишнього середовища, значення шуму буде більшим, ніж позначене значення.

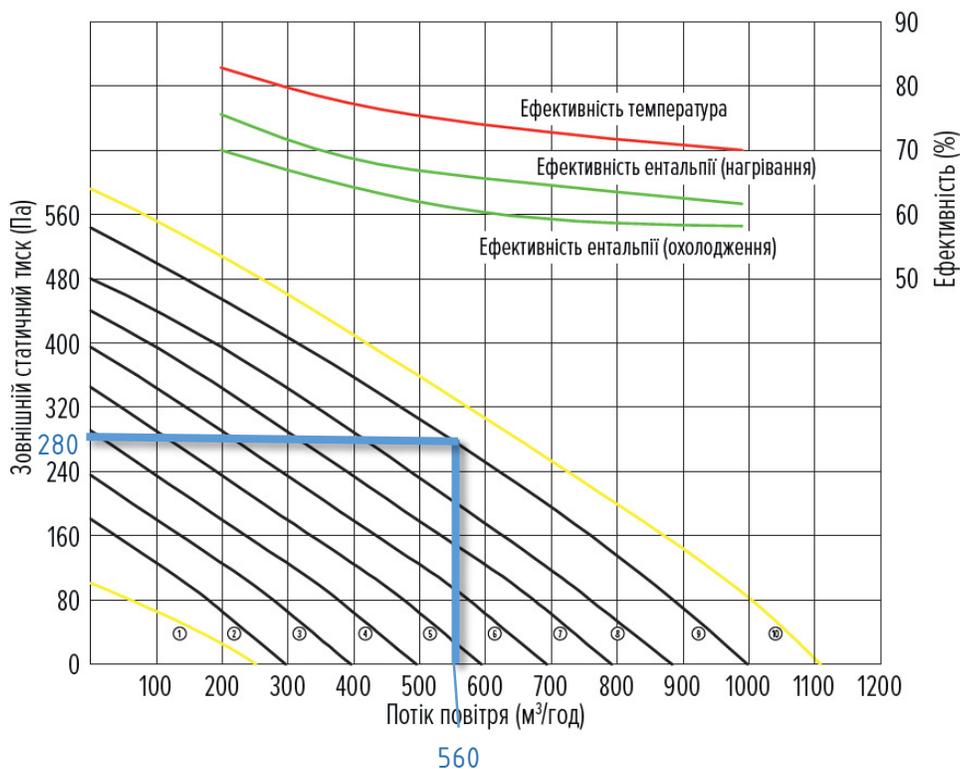


Рис.4.2. Графік характеристик установки MVS1100-DW

Мінімальна кількість свіжого припливного повітря для приміщень, в яких можливо використовувати вентиляційні системи з рекуперацією тепла (це всі адміністративні приміщення за виключенням душових, санвузлів, теплогенераторної), складає 560 м³/год. Згідно графіка характеристик установки MVS1100-DW: потік повітря складає 560 м³/год, втрати тиску в системі вентиляції 280 Па, швидкість роботи вентиляторів – 9, потужність установки – 290 Вт, ефективність теплообміну – 71%.

**Графік витрати теплоти, залежно від тривалості різних температур зовнішнього повітря протягом року**

В адміністративному будинку, для якого проектується система вентиляції, кількість свіжого припливного повітря складає 560 м³/год. Кількість повітря, яке видаляється з приміщень, дорівнює кількості припливного. В цьому випадку, при

проходженні крізь рекуператор припливне повітря, забираючи енергію від повітря, що видаляється, нагріється на таку ж кількість градусів, на яку охолodиться повітря, що видаляється. Для різних діапазонів зовнішніх температур побудовані графіки температури припливного та витяжного повітря в рекуператорі. Кількість теплової енергії на нагрів 560 м<sup>3</sup>/год повітря від зовнішньої температури -23°C до температури в приміщенні +22°C буде визначатися за формулою:

$$Q_{\text{вент}} = L_{\text{пр}} \cdot \rho_{\text{повіт}} \cdot c_{\text{повіт}} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}) / 3600 = L_{\text{пр}} \cdot \frac{353}{(273 + \theta_{\text{ext}})} \cdot c_{\text{повіт}} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}) / 3600 =$$

$$560 \cdot \frac{353}{(273 + (-23))} \cdot 1,005 \cdot (22 - (-23)) / 3600 = 9,9 \text{ кВт.}$$

Кількість теплоти, яку необхідно витратити на вентиляцію приміщень, залежить від тривалості стояння температур зовнішнього повітря, її можна визначити та відобразити у вигляді графіка річних витрат, як показано на рис.4.4. Графік витрат теплоти на вентиляцію будують в залежності від тривалості різних температур зовнішнього повітря. Площа помаранчевого кольору на графіку рис.4.4 характеризує енергію, заощаджену за рахунок встановлення рекуператора тепла.

Витрати теплоти на вентиляцію при будь-якій температурі зовнішнього повітря визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{п.в.}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з.р.}}},$$

де  $t_{\text{в}}$  – температура внутрішнього повітря, °C,

$t_{\text{з}}$  – температура зовнішнього повітря, °C,

$t_{\text{з.р.}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		29

Проводимо аналіз зміни температур припливного та видаляемого повітря в рекуператорі у всіх діапазонах роботи рекуператора протягом опалювального періоду:

1) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря з температурою  $-23^{\circ}\text{C}$ , виникає ризик обмерзання пластин рекуператора, тому повітря підігрівається від  $-23^{\circ}\text{C}$  тільки до  $+10^{\circ}\text{C}$ , а потім догрівається в електричному калорифері. В цьому випадку ефективність рекуперації дорівнює:

$$K_t = (t_{np} - t_3) / (t_6 - t_3) = (10 + 23) / (22 + 23) = 0,73$$

З формул, що вище наведені, витрати теплоти на вентиляцію без рекуперації, тобто потужність електричного калорифера, будуть дорівнювати:

$$Q_{рекуп} = Q_в \cdot (1 - K_t) = 9,9 \cdot (1 - 0,73) = 2,6 \text{ кВт.}$$

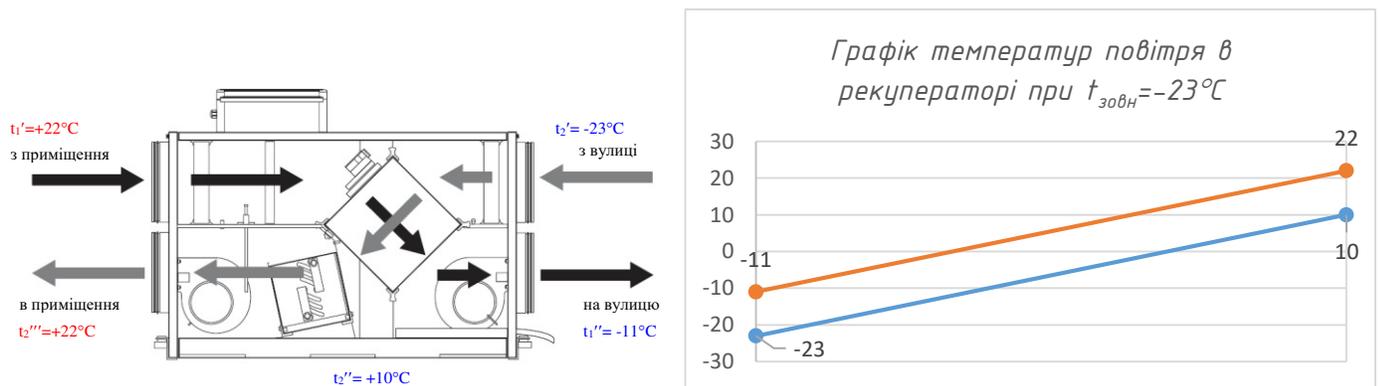


Рис.4.3 а

2) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+14^{\circ}\text{C}$

$$K_t = (t_{np} - t_3) / (t_6 - t_3) = (14 + 20) / (22 + 20) = 0,81$$

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря  $-20^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $+1^{\circ}\text{C}$ .

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{рекуп} = Q_в \cdot (1 - K_t) = 9,3 \cdot (1 - 0,81) = 1,8 \text{ кВт.}$$

					601 - НТ - 10700938 - КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		30

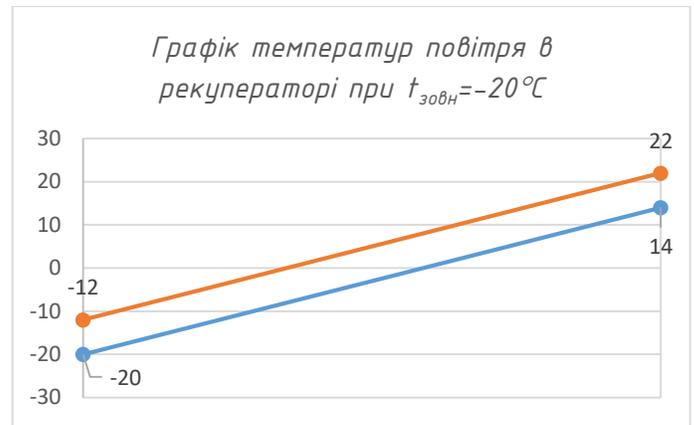
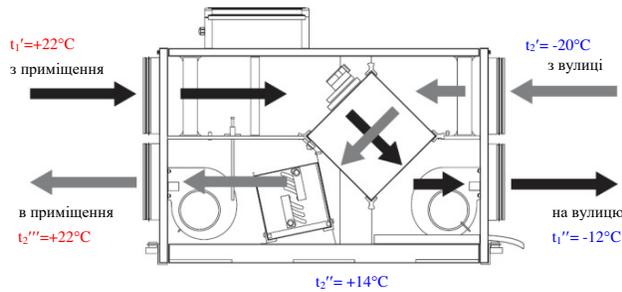


Рис.4.3 б

3) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від  $-15^\circ\text{C}$  до  $+15^\circ\text{C}$

$$K_t = (t_{np} - t_3) / (t_6 - t_3) = (15 + 15) / (22 + 15) = 0,81$$

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря  $-15^\circ\text{C}$  дорівнює  $+4^\circ\text{C}$ .

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{\text{рекуп}} = Q_6 \cdot (1 - K_t) = 8,2 \cdot (1 - 0,81) = 1,5 \text{ кВт.}$$

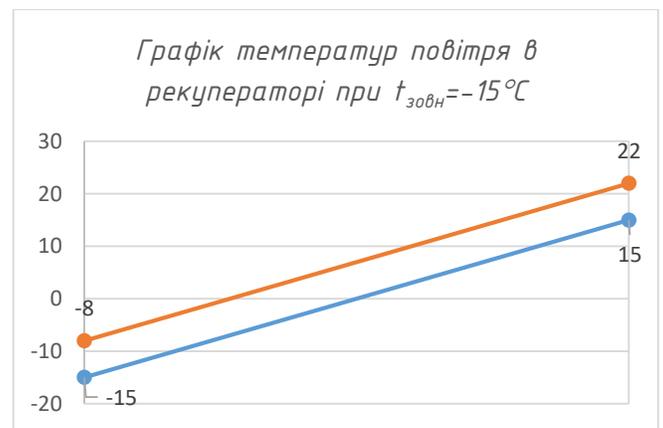
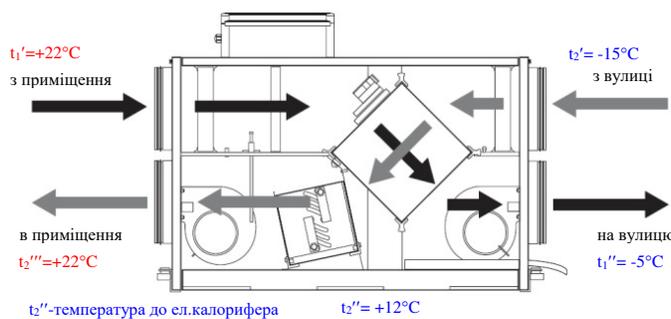


Рис.4.3 в

4) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від  $-10^\circ\text{C}$  до  $+16^\circ\text{C}$

$$K_t = (t_{np} - t_3) / (t_6 - t_3) = (16 + 10) / (22 + 10) = 0,81$$

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря  $-10^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $+6^{\circ}\text{C}$ .

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{\text{рекуп}} = Q_{\text{в}} \cdot (1 - K_t) = 7,1 \cdot (1 - 0,81) = 1,3 \text{ кВт.}$$

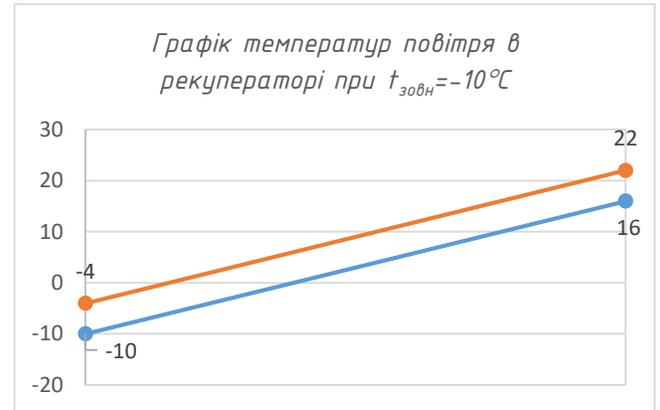
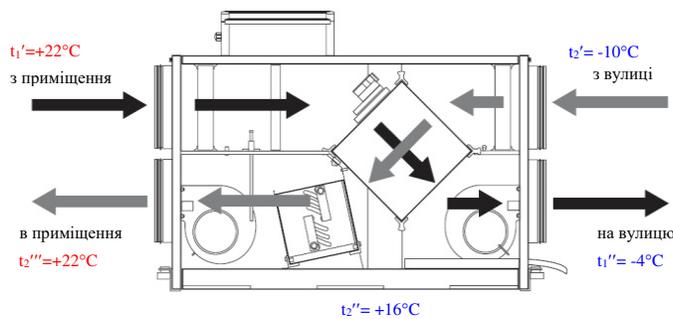


Рис.4.3 з

5) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+17^{\circ}\text{C}$

$$K_t = (t_{\text{пр}} - t_3) / (t_6 - t_3) = (17 + 5) / (22 + 5) = 0,81$$

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря  $-5^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $+9^{\circ}\text{C}$ .

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{\text{рекуп}} = Q_{\text{в}} \cdot (1 - K_t) = 6 \cdot (1 - 0,81) = 1,1 \text{ кВт.}$$

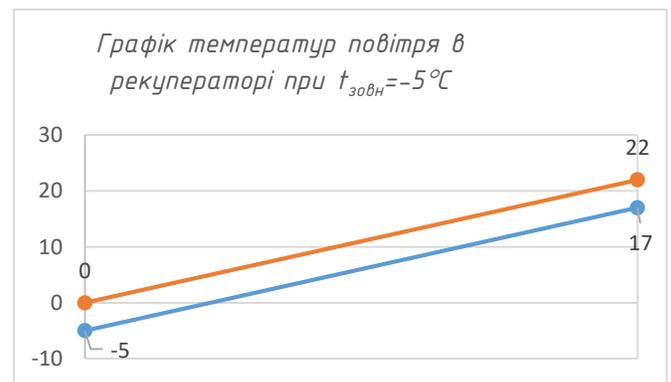
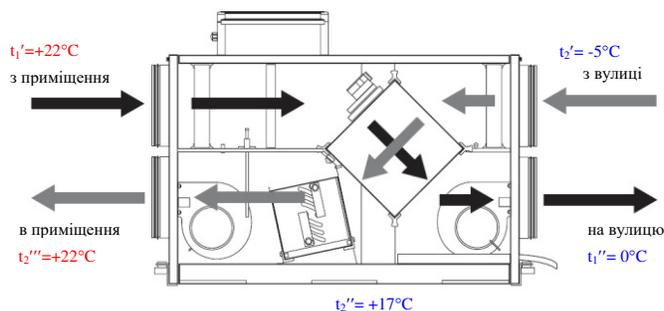


Рис.4.3 д

Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР

Арк.

32

б) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від 0°C до +17°C

$$K_t = (t_{np} - t_3) / (t_6 - t_3) = (17 - 0) / (22 - 0) = 0,77$$

Коли зовнішня температура 0°C та вище: підігріти зовнішнє повітря вище ніж до +17°C неможливо, т.я. повітря, яке гріє, має температуру +22°C. З підвищенням температури зовнішнього повітря відбувається зменшення потенціалу рекуператора та його ефективності. Загроза обмерзання зникає, проте з'являються обмеження в різницях температур між повітрям, яке нагрівається, та повітрям, яке гріє - мінімальний ефективний перепад 5°C.

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря 0°C дорівнює +11°C.

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{рекуп} = Q_в \cdot (1 - K_t) = 4,9 \cdot (1 - 0,77) = 1,1 \text{ кВт.}$$

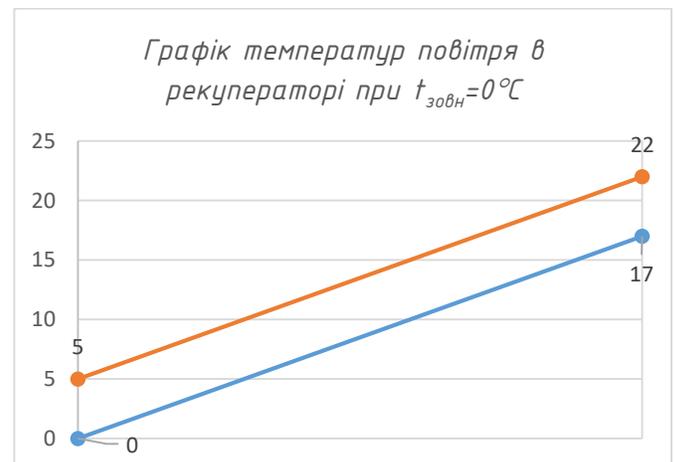
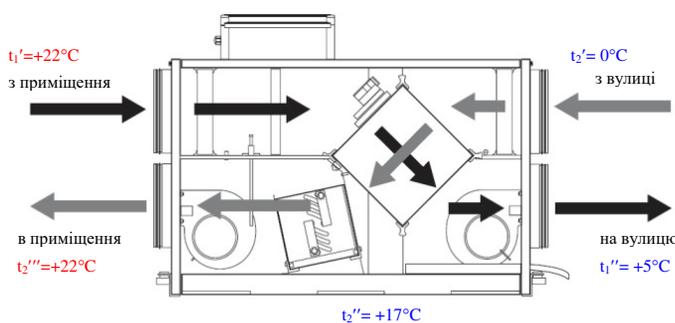


Рис.4.3 е

г) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від +5°C до +17°C

$$K_t = (t_{np} - t_3) / (t_6 - t_3) = (17 - 5) / (22 - 5) = 0,71$$

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря +5°C дорівнює +14°C.

					601 - НТ - 10700938 - КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		33

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{рекуп} = Q_{в} \cdot (1 - K_t) = 3,8 \cdot (1 - 0,71) = 1,1 \text{ кВт.}$$

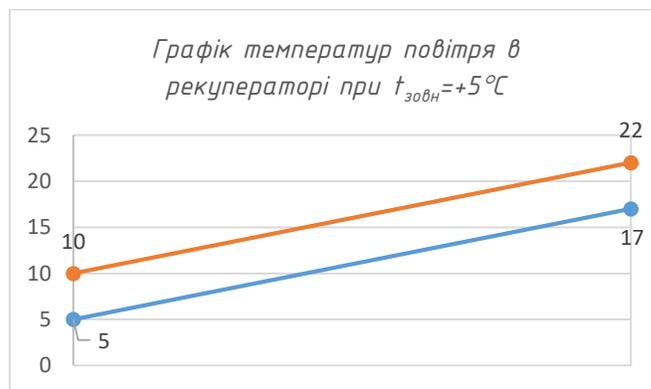
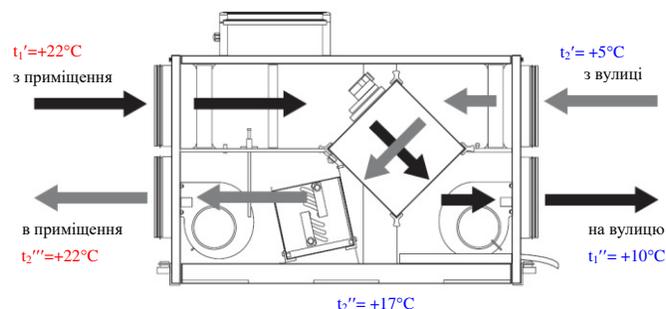


Рис.4.3 ж

в) Якщо рекуператор підігріває зовнішнє повітря від  $+8^\circ\text{C}$  до  $+17^\circ\text{C}$

$$K_t = (t_{пр} - t_3) / (t_в - t_3) = (17 - 8) / (22 - 8) = 0,64$$

Середня температура в рекуператорі при зовнішній температурі повітря  $+8^\circ\text{C}$  дорівнює  $+15^\circ\text{C}$ .

Потужність електричного калорифера буде дорівнювати:

$$Q_{рекуп} = Q_{в} \cdot (1 - K_t) = 3,1 \cdot (1 - 0,64) = 1,1 \text{ кВт.}$$

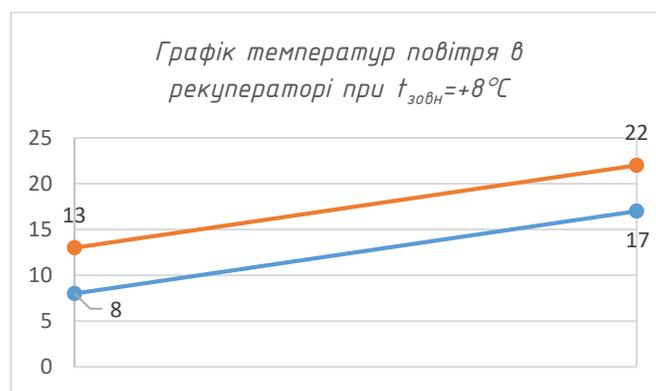
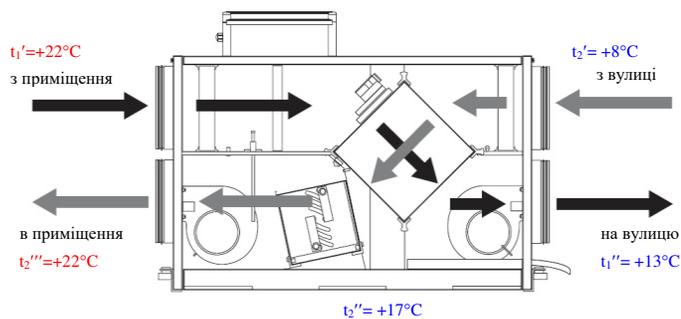
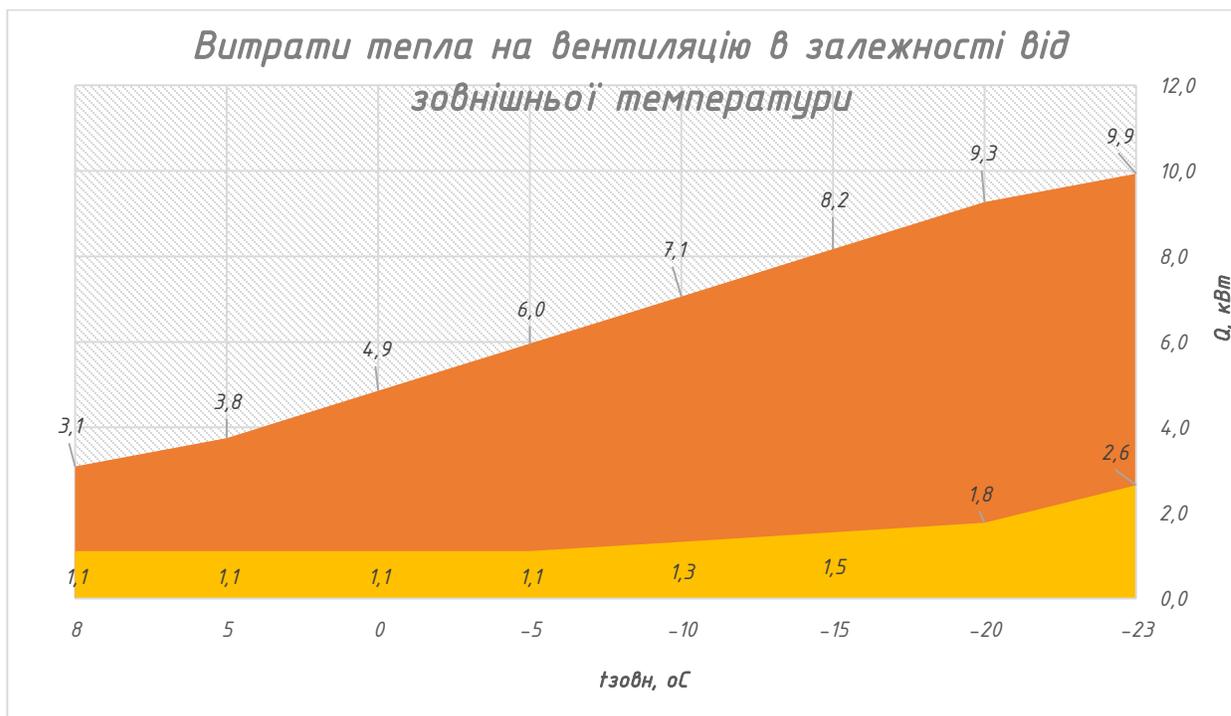


Рис.4.3 з

Таблиця 4.2 Залежність витрат теплоти на вентиляцію (робота системи 24 години на добу) в залежності від температури зовнішнього повітря

					601 - НТ - 10700938 - КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		34

Температура зовнішнього повітря, °С	Тривалість стояння температури n, год	Витрати теплоти на вентиляцію без застосування рекуперації, кВт	Витрати теплоти на вентиляцію із застосування рекуперації, кВт	Витрати теплоти за період n на вентиляцію без застосування рекуперації, кВт·год	Витрати теплоти за період n на вентиляцію із застосування рекуперації, кВт·год
1	2	3	4	5	6
-23	13	9,9	2,6	129,1	34,4
-20	45	9,3	1,8	417,2	79,5
-15	161	8,2	1,5	1315,0	248,8
-10	391	7,1	1,3	2761,9	517,9
-5	723	6,0	1,1	4309,1	798,0
0	1224	4,9	1,1	5944,2	1350,9
+5	1128	3,8	1,1	4233,0	1245,0
+8	803	3,1	1,1	2481,6	886,3
За опал. період	4488	-	-	21591,1	5160,7



Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР

Арк.

35

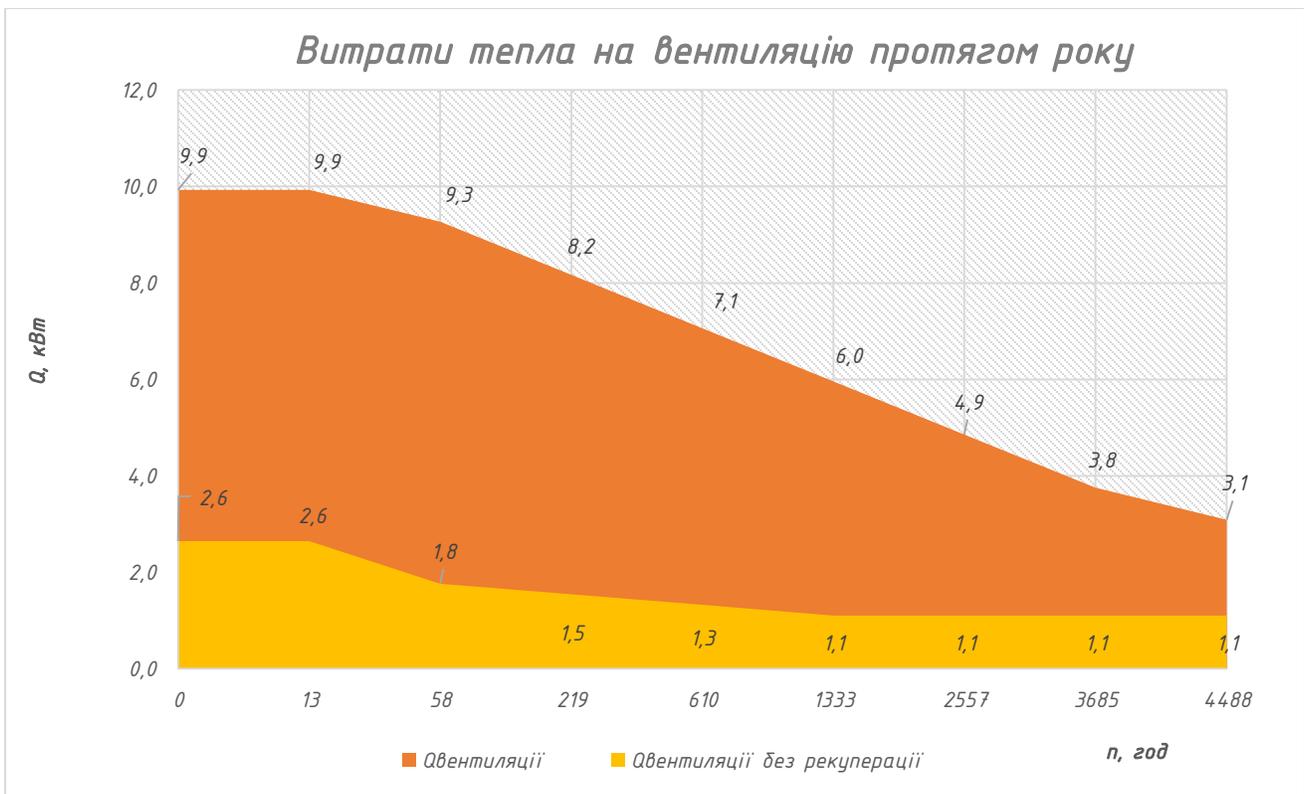


Рис.4.4 – Графік витрат тепла на вентиляцію (робота системи 24 години на добу) протягом опалювального періоду

Загальна економія тепла при експлуатації системи вентиляції (робота системи 24 години на добу) адміністративної будівлі з рекуперацією складає  $Q \cdot n = 21591,1 - 5160,7 = 16430,3$  кВт·год/за рік.

Вище наведені таблиця 4,2 та графіки на рисунку 4.4 враховують роботу системи вентиляції протягом усієї доби, таке можливо якщо це була б житлова будівля. В громадській будівлі, де режим роботи складає 8 годин на добу та система вентиляції обладнана датчиками CO, розрахункову (фактичну) витрату енергії на систему вентиляції потрібно зменшити на коефіцієнт тривалості роботи  $8/24=0,3333$ . Витрати теплової та електричної енергії наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Залежність витрат теплоти на вентиляцію (робота 8 годин на добу) в залежності від температури зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря, °С	Тривалість стояння температури n, год	Витрати теплоти на вентиляцію без застосування рекуперації, кВт	Витрати теплоти на вентиляцію із застосування рекуперації, кВт	Витрати теплоти за період n на вентиляцію без застосування рекуперації, кВт·год	Витрати теплоти за період n на вентиляцію із застосування рекуперації, кВт·год
1	2	3	4	5	6
-23	4	9,9	2,6	43,0	11,5
-20	15	9,3	1,8	139,1	26,5
-15	54	8,2	1,5	438,3	82,9
-10	130	7,1	1,3	920,6	172,6
-5	241	6,0	1,1	1436,4	266,0
0	408	4,9	1,1	1981,4	450,3
+5	376	3,8	1,1	1411,0	415,0
+8	268	3,1	1,1	827,2	295,4
За опал. період	1496	-	-	7197,0	1720,2

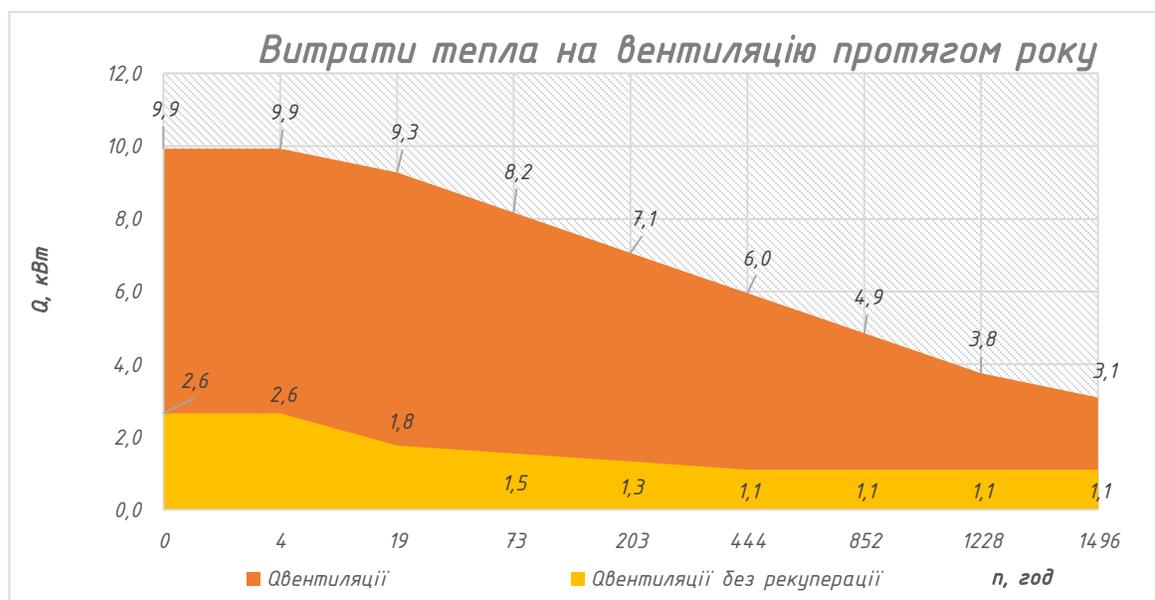


Рис.4.5 – Графік витрат тепла на вентиляцію (робота системи 8 години на добу) протягом опалювального періоду

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		37

Загальна економія тепла при експлуатації системи вентиляції (робота системи в годин на добу) адміністративної будівлі з рекуперацією складає  $Q \cdot n = 7197 - 1720,2 = 5476,8$  кВт·год/за рік.

Для визначення обсягу економії за рахунок рекуперації тепла в грошовому еквіваленті, використовуються на 2023 рік наступні тарифи для юридичних осіб: вартість електричної енергії 8,31 грн/кВт\*год (2 клас споживачів), природній газ (обсяг споживання до 10000м<sup>3</sup>/міс.) – 17,6 грн/м<sup>3</sup>, тепла енергія двохставковий тариф 3101,38 грн/Гкал та 172422,65 грн/Гкал/год.

В магістерській роботі порівнюємо такі варіанти: 1) Перший – система вентиляції природня (провітрювання приміщень) і відповідно підігрів вентиляційного повітря відбувається за рахунок системи опалення, тобто теплову енергію виробляє газовий котел. Для цього потрібно на основі річного споживання тепла системою вентиляції визначити витрати природнього газу та розрахувати його загальну вартість.

2) Другий – система вентиляції механічна, підігрів повітря в калорифері здійснюється за рахунок теплоносія, який йде з центральної теплової мережі, використовуємо тариф на теплову енергію. В цьому випадку виникає, ще необхідність в електричній енергії на транспортування повітря в системі вентиляції. Без рекуператора 2а та з рекуператором 2б.

3) Третій – система вентиляції механічна, підігрів повітря в калорифері здійснюється за рахунок теплоносія, який підігрівається газовим котлом, використовуємо тариф на природній газ. В цьому випадку виникає, ще необхідність в електричній енергії на транспортування повітря в системі вентиляції. Без рекуператора 3а та з рекуператором 3б.

4) Четвертий – система вентиляції механічна, підігрів повітря в електричному калорифері. Без рекуператора 4а та з рекуператором 4б.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Всі варіанти порівнюються з варіантом 4б, в якому система вентиляції з рекуператором, в якому догрів здійснюється за рахунок електричного калорифера та додатково споживається ел. енергія вбудованими в рекуператор двома вентиляторами.

По кожному з описаних вище варіантів рахуємо витрати в грошовому еквіваленті заносимо в таблицю результати розрахунку та будуємо графіки витрат:

**Варіант 1** Вентиляція природня, витрати тепла за рахунок с-ми опалення (газ.котел).

Вартість природнього газу - 17,6 грн/м<sup>3</sup>.

Таблиця 4.4.1 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом 1 протягом опалювального періоду

$t_z, ^\circ C$	$P_{\text{вентиля}} \text{ год}$	$P_{\text{вентиля}} \text{ год}$	$Q_{\text{вент}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{вент}} * t, \text{ кВт*год}$	$G_{\text{природ. газу}}, \text{ м}^3$	Вартість природ.газу, грн	Вартість природ.газу 1 варіант, грн/год
-23	0	0	9,9	0	0	0,00	20,45
-23	4	4	9,9	43	5	88,64	20,45
-20	15	19	9,3	139	16	286,37	19,09
-15	54	73	8,2	438	51	902,59	16,82
-10	130	203	7,1	921	108	1895,79	14,55
-5	241	444	6,0	1436	168	2957,78	12,27
0	408	852	4,9	1981	232	4080,07	10,00
5	376	1228	3,8	1411	165	2905,50	7,73
8	268	1496	3,1	827	97	1703,36	6,36
	1496	1496		7197	842	14820,10	

**Варіант 2а** Вентиляції механічна, підігрів повітря в калорифері за рахунок теплоносія від теплової мережі 3101,38 грн/Гкал; 172422,65 грн/Гкал/год; 8,31 грн/кВт\*год

Таблиця 4.4.2 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом 2а протягом опалювального періоду

$t_z, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{вентиляц}} \text{ год}$	$P_{\text{вентиляц}} \text{ год}$	$Q_{\text{вент}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{вент}}^* \text{ п, кВтх год}$	$Q_{\text{вент}}^* \text{ п, Гкалх год}$	Вартість тепла (умовно-змінна) Гкал, грн	Вартість тепла Гкал, грн/год	Вартість тепла (постійна) Гкал/год, грн	Всього вартість тепла, грн	Витрата ел. енергії Нел.вент*п, кВтх год	Вартість ел. енергії, грн	Всього витрати за варіантом 2а, грн	Витрати на теплота електр., грн/год
-23	0	0	9,9	0	0	0	32	0	0	0	0	0	35
-23	4	4	9,9	43	0	115	32	26	140	1	10	151	35
-20	15	19	9,3	139	0	371	31	89	460	4	36	496	33
-15	54	73	8,2	438	0	1169	28	317	1486	16	129	1615	30
-10	130	203	7,1	921	1	2456	25	770	3225	38	314	3540	27
-5	241	444	6,0	1436	1	3831	22	1424	5255	70	581	5836	24
0	408	852	4,9	1981	2	5285	19	2410	7695	118	983	8678	21
5	376	1228	3,8	1411	1	3763	16	2221	5985	109	906	6891	18
8	268	1496	3,1	827	1	2206	14	1581	3788	78	645	4433	17
	1496	1496		7197	6	19196		8838	28034	434	3605	31639	

**Варіант 2б** Вентиляції механічна з рекуператором, догрів повітря в калорифері за рахунок теплоносія від теплової мережі 3101,38 грн/Гкал; 172422,65 грн/Гкал/год; 8,31 грн/кВт\*год.

Таблиця 4.4.3 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом 2б протягом опалювального періоду

$t_z, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{вентиляц}} \text{ год}$	$P_{\text{вентиляц}} \text{ год}$	$Q_{\text{рекуп}} \text{ кВт}$	$Q_{\text{рекуп}}^* \text{ п, кВтх год}$	$Q_{\text{вент}}^* \text{ п, Гкалх год}$	Вартість тепла (умовно-змінна) Гкал, грн	Вартість тепла Гкал, грн/год	Вартість тепла (постійна) Гкал/год, грн	Всього вартість тепла, грн	Витрата ел. енергії Нел.вент*п, кВтх год	Вартість ел. енергії, грн	Всього витрати за варіантом 2б, грн	Витрати на теплота електр., грн/год
-23	0	0	2,6	0,0	0,000	0	9	0	0	0	0	0	11
-23	4	4	2,6	11,5	0,010	31	9	7	37	1	10	48	11
-20	15	19	1,8	26,5	0,023	71	6	24	94	4	36	130	9
-15	54	73	1,5	82,9	0,071	221	6	85	306	16	129	435	8
-10	130	203	1,3	172,6	0,148	460	5	205	666	38	314	980	8
-5	241	444	1,1	266,0	0,229	709	5	380	1089	70	581	1670	7
0	408	852	1,1	450,3	0,387	1201	5	643	1844	118	983	2827	7
5	376	1228	1,1	415,0	0,357	1107	5	592	1699	109	906	2605	7

8	268	1496	1,1	295,4	0,254	788	5	422	1210	78	645	1855	7
	1496	1496		0	1	4588		2357	6945	434	3605	10550	

**Варіант За** Вентиляції механічна, підігрів повітря в калорифері газовим котлом 17,6 грн/м<sup>3</sup>; 8,31 грн/кВт\*год

Таблиця 4.4.4 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом За протягом опалювального періоду

t <sub>з</sub> , °C	П <sub>вентиля</sub> год	П <sub>вентиля</sub> год	Q <sub>вент</sub> , кВт	Q <sub>вент*п</sub> , кВт*год	G <sub>природ. газу</sub> , м <sup>3</sup>	Вартість природ.газу, грн	Вартість природ.газу За варіант, грн/год	Витрата ел.енергії Nel.вент*п, кВт*год	Вартість ел.енергії, грн	Всього витрати за варіантом За, грн	Витрати на тепл. та електр., грн/год
-23	0	0	9,9	0	0	0,00	20,45	0	0	0	23
-23	4	4	9,9	43	5	88,64	20,45	1	10	99	23
-20	15	19	9,3	139	16	286,37	19,09	4	36	323	22
-15	54	73	8,2	438	51	902,59	16,82	16	129	1032	19
-10	130	203	7,1	921	108	1895,79	14,55	38	314	2210	17
-5	241	444	6,0	1436	168	2957,78	12,27	70	581	3539	15
0	408	852	4,9	1981	232	4080,07	10,00	118	983	5063	12
5	376	1228	3,8	1411	165	2905,50	7,73	109	906	3812	10
8	268	1496	3,1	827	97	1703,36	6,36	78	645	2348	9
	1496	1496		7197	842	14820,10		434	3605	18425	

**Варіант Зб.** Вентиляції механічна з рекуператором, догрів повітря в калорифері теплоносієм від газового котла 17,6 грн/м<sup>3</sup>; 8,31 грн/кВт\*год.

Таблиця 4.4.5 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом Зб протягом опалювального періоду

t <sub>з</sub> , °C	П <sub>вентиля</sub> год	П <sub>вентиля</sub> год	Q <sub>рекуп.</sub> , кВт	Q <sub>рекуп.*п</sub> , кВт*год	G <sub>природ. газу</sub> , м <sup>3</sup>	Вартість природ.газу, грн	Вартість природ.газу Зб варіант, грн/год	Витрата ел.енергії Nel.вент*п, кВт*год	Вартість ел.енергії, грн	Всього витрати за варіантом Зб, грн	Витрати на тепл. та електр., грн/год
-23	0	0	2,6	0	0	0,00	5,45	0	0	0	8
-23	4	4	2,6	11	1	23,64	5,45	1	10	34	8
-20	15	19	1,8	26	3	54,55	3,64	4	36	91	6
-15	54	73	1,5	83	10	170,76	3,18	16	129	300	6

					601 - НТ - 10700938 - КМР					Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата						41

-10	130	203	1,3	173	20	355,46	2,73	38	314	670	5
-5	241	444	1,1	266	31	547,74	2,27	70	581	1129	5
0	408	852	1,1	450	53	927,29	2,27	118	983	1911	5
5	376	1228	1,1	415	49	854,56	2,27	109	906	1761	5
8	268	1496	1,1	295	35	608,34	2,27	78	645	1253	5
	1496	1496		1720	201	3542,33		434	3605	7148	

**Варіант 4а** Вентиляції механічна, підігрів повітря в електричному калорифері 8,31 грн/кВт\*год.

Таблиця 4.4.6 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом 4а протягом опалювального періоду

$t_z, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{вентил}} \text{ год}$	$P_{\text{вентил}} \text{ год}$	$Q_{\text{вент}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{вент}} * \eta, \text{ кВтхгод}$	Вартість ел.енергії на підігрів, грн	Витрата ел.енергії Нел.вент* $\eta$ , кВтхгод	Вартість ел.енергії, грн	Всього витрати за варіантом 4а, грн	Витрати на тепл. та електр., грн/год
-23	0	0	9,9	0	0	0	0	0	85
-23	4	4	9,9	43	358	1	10	368	85
-20	15	19	9,3	139	1156	4	36	1192	79
-15	54	73	8,2	438	3642	16	129	3772	70
-10	130	203	7,1	921	7651	38	314	7965	61
-5	241	444	6,0	1436	11936	70	581	12517	52
0	408	852	4,9	1981	16465	118	983	17449	43
5	376	1228	3,8	1411	11725	109	906	12631	34
8	268	1496	3,1	827	6874	78	645	7519	28
	1496	1496		7197	59807	434	3605	63412	

**Варіант 4б.** Вентиляції механічна з рекуператором, догрів повітря в електричному калорифері. 8,31 грн/кВт\*год.

Таблиця 4.4.7 Розрахунки витрат на припливну вентиляцію за варіантом 4б протягом опалювального періоду

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

$t_z, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{вентил}} \text{ год}$	$P_{\text{вентил}} \text{ год}$	$Q_{\text{рекуп}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{рекуп}*n}, \text{ кВтхгод}$	Вартість ел.енергії на підігрів, грн	Витрата ел.енергії Нел.вент*п, кВтхгод	Вартість ел.енергії, грн	Всього витрати за варіантом 4б, грн	Витрати на тепл. та електр., грн/год
-23	0	0	2,6	0	0	0	0	0	24
-23	4	4	2,6	11	95	1	10	106	24
-20	15	19	1,8	26	220	4	36	256	17
-15	54	73	1,5	83	689	16	129	818	15
-10	130	203	1,3	173	1434	38	314	1749	13
-5	241	444	1,1	266	2210	70	581	2791	12
0	408	852	1,1	450	3742	118	983	4725	12
5	376	1228	1,1	415	3449	109	906	4355	12
8	268	1496	1,1	295	2455	78	645	3100	12
	4	1496		1720	14295	434	3605	17900	

*В сімох таблицях було прораховано витрати на підігрів вентиляційного припливного повітря по кожному з 7-ми варіантів. За даними цих таблиць були побудовані два графіка для порівняння експлуатаційних витрат за опалювальний період за сімома варіантами в грошовому еквіваленті.*

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		43

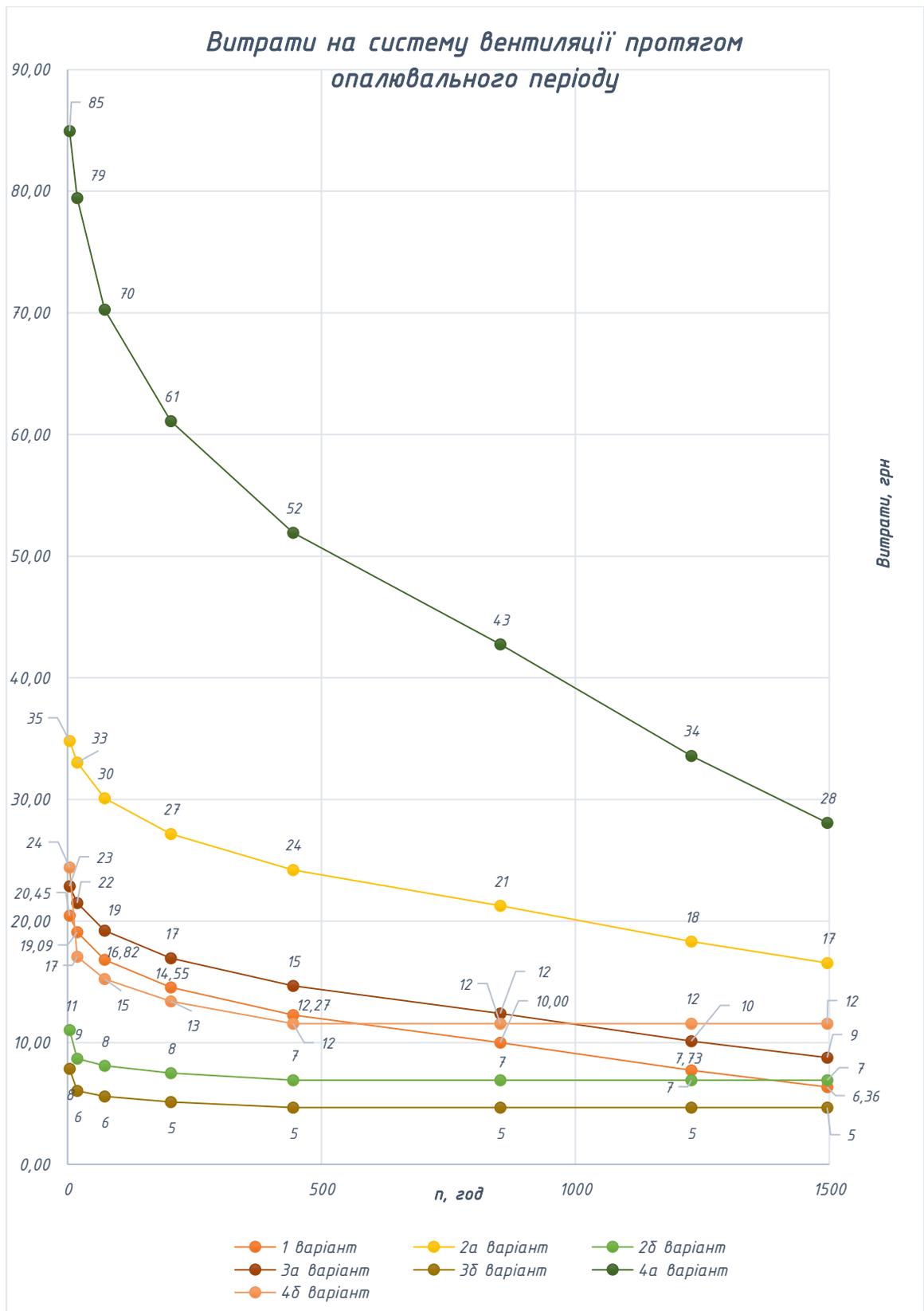


Рис.4.6. Графік витрат на систему вентиляції протягом опалювального періоду для різних варіантів систем вентиляції

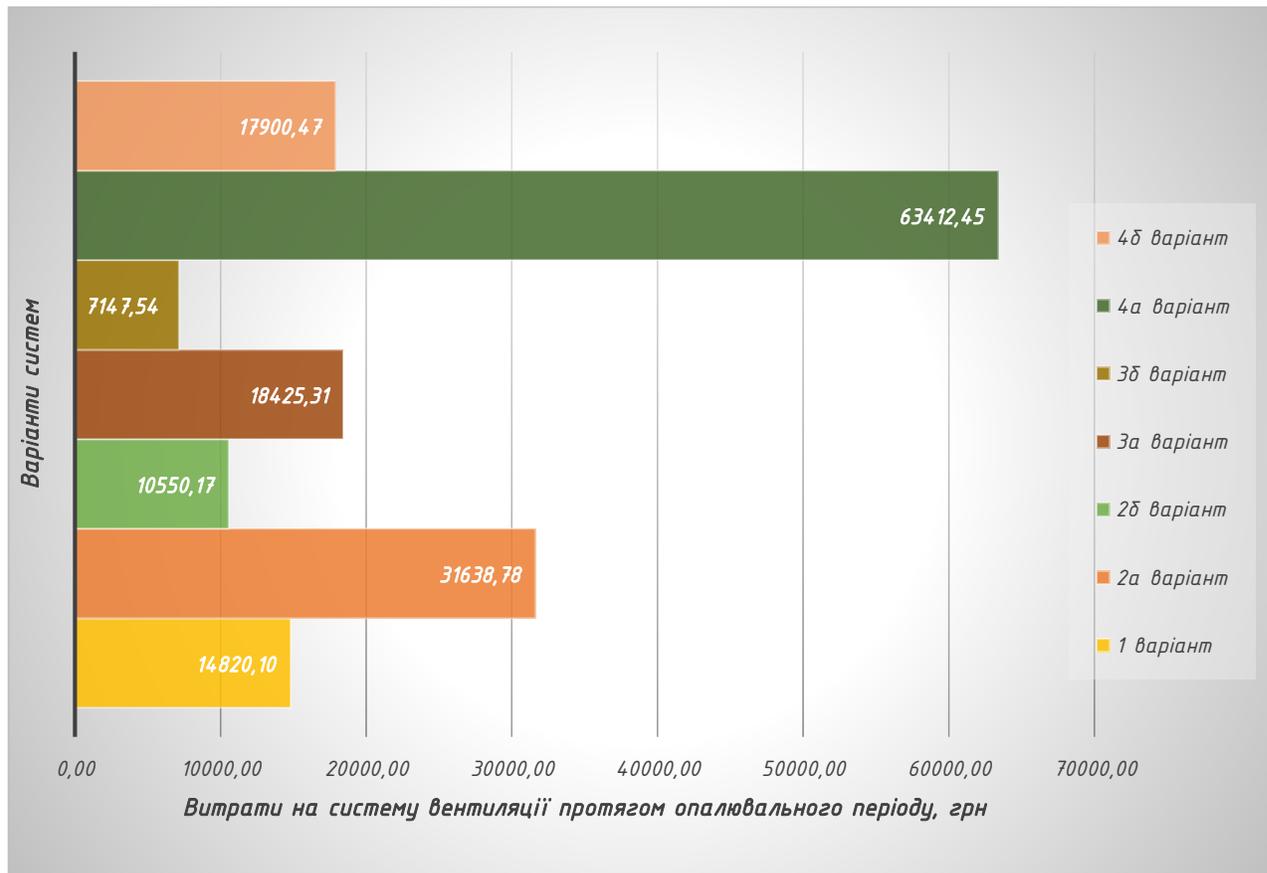


Рис.4.7. Графік витрат в гривнях на систему вентиляції протягом опалювального періоду для різних варіантів систем вентиляції

Проаналізувавши представлені графіки на рисунках 4.6 та 4.7 можна зробити висновки, що 1) найбільш вартісна під час експлуатації – система вентиляції варіант 4а, в якій працює електричний калорифер підігріву вентиляційного повітря (це в цьому випадку 63412,45 грн за опалювальний період для підігріву 560 м<sup>3</sup>/год повітря при роботі с-ми вентиляції 10 годин/добу);

2) найменш вартісна в період експлуатації є система вентиляції варіант 3б, в якій використовується рекуператор та калорифер на догрів, працює на теплоносії від

газового котла. (це в цьому випадку 7147,54 грн за опалювальний період для підігріву 560 м3/год повітря при роботі с-ми вентиляції 10 годин/добу);

3) прийнятий в проекті варіант 4б, вентиляція з рекуперацією та догрівом повітря в електричному калорифері займає по витратам тільки четверту позицію, починаючи з мінімальної. Якщо розташувати усі варіанти від найменших витрат до найбільших отримаємо таку картину:

1) 7147,54 грн. (3б) Вентиляції механічна з рекуператором, догрів повітря в калорифері теплоносієм від газового котла

2) 10550,17 грн. (2б) Вентиляції механічна з рекуператором, догрів повітря в калорифері за рахунок теплоносія від теплової мережі

3) 14820,10 грн. (1) Вентиляція природня, витрати тепла за рахунок с-ми опалення (газ.котел). Вартість природнього газу

4) 17900,47 грн (4б) Вентиляції механічна з рекуператором, догрів повітря в електричному калорифері.

5) 18425,31 грн (3а) Вентиляції механічна, підігрів повітря в калорифері газовим котлом

6) 31638,78 (2а) Вентиляції механічна, підігрів повітря в калорифері за рахунок теплоносія від теплової мережі

7) 63412,45 (4а) Вентиляції механічна, підігрів повітря в електричному калорифері

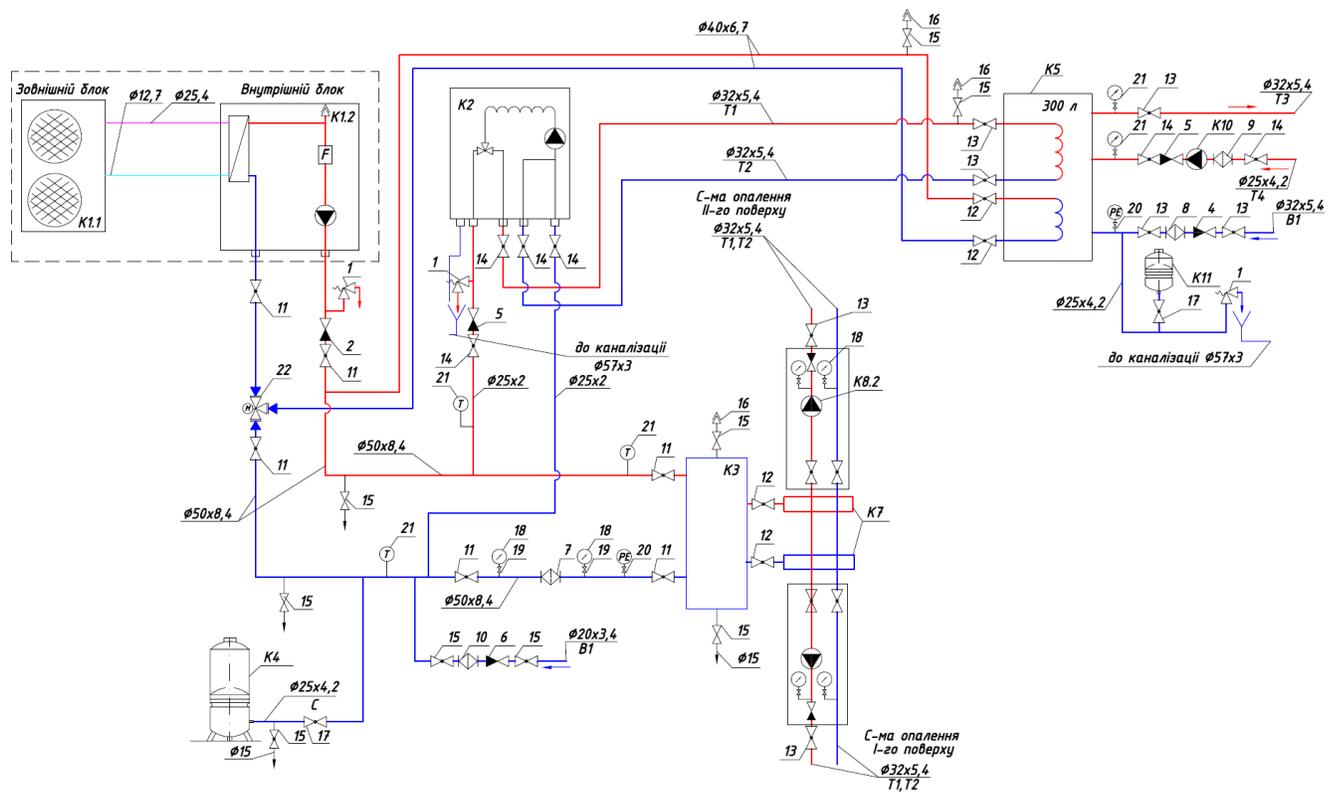
Прийнятий варіант 4б програє усі інші варіанти догріву повітря теплоносієм, які використовують рекуператор, навіть, програє базовому варіанту 1 із природньою системою вентиляції. Тому економічний ефект в вигляді строку окупності порівняно з природньою вентиляцією покаже негативний результат, тобто такий проект ніколи

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		46

не окупиться для споживача. Якщо ж розглядати цей варіант з точки зору практичної задачі. Електричний калорифер вже вбудований в рекупераційну установку, тому не потрібно влаштовувати додаткові водяні калорифери, прокласти трубопроводи, насоси і т.д. Тому електрична установка зможе показати значно менші початкові витрати. До того ж на об'єкті будівництва або поряд може не бути теплової мережі тому варіанти 2а та 2б з підгрівом від теплової мережі не розглядаються автоматично. Та якщо на об'єкті намагаються влаштувати автоматично-керовану систему вентиляції за рівнем CO<sub>2</sub> в приміщенні варіант 1 теж не підходить. Тоді ми порівнюємо вже варіанти, що залишились це 3б (7147,54 грн.) та 4б (17900,47 грн.), але це потрібно робити через розрахунок капітальних витрат, в які входить і влаштування газових мереж. В багатьох випадках варіант застосування електричного калорифера виявляється більш швидкий та простий для реалізації, т.я. на 99% громадських та адміністративних об'єктів реконструкції електрична енергія вже підведена.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		47

## 5. Рішення та питання при конструюванні систем теплозабезпечення, опалення та вентиляції з використанням ВІМ технологій



- K1.1 – зовнішній блок теплового насосу FDC250VSA-W
- K1.2– внутрішній блокНРМ300
- K2 – котел газовий ITALTHERM City Class 30FR(30 кВт) під бойлер
- K3 – Теплоаккумулятор ТА400/Ф-Б+ТИ (400л)
- K4 – розширювальний бак Elbi ERCE100л
- K5 – ємнісний водонагрівач БНН300 – один теплообмінник (верх 12кВт)1,28м<sup>2</sup>/, другий (низ 24кВт)2,56м<sup>2</sup>/
- K7 – колектор на 3 відводи
- K8.1 – НГ-47 Насосна група DN 25 з насосом GHN 25/60-180
- K8.2- НГ-47Л Насосна група DN 25 з насосом GHN 25/80-180
- K10 – циркуляційний насос ГПВ COMFORT AUTO 15-14BPM
- K11 – розширювальний бак Elbi DP-24

Рис. 5.1 Схема теплогенераторної з тепловим насосом та газовим котлом

Джерело тепла в теплогенераторній тепловий насос, паралельно підключений газовий котел, як резервне джерело тепла в години, коли зовнішня температура

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		48

повітря  $-15^{\circ}\text{C}$  та нижче, при яких буде низька ефективність роботи теплового насосу. Приймаю тепловий насос, або газовий котел за тепловим навантаженням будинку НТ Pluse 14 13,9 кВт,  $N_{\text{ел}}=4,2\text{кВт}$ . За отриманими даними в результаті розрахунку тепловтрат будівлею, був підібраний тепловий насос марки Mitsubishi зовнішній блок FDC250VSA-W і внутрішній HPM300 потужністю 30 кВт та проточно-витяжна установка MVS 1100-DW.



Рис.5.2.1. Зовнішній блок FDC250VSA-W та внутрішній HPM300 теплового насосу Mitsubishi

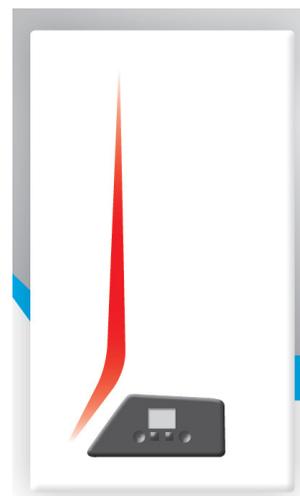
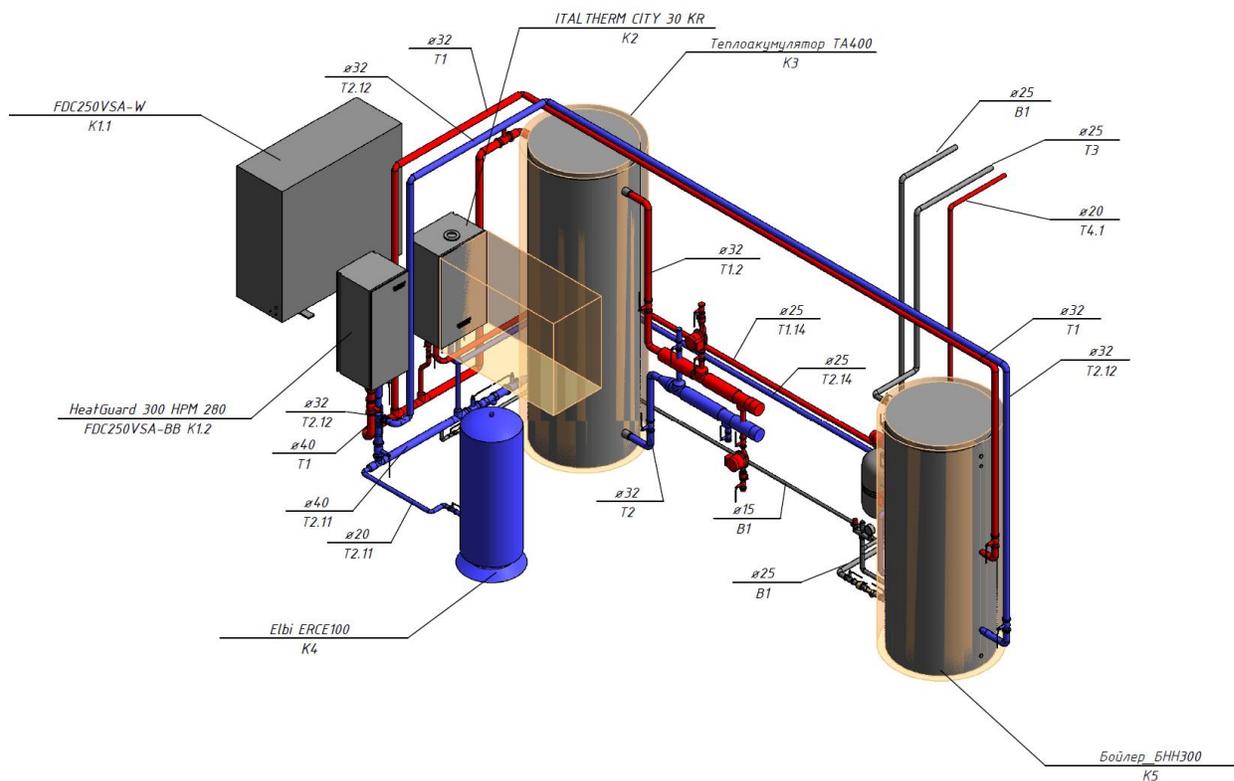


Рис.5.2.2. Котел газовий ITALTHERM City Class30FR(30 кВт)

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		49



*Рис.5.3. Розташування обладнання та трубопроводів теплогенераторної зі застосуванням засобів BIM моделювання*

*При виконанні креслень теплогенераторної, систем опалення та вентиляції в магістерській роботі були використані засоби BIM моделювання. Все обладнання: котел, тепловий насос, теплоаккумулятор, розширювальний бак, рекуператор, опалювальні прилади та інше, були створені, або відкориговані на основі існуючих BIM сімейств обладнання. Кожне обладнання – це окремий файл, який містить в собі 3D креслення цього обладнання з його точними габаритними розмірами, точками підключення інженерних мереж та максимальну технічну інформацію про це обладнання (продуктивність, теплові, електричні, швидкісні характеристики та інші). Потім BIM модель, наприклад, теплогенераторної складається з файлів обладнання, арматури та трубопроводів, які об'єднують обладнання в єдину систему*

						601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата			50

теплопостачання. Системи поділяються на подавальні та зворотні, для кращої візуалізації кожній системі надається свій колір. В наведеному проекті подавальний трубопровід має червоний колір, зворотній трубопровід – синій. В коректно створеній системі (без помилок в налаштуванні сімейств обладнання) витрати теплоносія в обладнанні передаються автоматично до трубопроводів підключених до них та можливо побачити напрямок руху та втрати тиску теплоносія в трубопроводі за декількома методами розрахунку. В цьому проекті гідравлічний розрахунок за допомогою побудови BIM моделі не передбачався, т.я. цього не було в поставленій задачі і зайняло б додатково багато часу на приведення повністю всієї моделі до коректного вигляду, т.я. не завжди створені сімейства обладнання, арматури різних виробників мають достатню якість для виконання поставленої задачі. Наприклад, можуть бути переплутані патрубки підключення трубопроводів, невірно вказаний напрямок руху, некоректно задана витрата і т.і., а все це суттєво впливає не тільки на виконання гідравлічного розрахунку, а й на створення самої системи.

## 6. Опалювальні прилади

В роботі передбачається використання в якості опалювальних приладів фанкойлів, які мають ряд переваг в випадку роботи з низькотемпературним теплоносієм. По-перше, це можливість автоматичної зміни режиму роботи – швидкості вбудованого вентилятора, що змінює конвективний теплообмін опалювального приладу, за вбудованим датчиком температури приміщення, по-друге – є можливість швидкого нагріву повітря приміщення, наприклад після застосування «нічного» режиму опалення, по-третє – площа опалювальних приладів буде значно менше, порівняно з використанням секційних радіаторів на параметри теплоносія 55–30°C; також фанкойли використовуються в теплий період року для ефективного охолодження приміщення.

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		51



Рис.6.1 Фанкоїл Altek slim

Теплова потужність опалювального приладу, Вт, визначається за формулою:

$$Q_{\text{ПР}} = \Phi_i - 0,9Q_{\text{ТР}};$$

де  $\Phi_i$  – тепловтрати приміщення, Вт;  $Q_{\text{ТР}}$  – теплонадходження від неізольованих трубопроводів, що прокладені в заданому приміщенні, Вт.

Тепловий потік від неізольованих трубопроводів, які знаходяться в приміщенні, розраховується за формулою, Вт,

$$Q_{\text{ТР}} = \sum q_v \cdot l_v + \sum q_r \cdot l_r = 0$$

де  $q_v$ ,  $q_r$  – питома тепловіддача одного метра вертикальних і горизонтальних трубопроводів, котра визначається залежно від їх діаметра і різниці температур теплоносія на вході в опалювальне приміщення і температури повітря, Вт/м;  $l_v$ ,  $l_r$  – довжина вертикальних та горизонтальних трубопроводів у приміщенні, м. В магістерській роботі всі трубопроводи системи опалення утеплені (виконані в теплової ізоляції), тому теплонадходження від них не враховуються.

Номінальна теплова потужність однієї секції радіатора визначається дослідним шляхом виробником опалювального приладу як різниця між середньою температурою води в приладі та температурою повітря в приміщенні  $\theta_p = 70^\circ\text{C}$  і витратою теплоносія. Прилад  $G_p = 360$  кг/год. Для визначення теплопродуктивності

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		52

радіатора за умов ( $\theta_p$ ,  $G_p$ ), в яких працює опалювальний прилад, виробник опалювальних приладів в каталогах надає таблиці потужності приладу при різних температурах теплоносія та температурах повітря в приміщенні.

При проектуванні системи опалення тепловий потік (кВт) від опалювального приладу залежить від розрахункового температурного напору на поверхні опалювального приладу  $\theta_p$ , який визначається за формулою:

$$\theta_p = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta_{int,i} = \frac{50 + 40}{2} - 16 = 29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\theta_1$  – температура теплоносія на вході в опалювальний прилад,  $^\circ\text{C}$ ;

$\theta_2$  – температура теплоносія на виході з опалювального приладу,  $^\circ\text{C}$ ;

$\theta_{int,i}$  – температура всередині приміщення;  $^\circ\text{C}$

$\theta_n$  – номінальний температурний напір на поверхні опалювального приладу,  $^\circ\text{C}$ ;

$\theta_n = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

$G_p$  – розрахункова витрата води через опалювальний прилад, кг/год;

$G_n$  – номінальна витрата води через опалювальний прилад, кг/год;

$G_n = 300 \text{ кг/час}$ ;

Використовуючи табличні значення потужності опалювальних приладів, вибираємо необхідний типорозмір опалювального приладу, в кабінетах встановлюємо фанкоїли для можливості дільш ефективного регулювання та швидкого прогріву опалювального простору, в приміщеннях загального користування без постійної присутності людей, т.я. коридори, хол, сходові клітини, теплогенераторна – сталеві радіатори.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		53

Табл.6.1. Опалювальні прилади

№ прим.	$t_{\theta}, ^\circ\text{C}$	$Q_{\text{оп прил}}, \text{Вт}$	$dt_{\text{сер}}, ^\circ\text{C}$	Тип приладу
101	16	1730	29	500x600 Tun 22
102	22	1130	23	DC-MFP-40CM
103	22	949	23	DC-MFP-40CM
107	22	491	23	DC-MFP-30CM
108	16	555	29	500x1200 Tun 22
111	22	910	23	DC-MFP-40CM
112	22	990	23	DC-MFP-40CM
113	16	921	29	500x1200 Tun 22
201	22	1224	23	DC-MFP-40CM
202	22	2324	23	DC-MFP-40CM, DC-MFP-45CM
203	16	856	29	500x1200.2 Tun 22
204	22	919	23	DC-MFP-40CM
205	22	1513	23	DC-MFP-40CM
206	16	402	29	500x1000 Tun 22
207	22	685	23	500x1200 Tun 22

Результати вибору опалювальних приладів системи опалення представлені в таблиці 6.1.

## **7. Підбір теплового насоса, як основного обладнання теплогенераторної, та визначення ефективності теплового насосу**

Теплогенераторна складається з наступного основного обладнання: тепловий насос, циркуляційний насос, розширювальний бак, теплоаккумулятор, ємкісний водонагрівач ГВ.

### **7.1. Вибір теплового насоса**

При виборі теплового насосу потрібно враховувати наступні фактори:

1. Максимальне теплове навантаження.
2. Розрахункова температура системи опалення.

Це пов'язано з тим, що ефективна робота теплового насоса описується температурними межами теплоносія від +30 до + 45 ° С. Таким чином тепловий насос слід вибирати виходячи з необхідної теплової потужності приміщення при температурі теплоносія в режимі ефективною роботи теплового насоса +45 °С.

Визначаємо мінімальне теплове навантаження з максимального теплового навантаження на систему опалення, визначеного в розділах 3.6.1 – 3.6.3 магістерської роботи. Для варіанту теплового навантаження до утеплення конструкції будівлі 3.6.1 тепловий насос не вибираємо, оскільки в попередніх дослідженнях доведено, що недоцільно встановлювати теплові насоси в будівлях з класом енергоефективності нижчим «С», а неутеплена будівля в будь-якому випадку не буде відповідати цьому класу. Таким чином, для варіанту 3.6.2 після утеплення будівлі максимальне навантаження на систему опалення складе  $Q_{\max}=15600$  Вт, це при температурі зовнішнього повітря  $\theta_{\text{extmin}}=-23$  °С, мінімальне навантаження визначається через перепад температур:

$$Q_{\min}= Q_{\max} \cdot (\theta_{\text{int}}-\theta_{\text{extmax}}) / (\theta_{\text{int}}-\theta_{\text{extmin}})=15.6 \cdot (22-8)/(20-(-23))= 4.9 \text{ кВт}$$

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		55

$\theta_{extmax}$  – максимальна зовнішня температура для системи опалення  $\theta_{extmax}=+8$  °C, яка відповідає температурі закінчення опалювального періоду.

$\theta_{extmin}$  – мінімальна зовнішня температура для системи опалення це розрахункова температура тепловтрат будівлю.

Будуємо лінію процесу

На графіку температур відкладаємо точки 1 (+8; +30) і точка 2 (-23; +45). Цим точкам відповідають мінімальна і максимальна теплове навантаження  $Q_{min}$  і  $Q_{max}$ . Будуємо лінію 1-2, що характеризує залежність необхідного тепла від температури навколишнього повітря та температури теплоносія.

Знаходимо точку дивалентності. Для цього температуру теплоносія 45 проектуємо на лінію теплової потужності 1-2 і в даному випадку температура теплоносія співпадає 45, тому точка дивалентності знаходиться в точці 2 і необхідна кількість тепла відповідає максимальному значенню.

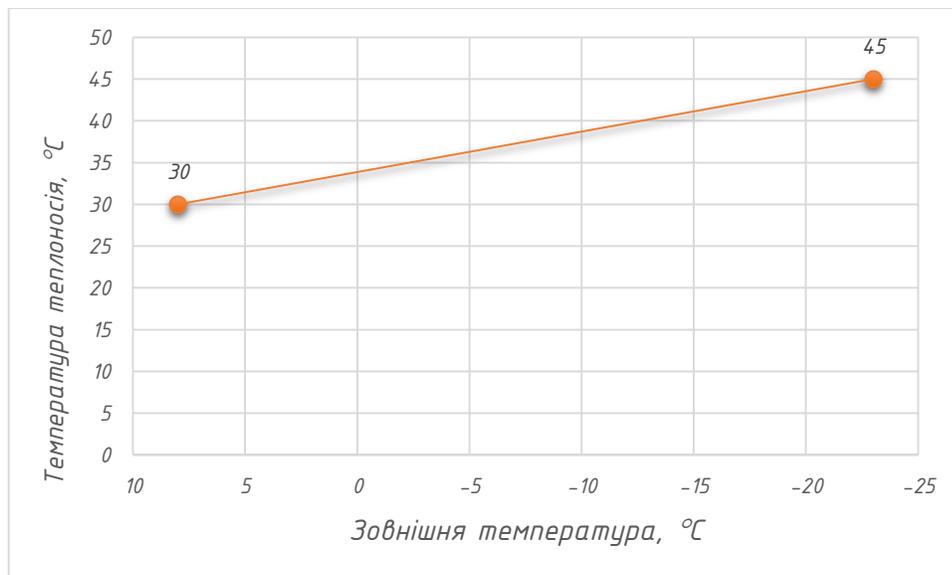


Рис.7.1 Графік залежності температури теплоносія від зовнішньої температури повітря

З таблиць потужностей теплових насосів вибирається необхідний тепловий насос з урахуванням запасу  $K = 1.15$ .

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		56

$$Q_{тн} = Q_3 \cdot K = 15,6 \cdot 1,15 = 17,9 \text{ кВт.}$$

Цим умовам відповідає зовнішній блок FDC250VSA-W:

$$T_{тепл.} = +45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{пов} = -17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{тн} = 17,9 \text{ кВт}$$

$$N_{ел} = 6,88 \text{ кВт}$$

$$COP = 2,55$$

Таблиця 7.1. Теплова потужність теплового насосу FDC250VSA-W в кВт у режимі «опалення» при різних температурах теплоносія та температурах зовнішнього повітря

Зовн.темпер., °C	Температура теплоносія, °C					Нел.спож., кВт
	35	40	45	50	55	
-20	16,5	16,4	16,4	0,0	0,0	6,8
-18	17,6	17,5	17,3	0,0	0,0	6,85
-16	18,6	18,4	18,3	18,1	0,0	6,90
-15	19,4	19,2	19,1	18,9	0,0	6,93
-13	20,2	20,0	19,9	19,7	0,0	6,98
-10	21,0	20,8	20,7	20,5	20,4	7,06
-8	21,8	21,6	21,5	21,3	21,1	7,11
-6	22,7	22,6	22,4	22,1	21,9	7,16
-4	23,5	23,4	23,2	23,1	22,9	7,21
-2	24,5	24,3	24,2	23,9	23,7	7,27
0	25,4	25,3	25,0	24,8	24,6	7,32
1	25,9	25,6	25,4	25,3	25,0	7,34
2	25,9	25,6	25,4	25,3	25,0	7,37
4	25,9	25,6	25,4	25,3	25,0	7,44
6	25,9	25,6	25,4	25,3	25,0	7,51
8	26,9	26,7	26,6	26,2	26,1	7,58
10	28,0	27,8	27,7	27,3	27,2	7,66
12	29,4	29,3	29,1	28,8	28,9	7,73
14	31,0	30,7	30,5	30,2	30,7	7,80
16	31,6	31,5	31,2	31,0	31,5	7,87

Визначаємо коефіцієнт ефективності теплового насосу FDC250VSA-W при різних температурах теплоносія та температурах зовнішнього повітря, для цього

					<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		57

теплову потужність теплового насосу ділимо на споживану електричну потужність, дані заносимо в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2. Коефіцієнт ефективності COP теплового насосу FDC250VSA-W у режимі «опалення» при різних температурах теплоносія та температурах зовнішнього повітря.

Зовн.темпер., °C	Температура теплоносія, °C				
	35	40	45	50	55
-20	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0
-18	2,6	2,6	2,5	0,0	0,0
-16	2,7	2,7	2,6	2,6	0,0
-15	2,8	2,8	2,8	2,7	0,0
-13	2,9	2,9	2,8	2,8	0,0
-10	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
-8	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0
-6	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
-4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2
-2	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
0	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4
1	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4
2	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4
4	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
6	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3
8	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4
10	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6
12	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7
14	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9
16	4,0	4,0	4,0	3,9	4,0

Аналізуючи таблицю 7.2 в якій наведені COP теплового насосу при різних температурах зовнішнього повітря та температурах теплоносія, робимо висновки:  
1) зі зростанням температури зовнішнього повітря коефіцієнт ефективності пропорційно зростає та тепловий насос може передавати теплоносію за одиницю часу теплову потужність більшу ніж при розрахунковій температурі -17°C. Тому зі зростанням температури зовнішнього повітря тривалість роботи теплового насосу

протягом кожної години буде зменшуватися, завдяки регулюванню теплопродуктивності теплового насосу в процесі його роботи системою автоматики.

2) зі збільшенням температури теплоносія в контурі опалення зменшується коефіцієнт ефективності теплового насосу, а при температурах  $+50^{\circ}\text{C}$ ,  $+55^{\circ}\text{C}$  тепловий насос починає працювати з температури зовнішнього повітря  $-16^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ . Тому краще використовувати оптимальний температурний режим роботи системи опалення  $40^{\circ}\text{C}$   $-45^{\circ}\text{C}$ .

Тепловий насос працює з газовим конденсаційним котлом в бівалентно-спільному режимі, це означає, що загальна потреба в тепловій енергії забезпечується тепловим насосом і водогрійним котлом. Водогрійний котел використовується як допоміжне джерело тепла.

Управління всією системою здійснюється за допомогою контролера теплового насоса, в залежності від температури зовнішнього повітря. Водогрійний котел підключається до контактів теплового насосу та до власних контактів кімнатного термостату.

До того часу, коли теплової потужності теплового насосу вистачає для забезпечення необхідної кількості тепла, водогрійний газовий котел знаходиться в режимі очікування. Коли потужності теплового насосу не вистачає, або при заданій температурі навколишнього повітря, тепловий насос дає сигнал на вмикання водогрійного котла.

## **7.2. Порівняння ефективності теплового насоса з іншими джерелами теплової енергії**

Розглянемо декілька варіантів використання різних джерел тепла для забезпечення потреб системи опалення, щоб можна було порівняти ефективність та економічність роботи теплового насосу в порівнянні з іншими джерелами:

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		59

**Варіант 7.1** робота теплового насосу на потреби системи опалення в поєднанні з природньою системою вентиляції. Тепловтрати розраховані в розділі 3 таблиці 3.3-3.4.

**Варіант 7.2.** робота газового котла на потреби системи опалення в поєднанні з природньою системою вентиляції. Тепловтрати розраховані в розділі 3 таблиці 3.3-3.4.

**Варіант 7.3.** робота електричного котла чи електричних нагрівачів системи опалення в поєднанні з природньою системою вентиляції. Тепловтрати розраховані в розділі 3 таблиці 3.3-3.4.

**Варіант 7.4** робота теплового насосу на потреби системи опалення в поєднанні з механічною системою вентиляції з рекуператором та електричним калорифером, який працює на догрів. Тепловтрати розраховані в розділі 3 таблиця 3.5-3.6 та витрати на систему вентиляції таблиця 4.4.7 варіант 4б.

Таблиця 7.3.1 Витрати електричної енергії та загальна вартість експлуатації системи опалення за варіантом 7.1 (тепловий насос + природня с-ма вентиляції)

$t_z$ , °C	$n$ , год	$Q_{опал}$ , кВт	$Q_{тепл.ТН}$ , кВт	$Q_{ел.ТН}$ , кВт	$COP$	$Q_{ел.опал}$ , кВт	$Q_{ел.опал} \cdot n$ , кВт*год	Вартість ел.енергії, грн/кВт*год	Загальна вартість ел.енергії, грн
-23	0	15,6	16,0	6,70					0,0
-23	13	15,6	16,0	6,70	2,39	6,5	84,9	8,31	705,7
-20	45	14,6	16,4	6,80	2,41	6,0	271,7	8,31	2257,6
-15	161	12,8	19,1	6,93	2,76	4,7	749,3	8,31	6226,5
-10	391	11,1	20,7	7,06	2,93	3,8	1479,4	8,31	12293,5
-5	723	9,4	22,8	7,18	3,18	2,9	2131,1	8,31	17709,4
0	1224	7,6	25,0	7,32	3,42	2,2	2733,3	8,31	22713,7
5	1128	5,9	25,4	7,48	3,40	1,7	1957,7	8,31	16268,2
8	803	4,9	26,6	7,58	3,51	1,4	1110,6	8,31	9228,8
	4488					Всього:	10517,8		87403,3

					<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		60

Таблиця 7.3.2 Витрати електричної енергії та загальна вартість експлуатації системи опалення за варіантом 7.2 (газовий котел + природня с-ма вентиляції)

$t_z, ^\circ\text{C}$	$n, \text{ год}$	$Q_{\text{опал}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{опал}} \cdot n, \text{ кВтхгод}$	$G_{\text{природ. газу}}, \text{ м}^3$	Вартість природ. газу, грн/м <sup>3</sup>	Загальна вартість природ. газу, грн
-23	0	15,6	0,0	0,00		0,00
-23	13	15,6	202,8	23,73	17,60	417,61
-20	45	14,6	655,2	76,66	17,60	1349,19
-15	161	12,8	2065,1	241,62	17,60	4252,44
-10	391	11,1	4337,5	507,49	17,60	8931,77
-5	723	9,4	6767,3	791,77	17,60	13935,18
0	1224	7,6	9335,0	1092,20	17,60	19222,71
5	1128	5,9	6647,7	777,78	17,60	13688,90
8	803	4,9	3897,2	455,98	17,60	8025,17
	4488		33907,8	3967,21	Всього:	69822,97

Таблиця 7.3.3 Витрати електричної енергії та загальна вартість експлуатації системи опалення за варіантом 7.3 (електричний котел + природня с-ма вентиляції)

$t_z, ^\circ\text{C}$	$n, \text{ год}$	$Q_{\text{опал}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{опал}} \cdot n, \text{ кВтхгод}$	Загальна вартість ел. енергії, грн
-23	0	15,6	0,0	0
-23	13	15,6	202,8	1685
-20	45	14,6	655,2	5445
-15	161	12,8	2065,1	17161
-10	391	11,1	4337,5	36045
-5	723	9,4	6767,3	56236
0	1224	7,6	9335,0	77574
5	1128	5,9	6647,7	55242
8	803	4,9	3897,2	32386
	4488		33907,8	281774

Таблиця 7.3.4 Витрати електричної енергії та загальна вартість експлуатації системи опалення за варіантом 7.4 (тепловий насос + механічна с-ма вентиляції з рекуператором та електричним калорифером, який працює на догрів повітря)

$t_z, ^\circ\text{C}$	$n, \text{ год}$	$Q_{\text{опал}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{тепл.ТН}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{ел.ТН}}, \text{ кВт}$	$\text{COP}$	$Q_{\text{ел. опал}}, \text{ кВт}$	$Q_{\text{ел. опал*п}}, \text{ кВтх год}$	$Q_{\text{ел.вент. рекул*п (варіант 4\delta)}, \text{ кВтх год}$	$Q_{\text{ел.опал +вент*п}}, \text{ кВтх год}$	Вартість ел. енергії, грн/кВт*год	Загальна вартість ел.енергії, грн
-23	0	8,5	16,0	6,70							0,0
-23	13	8,5	16,0	6,70	2,39	3,6	46,3	11,5	57,8	8,31	479,9
-20	45	7,9	16,4	6,80	2,41	3,3	148,0	26,5	174,5	8,31	1450,2
-15	161	7,0	19,1	6,93	2,76	2,5	408,3	82,9	491,2	8,31	4081,7
-10	391	6,0	20,7	7,06	2,93	2,1	806,1	172,6	978,7	8,31	8132,8
-5	723	5,1	22,8	7,18	3,18	1,6	1161,2	266,0	1427,2	8,31	11859,8
0	1224	4,2	25,0	7,32	3,42	1,2	1489,3	450,3	1939,6	8,31	16118,2
5	1128	3,2	25,4	7,48	3,40	0,9	1066,7	415,0	1481,7	8,31	12312,7
8	803	2,6	26,6	7,58	3,51	0,8	605,1	295,4	900,5	8,31	7483,5
	4488					Всього:	5730,9	1720,2	7451,1		61918,9

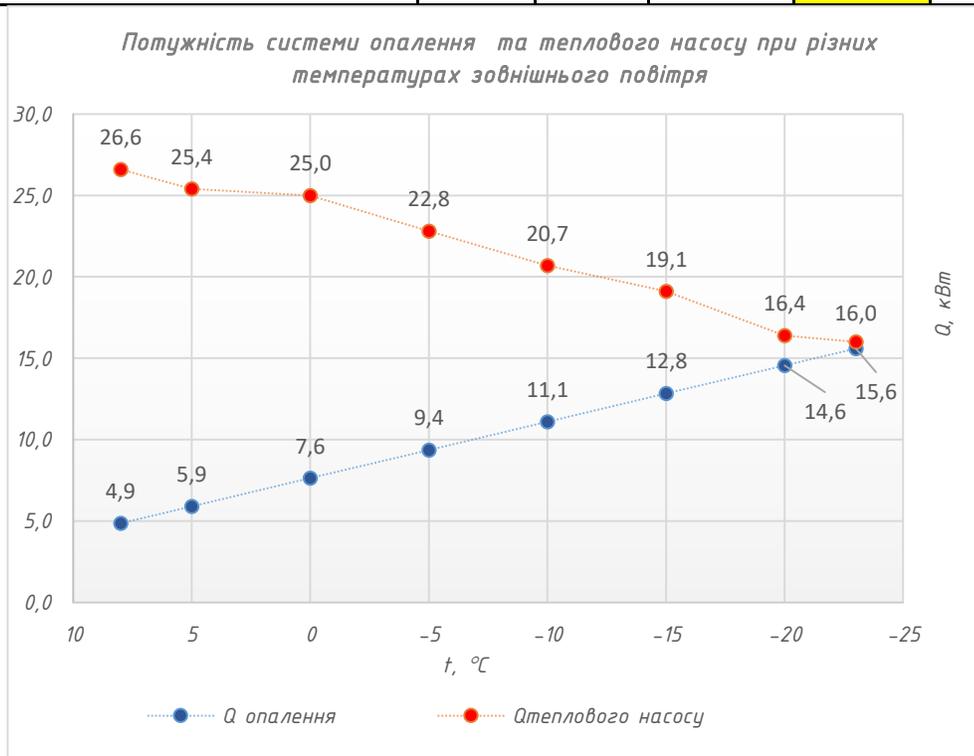


Рис.7.2. Потужність системи опалення та теплового насосу при різних температурах зовнішнього повітря

Теплова потужність, яку передає тепловий насос «повітря»-«вода» в процесі експлуатації до системи опалення, ГВП, залежить прямопропорційно від температури зовнішнього повітря. Чим вище температура зовнішнього повітря, тим більшу теплову потужність можна отримати від теплового насоса. В таблиці 7.3.1. наведена теплова потужність на нагрів теплового насоса  $Q_{\text{тепл.ТН}}$ , кВт при різних температурах зовнішнього повітря. Графік рис.7.2 наочно показує як змінюється потужність теплового насоса та необхідна кількість тепла на потреби системи опалення зі зміною зовнішнього повітря. Якщо при  $-23^{\circ}\text{C}$  теплова потужність теплового насоса та системи опалення співпадали, то при температурі  $+8^{\circ}\text{C}$  – теплова потужність теплового насоса перевищує потребу в опаленні в 5,4 рази. Тому в період, коли температура вище  $-23^{\circ}\text{C}$ , доцільно тепловий насос використовувати на потреби системи гарячого водопостачання.

Графік витрат тепла на опалення будівлі в залежності від температури зовнішнього повітря відображено на рисунку 7.3. Загальні витрати тепла на опалення протягом року представлені у вигляді графіку на рисунку 7.4, де загальна площа фігури, що побудована, це витрата тепла в  $\text{kВт}\cdot\text{год}$ . Графіки 7.3, 7.4 побудовано на основі таблиць 7.3.1–7.3.3.

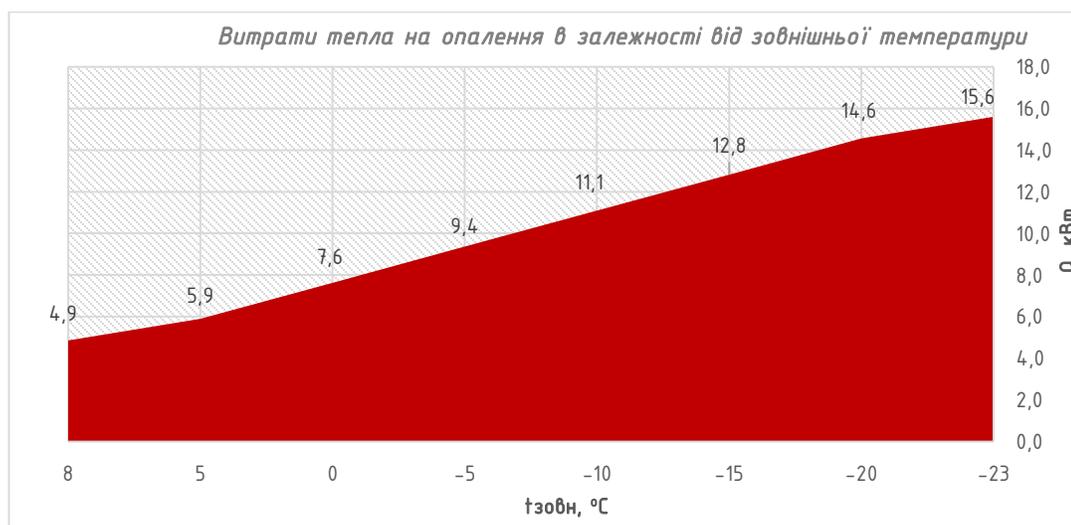


Рис.7.3 Витрати тепла на опалення в залежності від зовнішньої температури

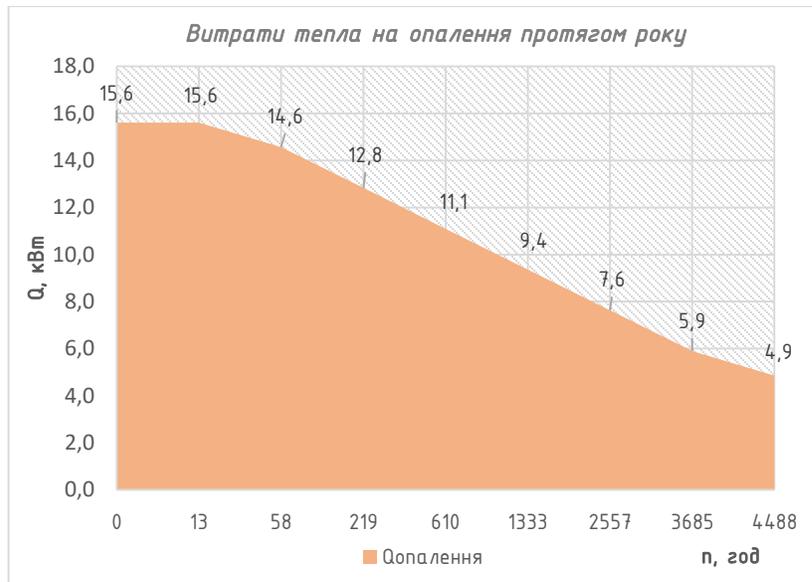


Рис.7.4 Витрати тепла на опалення протягом року

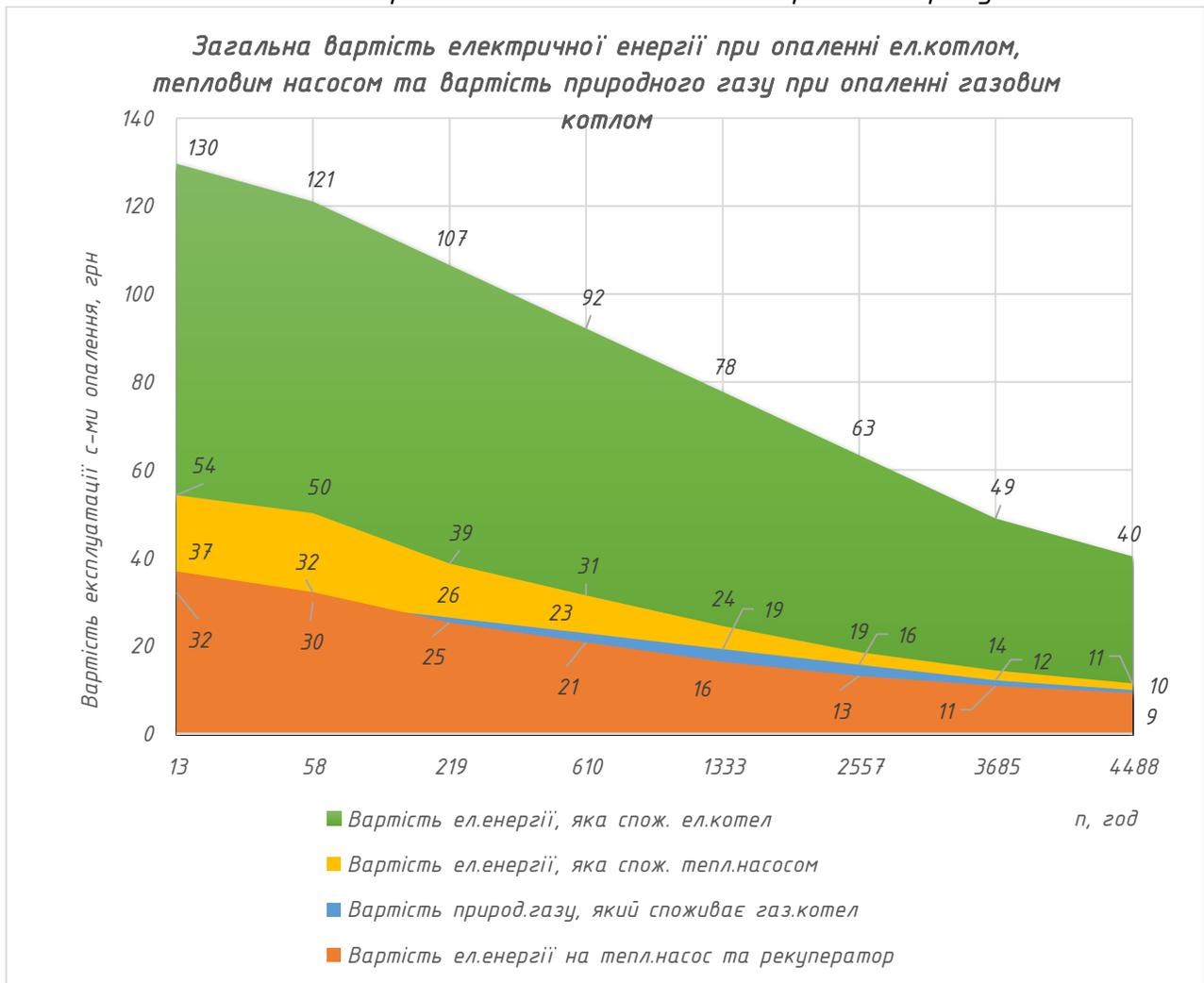


Рис.7.5 Загальна вартість електричної енергії при опаленні ел. котлом, тепловим насосом та загальна вартість природного газу при опаленні газовим котлом

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		64

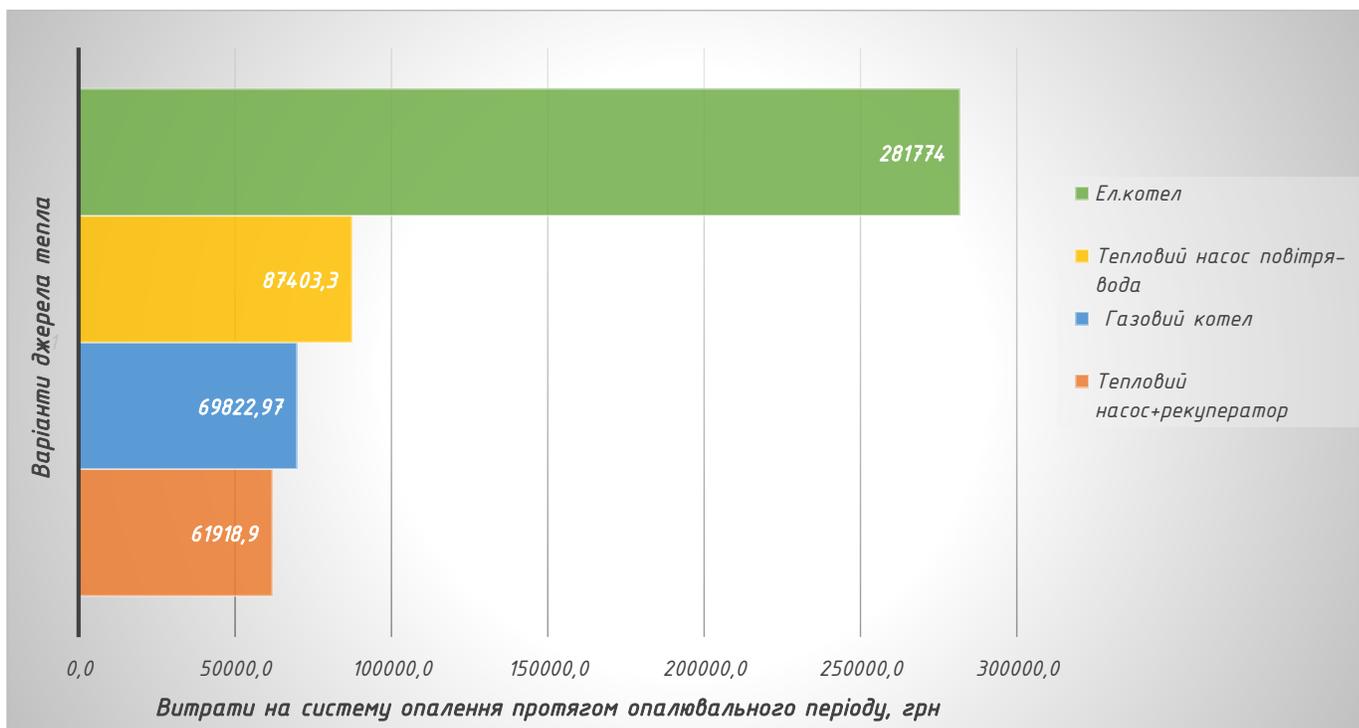


Рис.7.6 Витрати на систему опалення протягом опалювального періоду (в грн.) при застосуванні різних джерел тепла

Для більш наочного представлення результатів розрахунку експлуатаційних витрат на систему опалення, яка використовує різні джерела тепла, були побудована гістограма рис.7.6 на основі таблиць 7.3.1–7.3.4. Аналізуючи отримані дані можемо зробити висновки:

- 1) при заміні газового котла на тепловий насос з COP= 2,39–3,51 для потреб системи опалення експлуатаційний економічний ефект буде негативний, т.я. вартість ел.енергії 8,31 грн/кВт\*год для юридичних осіб перевищує вартість газу 17,6 грн/м³ в переводі на отримані від нього кВт\*год 2,06 грн/ кВт\*год в  $8,31/2,06=4$  рази. Тому в такому випадку економічно доцільним буде використання теплового насосу у якого COP вище 4.
- 2) При відсутності теплової мережі та можливості під'єднання до систем газопостачання, в випадку наявності тільки електричної мережі, тепловий

насос покаже суттєвий економічний ефект вартість експлуатації системи опалення з тепловим насосом порівняно з електричним котлом буде в  $281774/87403,3=3,2$  рази менша.

3) Якщо для підігріву вентиляційного припливного повітря застосувати механічну систему вентиляції з рекуператором повітря та на потреби системи опалення буде працювати тепловий насос, то експлуатаційні витрати будуть на  $(69822,97-61918,9)/69822,97*100\%=11,3\%$  менше порівняно з системою опалення від газового котла;  $(281774-61918)/281774*100\%=78\%$  менше порівняно з системою опалення від електричного котла;  $(87403,3-61918)/87403,3=29\%$  менше системи з тепловим насосом без рекуперації вентиляційного повітря.

### **Висновки**

- 1) В результаті утеплення адміністративної будівлі, тобто доведені значень опору теплопередачі конструкції будівлі (стіни, покриття та вікна) до норм ДБН В.2.6-31:2021. [2] відбулося зниження максимальної потужності системи опалення на 38,4% (9732Вт).
- 2) В результаті аналітичних розрахунків визначено, що доля втрат тепла з вентиляційним повітрям складає 45% від загальних тепловтрат утепленого будинку за ДБН В.2.6-31:2021. [2], 28% для неутепленого будинку орієнтовно 2000 року будівництва.
- 3) Аналіз роботи рекуператора повітря при різних зовнішніх температурах показав, що ефективність роботи рекуператора коливається від 0,64 до 0,81. Найнижчі значення ефективності рекуператора 0,64 при зовнішній температурі +8°C, так як обмежений перепад між повітрям, що гріє (+22°C) та повітрям, що нагрівається (+17°C) в 5°C. Тому нагрівання повітря відбувається від +8°C до +17°C - температурний перепад дорівнює тільки +9°C. Також при зовнішній

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		66

температурі  $-23^{\circ}\text{C}$  внаслідок загрози обмерзання ефективність рекуператора складає 0,73.

- 4) Визначення обсягу економії за рахунок рекуперації тепла в грошовому еквіваленті на базі тарифів на 2023 рік для юридичних осіб: вартість електричної енергії 8,31 грн/кВт\*год (2 клас споживачів), природній газ (обсяг споживання до 10000м<sup>3</sup>/міс.) – 17,6 грн/м<sup>3</sup>, тепла енергія двохставковий тариф 3101,38 грн/Гкал та 172422,65 грн/Гкал/год, дав такі результати: догрів повітря після рекуператора в електричному калорифері з економічної точки зору, програє варіантам догріву теплоносієм від газового котла, теплової мережі і, навіть, коли ми використовуємо природню систему вентиляції, тепловтрати з якою компенсуються під час опалення газовим котлом. Але електричний калорифер має ряд переваг: 1) він вже вбудований в рекупераційну установку, тому електрична установка зможе показати значно менші початкові витрати. 2) на об'єкті будівництва або поряд може не бути теплової, газової мережі, це значні додаткові капіталовкладення. 3) застосування електричного калорифера виявляється більш простий для реалізації, т.я. на 100% громадських та адміністративних об'єктів реконструкції електрична енергія вже підведена.
- 5) Застосування BIM технологій на стадії проектування, це інвестиції в майбутнє, так як BIM модель в майбутньому допомагає власнику будинку на стадії експлуатації та реконструкції інженерних систем будинку. Все завдяки інформації про характеристики обладнання, матеріалів, тощо та точне їх розташування на об'єкті.
- 6) Використання фанкойлів в якості опалювальних приладів в комплексі з тепловим насосом, забезпечує найбільшу автоматизацію системи опалення/охолодження

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		67

*в процесі підтримання необхідних параметрів мікроклімату, як в холодний так і теплий період року.*

*7) В результаті заміни газового котла на тепловий насос з COP= 2,39–3,51 для потреб системи опалення експлуатаційний економічний ефект буде негативний, тому що вартість електричної енергії перевищує вартість природнього газу в 4 рази, таким чином економічно доцільним буде тільки використання теплового насосу з COP вище 4.*

*8) Якщо порівнювати з електричним котлом або калорифером, то тепловий насос буде більш економічним – в 3,2 рази.*

*9) Якщо розглянути комплексне використання тепловий насос + рекуператор припливного повітря, то експлуатаційні витрати будуть на 11,3% менше порівняно з системою опалення від газового котла; 78% менше порівняно з системою опалення від електричного котла; 29% менше системи, яка працює від теплового насосу без рекуперації вентиляційного повітря.*

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		68

## Література

1. ДСТУ-Н Б В.1.1.-2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 128 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціювання. – Укрархбудінформ,- 2013. – 141 с.
4. ДСТУ Б.В.2.6.-189-2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К.: Мінрегіон України, 2014.
5. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики.
6. Любарець О. П. Проектування систем водяного опалення (посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ)/ О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень – Київ – Сімферополь, 2010. – 200 с.
7. Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за EN 12831 у курсовому проєкті з «Опалення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. – Рівне: НУВГП, 2016. – 40 с.
8. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення.
9. Навчальний посібник до виконання магістерської роботи / Ю.С. Голік, Ю.В. Шурчкова, Д.В. Гузик, О.Б. Борщ, Т.С. Кугаєвська, О.В. Череднікова. – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 112 с.
10. Тимофєєв М.В., Фаренюк Г.Г. Розрахунки енергоефективності будівель: Навч. пос. – К.: КНУБА, 2015. – 140 с.

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		69

11. Фаренюк Г.Г. Енергетична ефективність підвищення теплотехнічних показників основних елементів теплоізоляційної оболонки будинків. / Г.Г. Фаренюк // Будівництво України.- 2008. - № 8. - С. 12-14.
12. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 43 с. - (Національний стандарт України).
13. Закон України „Про енергозбереження” (74/94-вр) від 01.07.1994р.
14. Закон України від 22.06.2017 року №2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».
15. Самолюк Н.М., Бондарець Д.В. Дослідження ефективності впровадження енергозберігаючих заходів у житлових будинках / Вісник НУВГП, серія «Економічні науки», Випуск 1(77). - Рівне, 2017.
16. Шість кроків до енергоефективності будівель в Україні [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/SHist-kroktiv-do-energoefektyvnosti-budivel-v-Ukrayini/>
17. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. - К.: Мінрегіонбуд України, 2015. - 140 с.
18. Практичні поради, як збільшити енергоефективність житла [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://vdalo.info/praktichni-poradi-yak-zbilshiti-energoefektivnist-zhitla/>
19. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».
20. Дізнайтеся наскільки вікно енергоефективне [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://okna.ua/su>.

					<b>601 – НТ – 10700938 – КМР</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		70

21. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Опалення та вентиляція житлового будинку (котеджу)» з курсу «Системи опалення будівель» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної форми навчання / О.В. Череднікова. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2022. – 58 с.
22. Методичні вказівки до лабораторних робіт “Системи опалення будівель” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика”. Частина 2 / О. В. Череднікова. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2022. – 34 с.
23. Методичні вказівки до лабораторних робіт “Системи опалення будівель” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика”. Частина 1 / О. В. Череднікова. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2022. – 27 с.
24. Кутний Б.А. Методичні вказівки до курсової роботи «Теплогазопостачання і вентиляція будинку» з курсу «Теплогазопостачання та вентиляція» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання / Кутний Б.А. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. – 35 с.
25. М. Робакевич, А. Панек. Термомодернізація житлового будинку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thermomodernisation.org/wp-content/uploads/2017/10/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf>
26. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 2-ге, доповнене. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2014. – 240 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		71

27. ДСТУ Б В.2.6-17-2000. Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі. – Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. – 25 с.
28. Беззуб І. Підвищення енергоефективності – запорука забезпечення енергетичної незалежності України / І. Беззуб // Центр досліджень соціальних комунікацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuviap.gov.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=745:pidvishpidvish-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350](http://nbuviap.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=745:pidvishpidvish-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350).
29. Construction 2025. Industrial Strategy: government and industry in partnership, 2013. – 78 p.  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf)
30. BIM for MEP engineering. <https://www.autodesk.com/solutions/aec/bim/mep>.
31. Про схвалення Концепції впровадження технології будівельного інформаційного моделювання (BIM-технології) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації. Розпорядження Кабінету міністрів України від 17 лютого 2021 р. N 152-р.
32. ДСТУ ISO/TS 12911:2020 Структура стандартів будівельного інформаційного моделювання (BIM) (ISO/TS 12911:2012, IDT).
33. ДСТУ EN ISO 19650-5:2022 Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 5. Застосування орієнтованого на захист підходу до управління інформацією (EN ISO 19650-5:2020, IDT; ISO 19650-5:2020, IDT).

					601 – НТ – 10700938 – КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		72

*Додатки*

*Додаток 1. Специфікація обладнання та матеріалів.*

					<i>601 – НТ – 10700938 – КМР</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ доцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		73

Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Опалення</b>							
	<b>Опалювальні прилади</b>							
	Вертикальний фанкойл з контролером Slim 5 Qном=3000 Вт	DC-MFP-50 CM		ALTEK	шт.	1		
	Вертикальний фанкойл з контролером Slim 4 Qном=2400 Вт	DC-MFP-40 CM		ALTEK	шт.	8		
	Вертикальний фанкойл з контролером Slim 3 Qном=1820Вт	DC-MFP-30 CM		ALTEK	шт.	3		
	Радіатор 500x1200 тип 22				Шт.	4		
	Радіатор 500x1000 тип 22				Шт.	1		
	Радіатор 500x600 тип 22				Шт.	1		
	Кран Маєвського Ø15				шт.	6		
	<b>Арматура</b>							
	Кран кульовий ВН 1/2" DBL			DBL	шт.	36		
	Перехід МРН (радіаторний вузол) Ø 20/Ø 1/2"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	36		
	Перехід МРВ (радіаторний вузол) Ø 20/Ø 1/2"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	36		
	<b>Трубопровід</b>							
	<b>T1, T2</b>							
	Труба PPR Fiberglass PN 25 Ø20x3.4	PPR Fiberglass		Pilsa	м	67	0,172	
	Труба ізолююча 9 мм d=22 мм				м	61		
	Труба PPR Fiberglass PN 25 Ø25x4.2	PPR Fiberglass		Pilsa	м	32	0,266	
	Труба ізолююча 9 мм d=28 мм				м	29		
	Труба PPR Fiberglass PN 25 Ø32x5.4	PPR Fiberglass		Pilsa	м	79	0,434	
	Труба ізолююча 9 мм d=35 мм				м	72		
	Труба PPR Fiberglass PN 25 Ø40x6.7	PPR Fiberglass		Pilsa	м	19	0,671	

						2023	601 – НТ – 10700938 – КМР.С			
							Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
								Стадія	Аркуш	Аркушів
								РП	1	9
							Специфікація обладнання і матеріалів до креслень марки ОВ			
							Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка кафедра ТГВтаТ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата					
Розробив		Марченко								
Перевірив		Череднікова								
Н.контр.		Череднікова								
Зав.каф.		Голік Ю.С.								

Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Труба ізолююча 9 мм d=42 мм				м	18		
	Вузол проходу крізь стіну з гільзою Ø65				шт.	28		
	Вузол проходу крізь перекриття з гільзою Ø100				шт.	2		
	Кронштейни для трубопроводів				шт.	300		
	<b>K1 (с-ма видалення конденсату з фанкойлів)</b>							
	Труба PPR Fiberglass PN 25 Ø25x4.2	PPR Fiberglass		Pilsa	м	45	0,266	
	Труба ізолююча 6 мм d=28 мм				м	41		
	<b>Трубопровід видалення конденсату з зовнішнього блоку K1</b>							
	Труба каналізаційна Ø50				м	14		
	Труба ізолююча 15 мм d=48 мм				м	2		
	Кабель для обігріву труб 20 Вт	Hemstedt FS			м	2		
	Відвід 90° для труб каналізаційних Ø 50				шт.	7		
	<b>З'єднувальні елементи труб</b>							
	<b>T1, T2 (*діаметр вказаний зовнішній)</b>							
	Відвід 90° PPR Ø 20*			Pilsa	шт.	84		
	Відвід 90° PPR Ø 25*			Pilsa	шт.	4		
	Відвід 90° PPR Ø 32*			Pilsa	шт.	16		
	Відвід 90° PPR Ø 40*			Pilsa	шт.	11		
	Трійник 90° PPR Ø 20/Ø 20/Ø 20*			Pilsa	шт.	6		
	Трійник 90° PPR Ø 25/Ø 25/Ø 25*			Pilsa	шт.	4		
	Трійник 90° PPR Ø 32/Ø 32/Ø 32*			Pilsa	шт.	14		
	Трійник 90° PPR Ø 40/Ø 40/Ø 40*			Pilsa	шт.	8		
	Перехід МРН Ø 20/Ø 1/2»			Pilsa	шт.	72		
	Перехід PPR Ø 25/Ø 20*			Pilsa	шт.	12		
	Перехід PPR Ø 32/Ø 20*			Pilsa	шт.	14		
	Перехід PPR Ø 40/Ø 20*			Pilsa	шт.	4		
	Перехід PPR Ø 32/Ø 25*			Pilsa	шт.	6		

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР.С

Аркуш

2

Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Перехід PPR Ø 40/Ø 25*			Pilsa	шт.	2		
	Перехід PPR Ø 40/Ø 32*			Pilsa	шт.	8		
	<b>К1 (с-ма видалення конденсату з фанкоїлів)</b>							
	Відвід 90° PPR Ø 25			Pilsa	шт.	22		
	Трійник 90° PPR Ø 25/Ø 25/Ø 25			Pilsa	шт.	7		
	<b>Теплогенераторна</b>							
	<b>Обладнання</b>							
K1.1	Зовнішній блок теплового насосу 31.5 кВт/28 кВт (опал./охол.)	FDC250VSA-W		Mitsubishi	компл.	1		
K1.2	Внутрішній блок теплового насосу	HPM300		Mitsubishi	компл.	1		
K2	Котел газовий City Class 30FR(30 кВт) під бойлер			ITALTHERM	компл.	1		
K3	Теплоаккумулятор 400л ТА400/Ф-Б+ТИ	ТА400/Ф-Б+ТИ		Termico	шт.	1		
K4	Розширювальний бак 100л	ERCE100		Elbi	шт.	1		
K5	Ємнісний водонагрівач БНН300 - один теплообмінник (верх)			Termico	шт.	1		
K7	Колектор K22BH 125(200) верх/низ			Termojet	шт.	1		
K8.1	Насосна група DN 25 з насосом GHN 25/60-180	НГ-47		Termojet	компл.	1		
K8.2	Насосна група DN 25 з насосом GHN 25/80-180	НГ-47Л		Termojet	компл.	1		
K10	Циркуляційний насос ГПВ COMFORT AUTO 15-14BPM	COMFORT AUTO 15-14BPM		Grundfos	шт.	1		
K11	Розширювальний бак 24 л Elbi	DP-24		Elbi	шт.	1		
	<b>Арматура</b>							
1	Запобіжний клапан DN15x15 Збар			Grandini	шт.	3		
2	Зворотній клапан муфтовий Ф1 1/2"			Grandini	шт.	1		
3	Зворотній клапан муфтовий Ф1 1/4"			Grandini	шт.	0		
4	Зворотній клапан муфтовий Ф1"			Grandini	шт.	1		
5	Зворотній клапан муфтовий Ф3/4"			Grandini	шт.	2		
6	Зворотній клапан муфтовий Ф1/2"			Grandini	шт.	1		
7	Фільтр сітчастий муфтовий Ф1 1/2"				шт.	1		

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР.С

Аркуш

3

Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Фільтр сітчатий муфтовий Ф1"				шт.	1		
9	Фільтр сітчатий муфтовий Ф3/4"				шт.	1		
10	Фільтр сітчатий муфтовий Ф1/2"				шт.	1		
11	Кран кульовий муфтовий Ф1 1/2"			DBL	шт.	6		
12	Кран кульовий муфтовий Ф1 1/4"			DBL	шт.	4		
13	Кран кульовий муфтовий Ф1"			DBL	шт.	7		
14	Кран кульовий муфтовий Ф3/4"			DBL	шт.	6		
15	Кран кульовий муфтовий Ф1/2"			DBL	шт.	9		
16	Автоматичний повітревідвідник Ф1/2"			Grandini	шт.	3		
17	Запобіжний клапан зі зливом Ф3/4" (для розшир.баку)			Grandini	шт.	2		
18	Манометр Ф63, 6 бар				шт.	2		
19	Кран манометричний				шт.	2		
20	Кран для датчика тиску				шт.	2		
21	Термометр Ф63, 120°C				шт.	4		
22	3-х ходовий клапан з ел.приводом	R3025-S2		Belimo	шт.	1		
<b>Трубопровід</b>								
<b>B1</b>								
	Труба PPR Fiberglass PN 25	Ø20x3.4	PPR Fiberglass	Pilsa	м	4	0,172	
	Труба PPR Fiberglass PN 25	Ø25x4.2	PPR Fiberglass	Pilsa	м	0,7	0,266	
	Труба PPR Fiberglass PN 25	Ø32x5.4	PPR Fiberglass	Pilsa	м	4,2	0,434	
<b>T3</b>								
	Труба PPR Fiberglass PN 25	Ø32x5.4	PPR Fiberglass	Pilsa	м	2,5	0,434	
<b>T4</b>								
	Труба PPR Fiberglass PN 25	Ø25x4.2	PPR Fiberglass	Pilsa	м	3,3	0,266	
<b>B1, T3, T4 (*діаметр вказаний зовнішній)</b>								
	Відвід 90° PPR	Ø 20*		Pilsa	шт.	4		

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР.С

Аркуш

4

Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Відвід 90° PPR Ø 25*			Pilsa	шт.	7		
	Відвід 90° PPR Ø 32*			Pilsa	шт.	6		
	Трійник 90° PPR Ø 25/Ø 25/Ø 25*			Pilsa	шт.	1		
	Трійник 90° PPR Ø 32/Ø 32/Ø 32*			Pilsa	шт.	2		
	Перехід PPR Ø 25/Ø 20*			Pilsa	шт.	2		
	Перехід PPR Ø 32/Ø 25*			Pilsa	шт.	1		
	<b>T1, T2</b>							
	Труба PPR Fiberglass PN 25	PPR Fiberglass		Pilsa	м	2,0	0,266	
	в каучуковій теплої ізоляції Ø 28 δ=9	Ø 25x4.22	T1,T2					
	Те саме в теплої ізоляції Ø 35 δ=9	Ø 32x5.4	T1,T2		м	19.3	0,434	
	Те саме в теплої ізоляції Ø 42 δ=9	Ø 40x6.7	(T1,T2)		м	12,8		
	Те саме в теплої ізоляції Ø 57 δ=9	Ø 50x8.4	T1,T2		м	4,6		
	Перехід МРН Ø 20/Ø 1/2"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	14		
	Перехід МРВ Ø 20/Ø 1/2"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	17		
	Перехід МРН Ø 25/Ø 3/4"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	11		
	Перехід МРВ Ø 25/Ø 3/4"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	11		
	Перехід МРН Ø 32/Ø 1"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	9		
	Перехід МРВ Ø 32/Ø 1"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	12		
	Перехід МРН Ø 40/Ø 1 1/4"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	4		
	Перехід МРВ Ø 40/Ø 1 1 1/4"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	4		
	Перехід МРН Ø 50/Ø 1 1/2"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	8		
	Перехід МРВ Ø 50/Ø 1 1 1/2"	PPR Fiberglass		Pilsa	шт.	8		
	Відвід 90° PPR Ø 25*			Pilsa	шт.	5		
	Відвід 90° PPR Ø 32*			Pilsa	шт.	12		
	Відвід 90° PPR Ø 40*			Pilsa	шт.	14		
	Відвід 90° PPR Ø 50*			Pilsa	шт.	6		

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР.С

Аркуш

5

Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Перехід PPR Ø 32/Ø 25*			Pilsa	шт.	3		
	Перехід PPR Ø 40/Ø 32*			Pilsa	шт.	4		
	Перехід PPR Ø 50/Ø 25*			Pilsa	шт.	5		
	Перехід PPR Ø 50/Ø 32*			Pilsa	шт.	2		
	Перехід PPR Ø 50/Ø 40*			Pilsa	шт.	3		
	Трійник 90° PPR Ø 50/Ø 50/Ø 50*			Pilsa	шт.	4		
	<b>Вентиляція</b>							
	<b>Обладнання</b>							
П1, В1	Припливно-втяжна установка $N_{вн}=327$ Вт $L=700$ м <sup>3</sup> /год	MVS-1100-DW		Mycond	шт.	1	61	
В2	Вентилятор канальний $N_{вн}=50$ Вт	BK 150		VENTS	шт.	1	2,95	
П1, В1	Шумопоглинач 500x250 Ø250	ШПК Ø250		VENTS	шт.	2	20,5	
П1	Електричний нагрівач для круглих каналів	REH 250-6.0/3		AEROSTAR	шт.	1	7,9	
В1	Заслінка Ø250	KOM250		VENTS	шт.	1		
П1	Заслінка C-KVK-250-HD із ел. приводом Belimo TF230	C-KVK-250-HD			шт.	1		
П1, В1	Фільтр касетний Ø250			VENTS	шт.	2		
	<b>Матеріали</b>							
ПП1	Решітка дверна з заслінкою MB450 $S_{ef}=0,015$ м <sup>2</sup>	MB450		VENTS	шт.	1		(теплогенераторна)
П1, В1, В2	Анемостат A100BPF Ø100	A100BPF		VENTS	шт.	5		
П1, В1, В2	Анемостат A125BPF Ø125	A125BPF		VENTS	шт.	19		
П1, В1	Решітка P250x250	P250x250		VENTS	шт.	2		
ВП2	Решітка P200	P200		VENTS	шт.	1		
П1,В1, В2	Повітропровід із сталі тонколистової оцинкованої $\delta=0,5$ Ø100				м	10,7	1,2	
	із утеплювачем із мінвати $\delta=50$ та покритих оцин. сталлю $\delta=0,5$							
В1, П1	Повітропровід із сталі тонколистової оцинкованої $\delta=0,5$ Ø125				м	34,2		
В2, ВП1	Повітропровід із сталі тонколистової оцинкованої $\delta=0,5$ Ø150				м	1,4	1,9	
В1	Повітропровід із сталі тонколистової оцинкованої $\delta=0,6$ Ø200				м	3,3	3,0	
ВП2	Повітропровід із сталі тонколистової оцинкованої $\delta=0,6$ Ø190				м	7,4	2,4	

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР.С

Аркуш

6



Позиція	Найменування и технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Перехід круглого перерізу	Ø250/Ø242			шт.	2		
	Перехідник прямокутного перерізу кут 60°	250x125/300x200			шт.	1		
	Перехідник прямокутного перерізу кут 60°	300x200/150x125			шт.	1		
	Трійник круглого перерізу - прямий	Ø125/Ø125/Ø125			шт.	2		
	Трійник круглого перерізу - прямий	Ø250/Ø250/Ø125			шт.	2		
	Трійник круглого перерізу - прямий	Ø250/Ø250/Ø200			шт.	1		
	Трійник прямокутного перерізу - прямий	150x125/150x125/150x125			шт.	1		
	Трійник прямокутного перерізу - прямий	200x300/200x300/200x300			шт.	1		
	Трійник прямокутного перерізу - прямий	250x125/250x125/250x125			шт.	2		
	<b>B2</b>							
	Перехід з круглого на прямокутний переріз 45град	100x100/Ø100			шт.	1		
	Перехід з круглого на прямокутний переріз 45град	140x140/Ø160			шт.	2		
	Перехід з круглого на прямокутний переріз 60град	140x140/Ø100			шт.	1		
	<b>BП2</b>							
	Трійник круглого перерізу - прямий (утеплений)	Ø190/Ø190/Ø190			шт.	1		
	<b>П1</b>							
	Перехід з круглого на прямокутний переріз 60град	150x125/Ø125			шт.	2		
	Перехід з круглого на прямокутний переріз 60град	200x200/Ø200			шт.	1		
	Перехід з круглого на прямокутний переріз 60град	250x125/Ø125			шт.	3		
	Перехід круглого перерізу	Ø125/Ø100			шт.	1		
	Перехід круглого перерізу	Ø250/Ø125			шт.	1		
	Перехід круглого перерізу	Ø250/Ø150			шт.	1		
	Перехід круглого перерізу	Ø250/Ø242			шт.	2		
	Перехідник прямокутного перерізу кут 60°	200x300/200x200			шт.	1		
	Перехідник прямокутного перерізу кут 60°	300x200/250x125			шт.	1		
	Перехідник прямокутного перерізу кут 60°	300x100/150x125			шт.	1		
	Трійник круглого перерізу - прямий	Ø125/Ø125/Ø125			шт.	2		

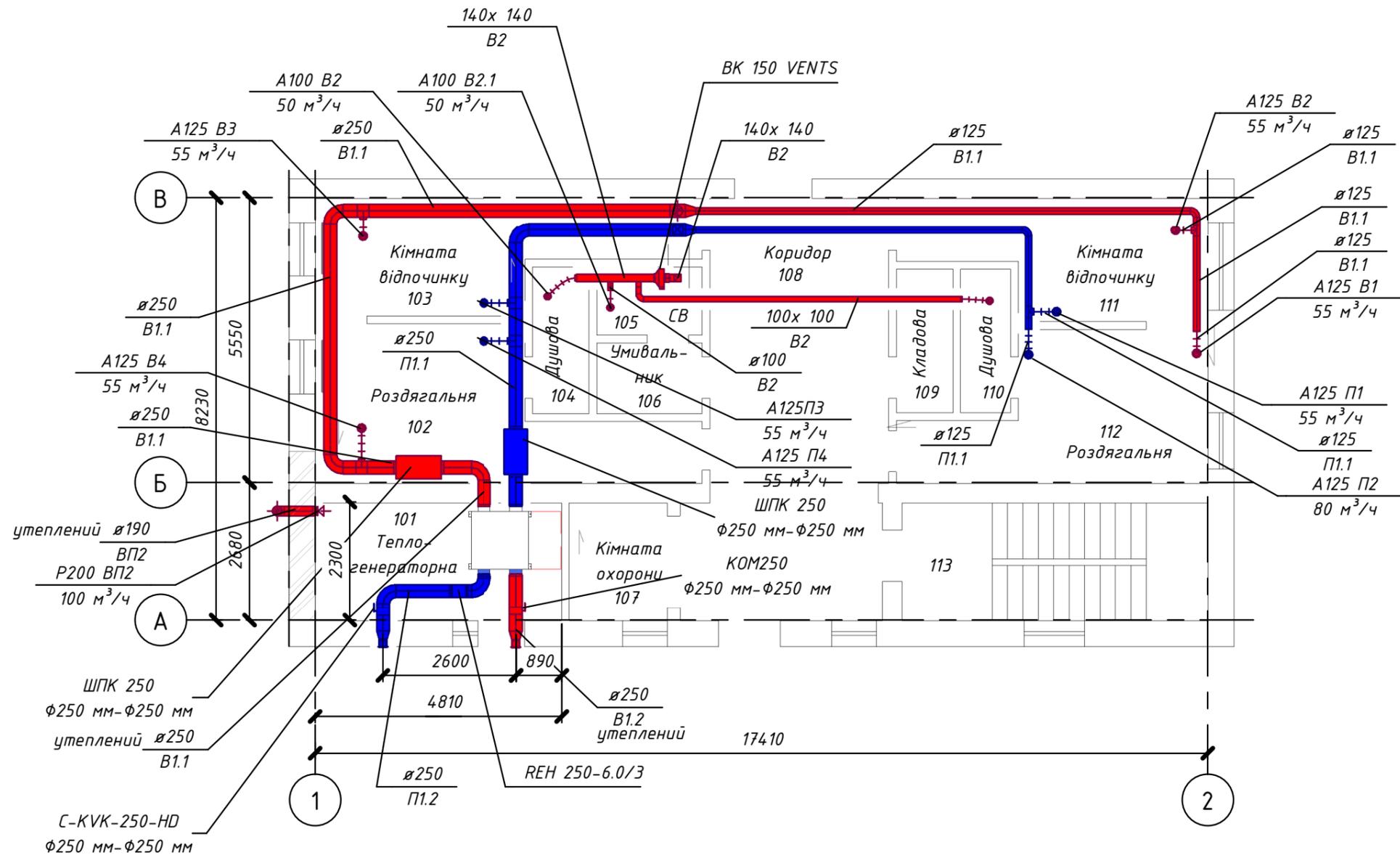
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

601 - НТ - 10700938 - КМР.С

Аркуш

8

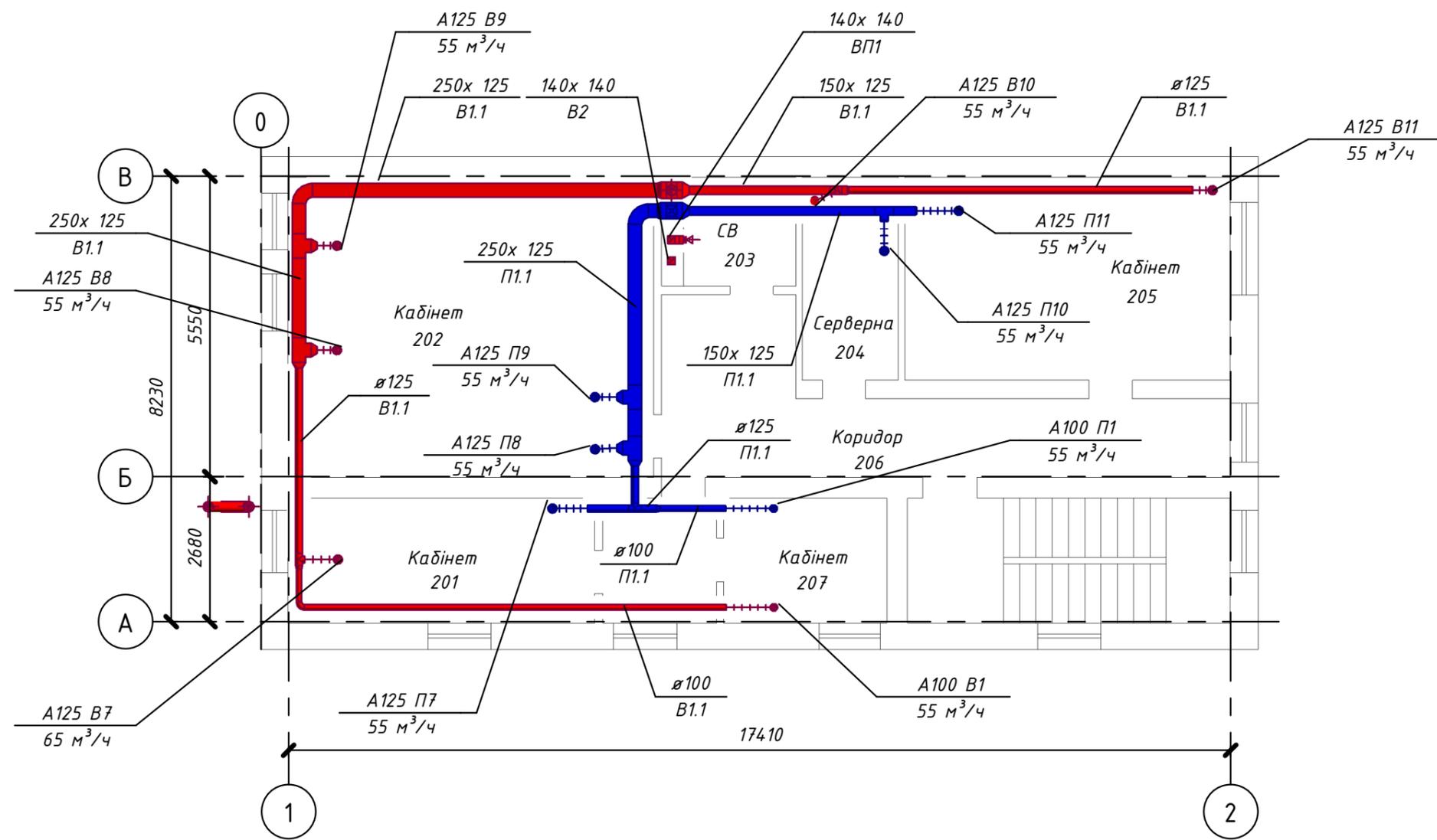




Узгоджено

Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>						
Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив			Марченко О.В.			
Перевірів			Червникова			
Н.контр.			Червникова			
Зав.кафед.			Голік Ю.С.			
Опалення та вентиляція адмінкорпусу				Стадія	Аркуш	Аркушів
Вентиляція. План I-го поверху.				РП	1	
				Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПвмТ		



Узгоджено

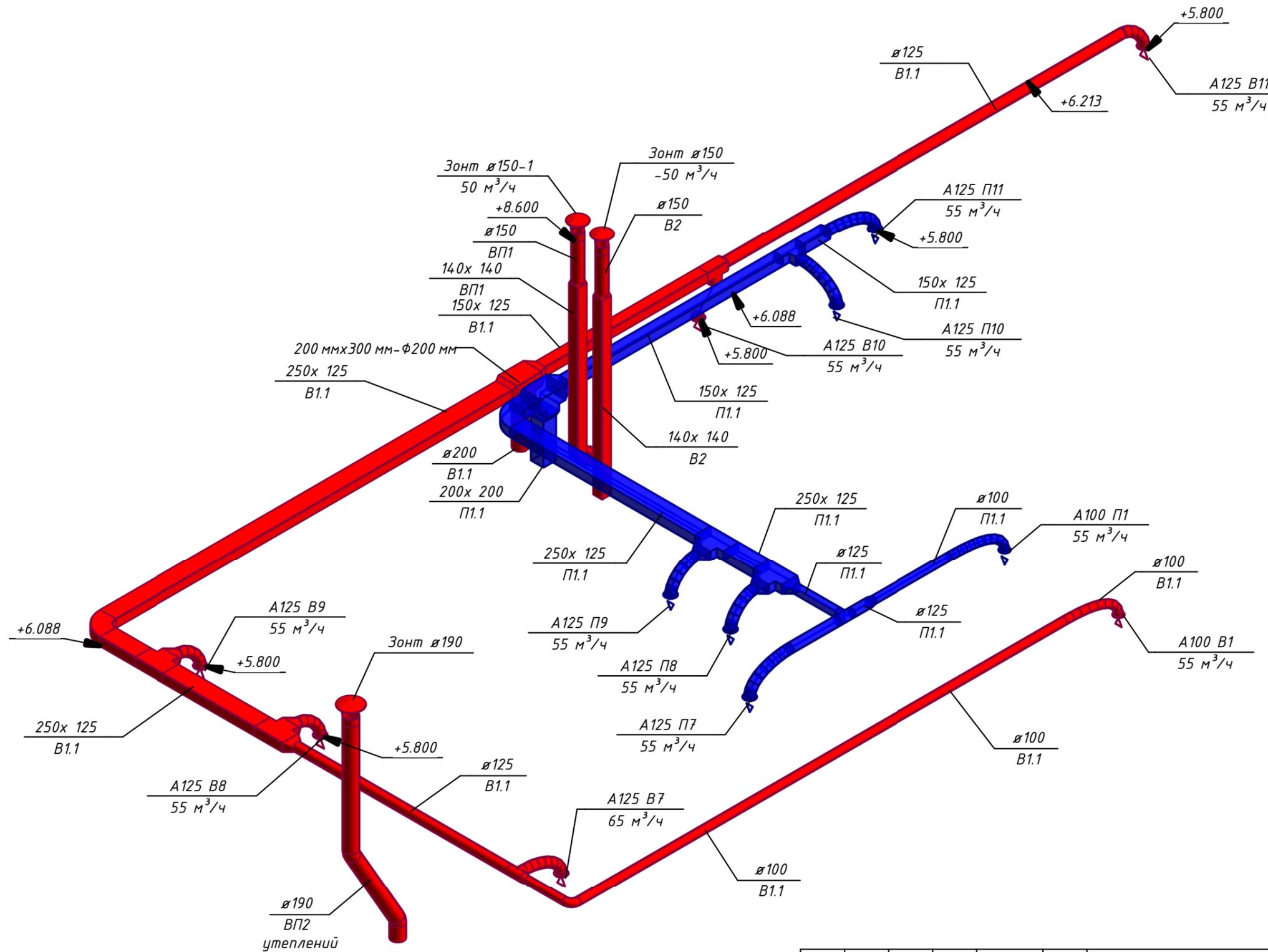
Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ор.

						<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			
						Опалення та вентиляція адмінкорпусу		
						Стадія	Аркуш	Аркушів
						РП	2	
						Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПВмТ		
						Вентиляція. План II-го поверху.		
Розробив	Марченко О.В.							
Перевірів	Червникова							
Н.контр.	Червникова							
Зав.кафед.	Голік Ю.С.							

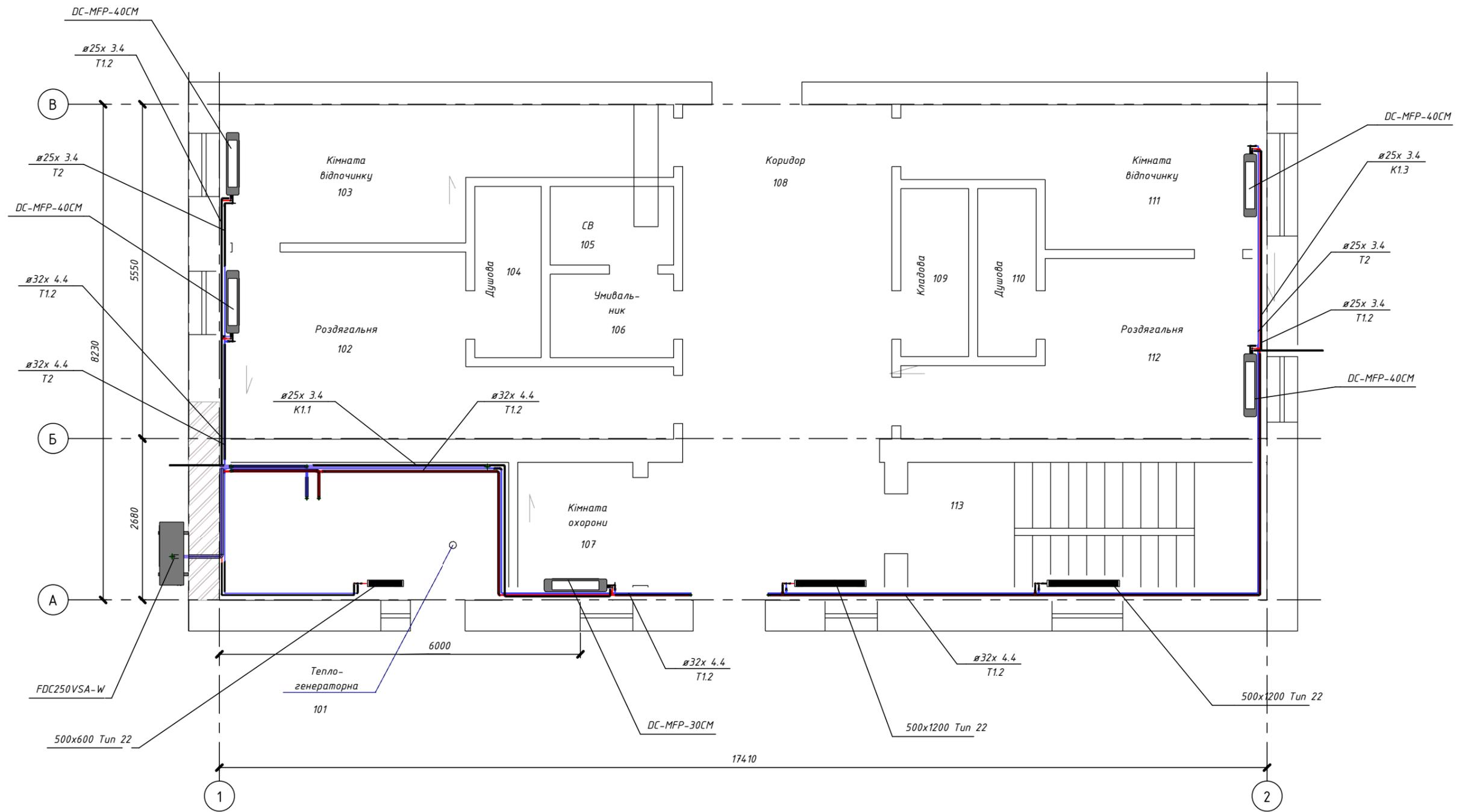




Узгоджено

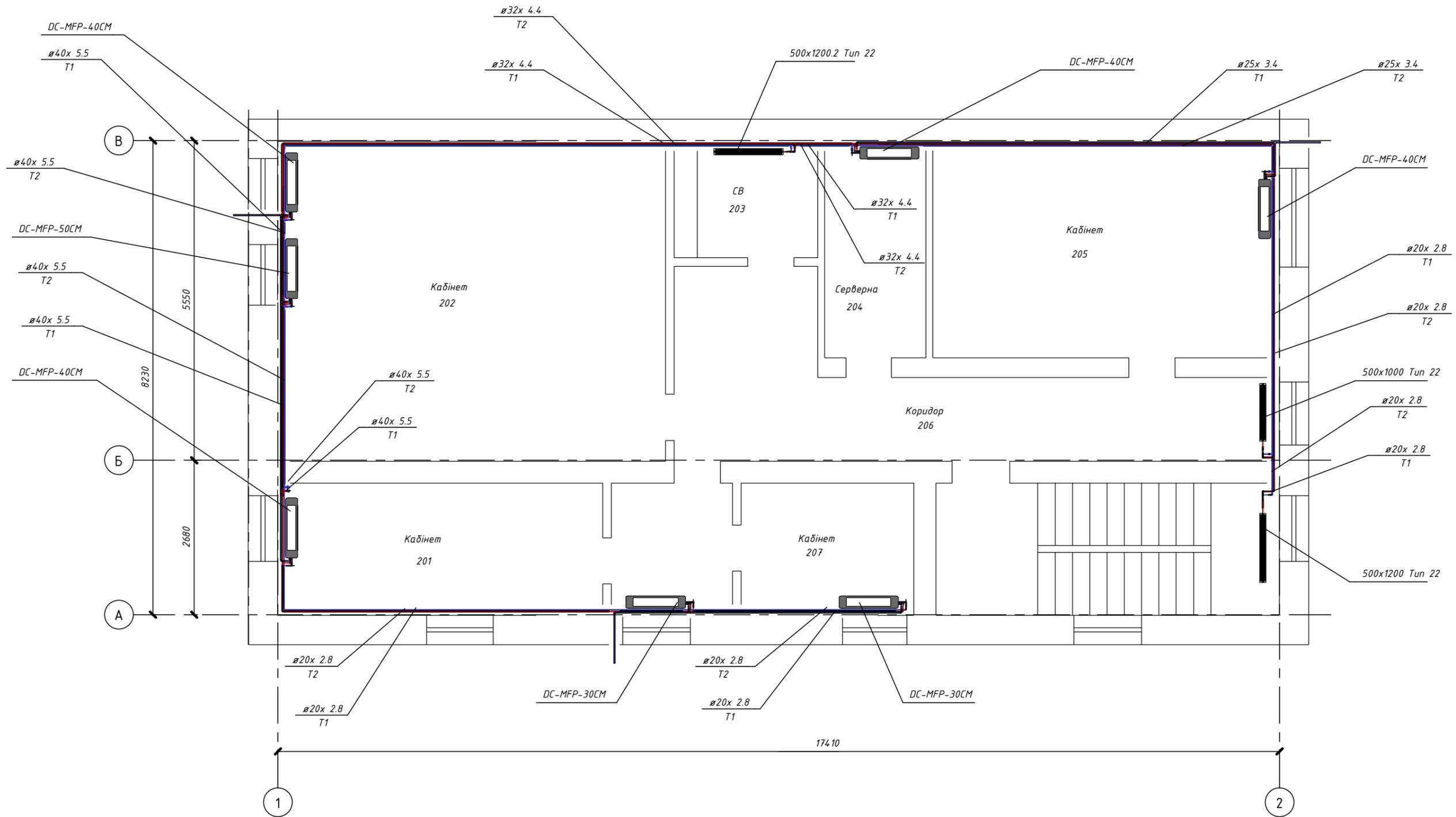
Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>					
Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Марченко О.В.				
Перевірів	Червникова				
Н.контр.	Червникова				
Зав.кафед.	Голік Ю.С.				
Опалення та вентиляція адмінкорпусу			Стадія	Аркуш	Аркушів
Вентиляція. Схема системи вентиляції другого поверху.			РП	4	
Вентиляція. Схема системи вентиляції другого поверху.			Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПвмат		



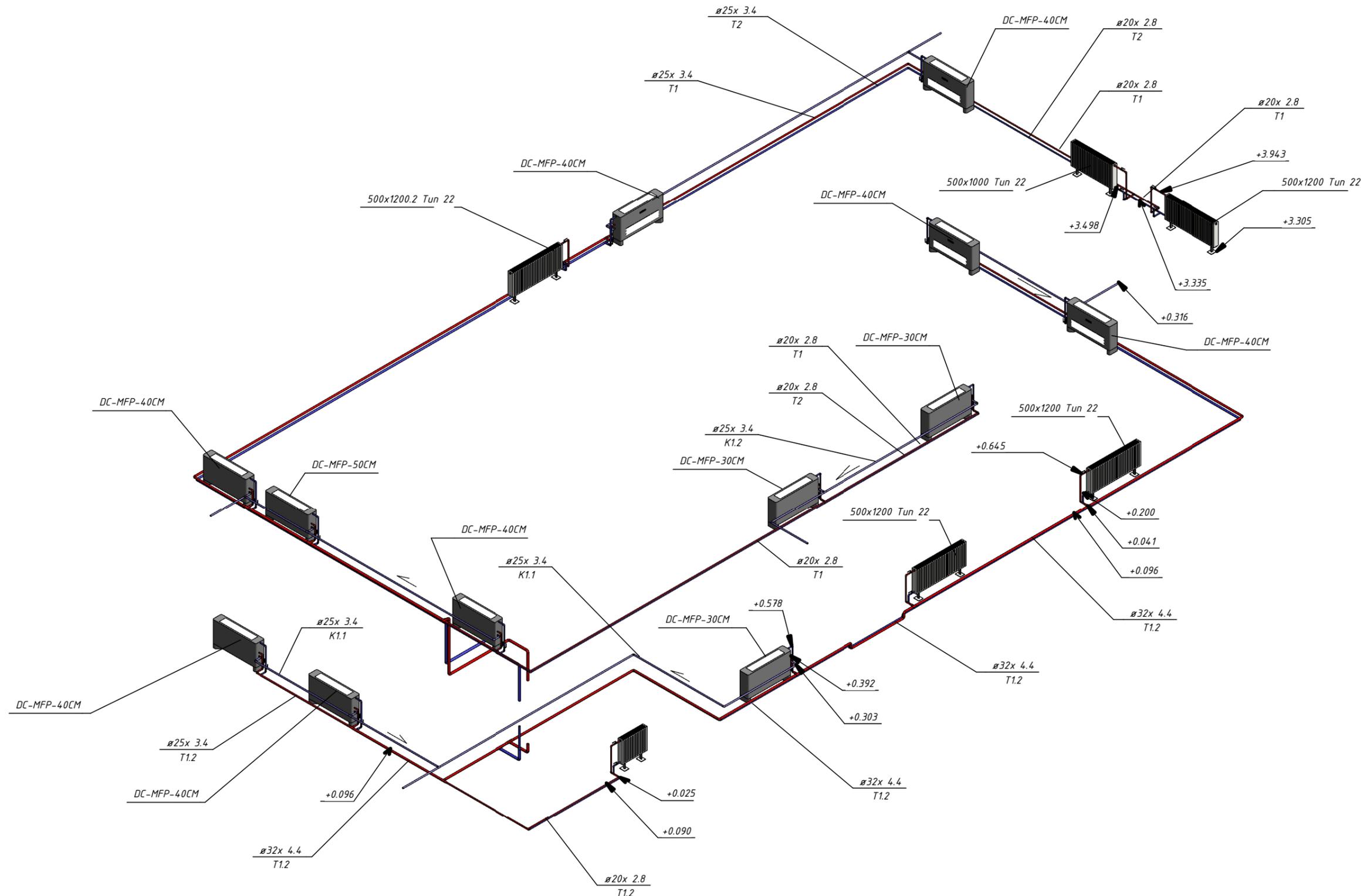
Лист №	Зак. інв. №
Підп. і дата	
Інд. № ар.	

						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.					Стадія		Аркуш	Аркушів
Перевірів	Череднікова					РП		5	
Зав. кафе.	Голік Ю.С.					Опалення. План першого поверху.			Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТТПвтаТ



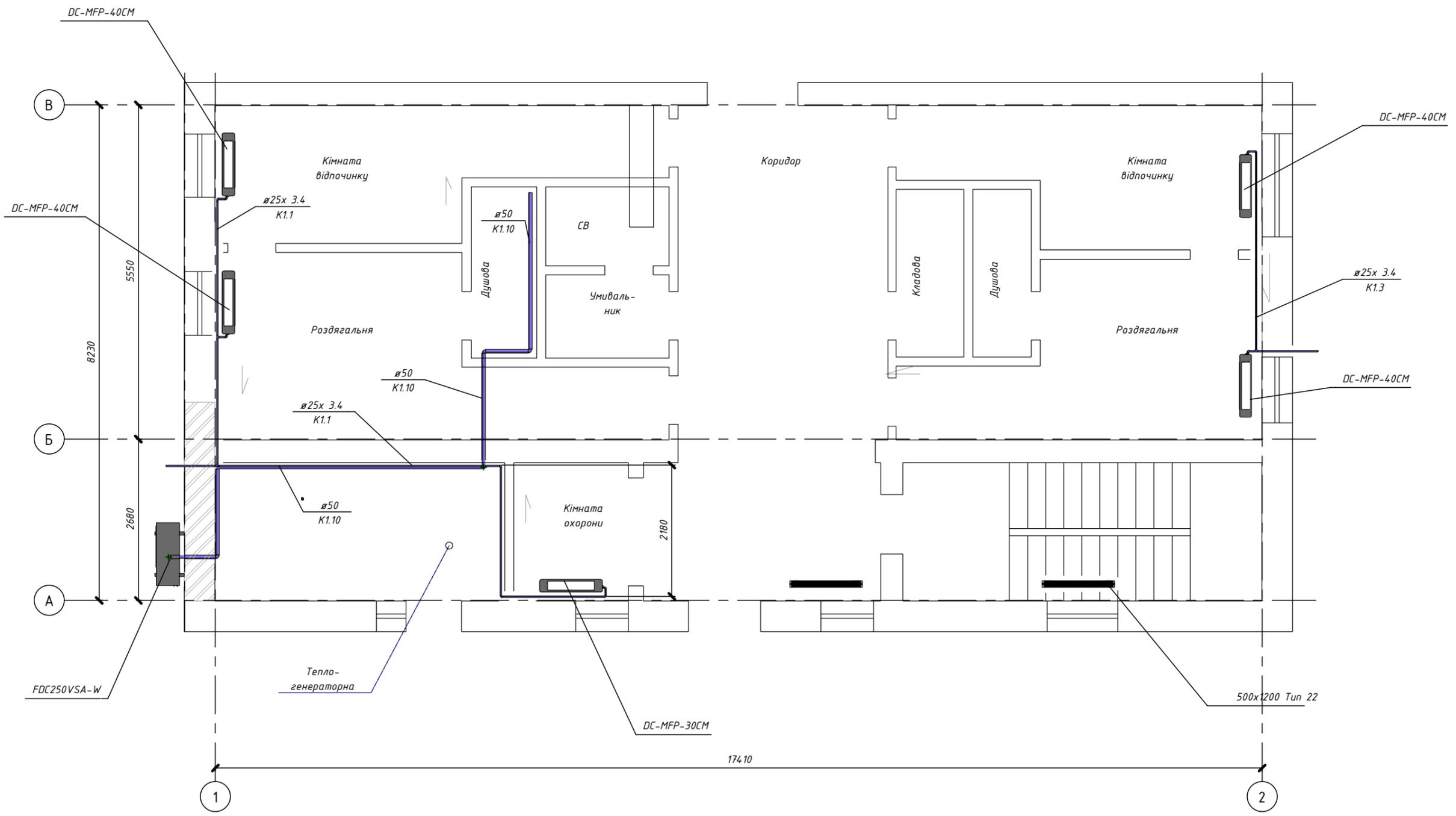
Посаджено					
Зач. інв. №					
Підп. і дата					
інв. № ар.					

						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
							Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Марченко С.В.					РП	6	
Перевірив		Череднікова					Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТТПвтаТ		
Зав. кафедр.		Голік Ю.С.					Опалення. План другого поверху		



Листок №	
Закр. інв. №	
Підп. і дата	
інв. № ар.	

						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
							Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.						РП	7	
Перевірив	Черединова								
Зав. кафедр.	Голік Ю.С.								
Опалення. Схема системи опалення							Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТТПвтаТ		



Посаджено	
Зач. інв. №	
Підп. і дата	
інв. № оп.	

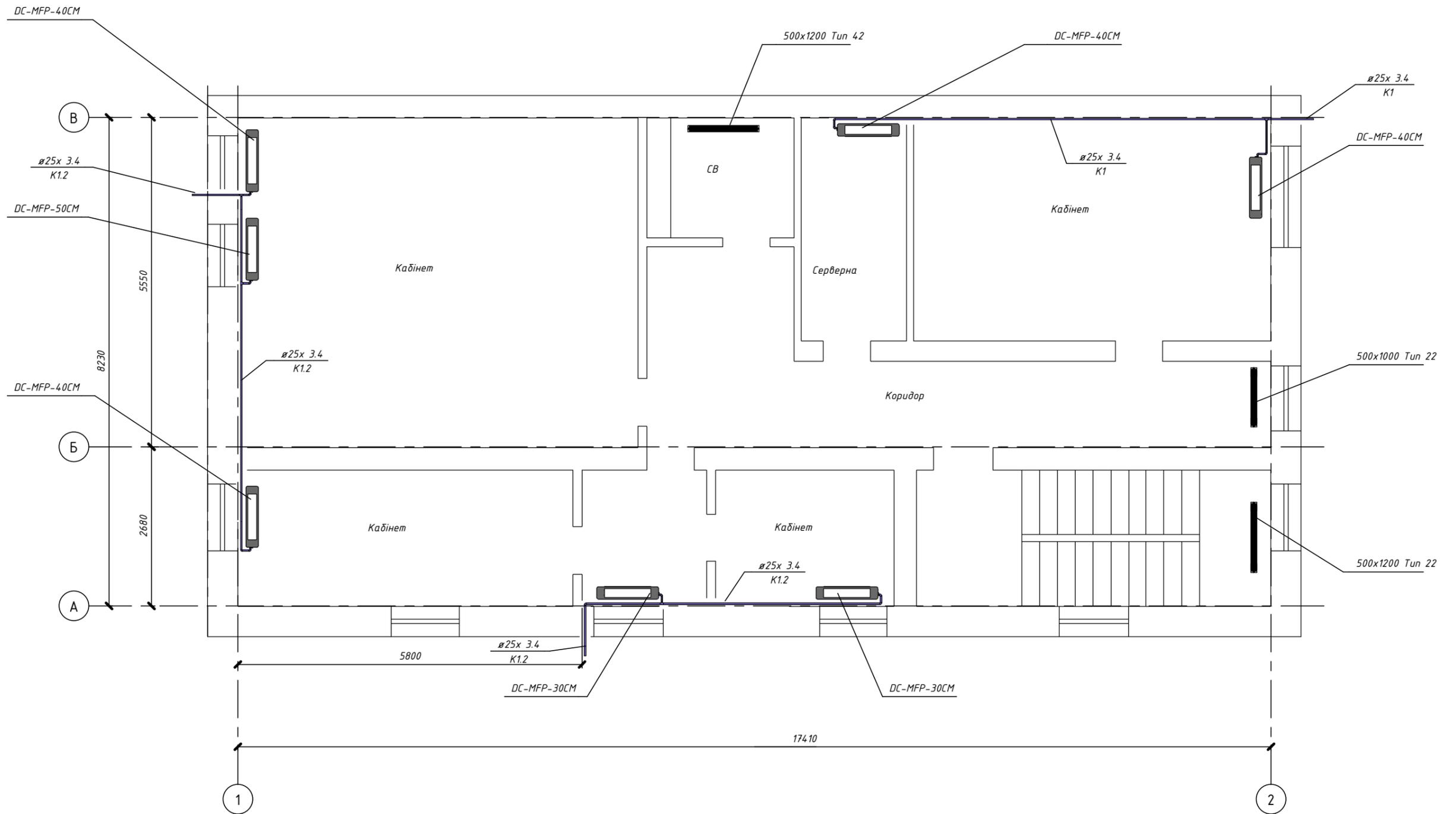
22.10.2023 15:54:01

						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.					Стадія		Аркуш	Аркушів
Перевірів	Череднікова					РП		8	
Зав. кафе.	Голік Ю.С.					Видалення конденсату. План першого поверху.			Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТТПвтаТ

Копіював

Формат

© 2013-2023 Poltava Polytechnic University



Посаджено				
Зач. інв. №				
Підп. і дата				
інв. № ар.				

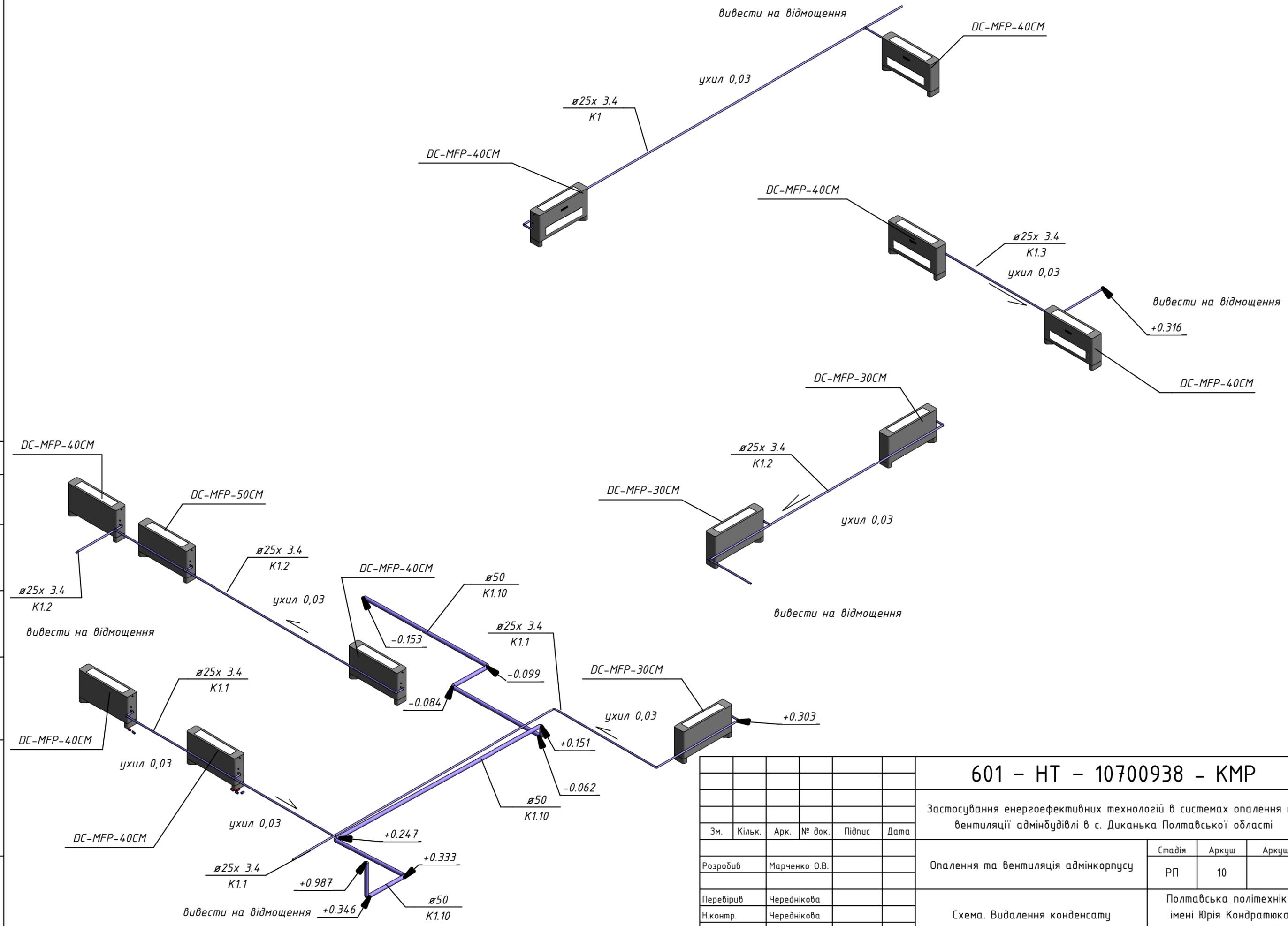
						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
							Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.						РП	9	
Перевірів	Череднікова						Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТТПтаТ		
Зав. кафе.	Голік Ю.С.						Видалення конденсату. План другого поверху		
							Копіював		
							Формат		

Узгоджено

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ор.



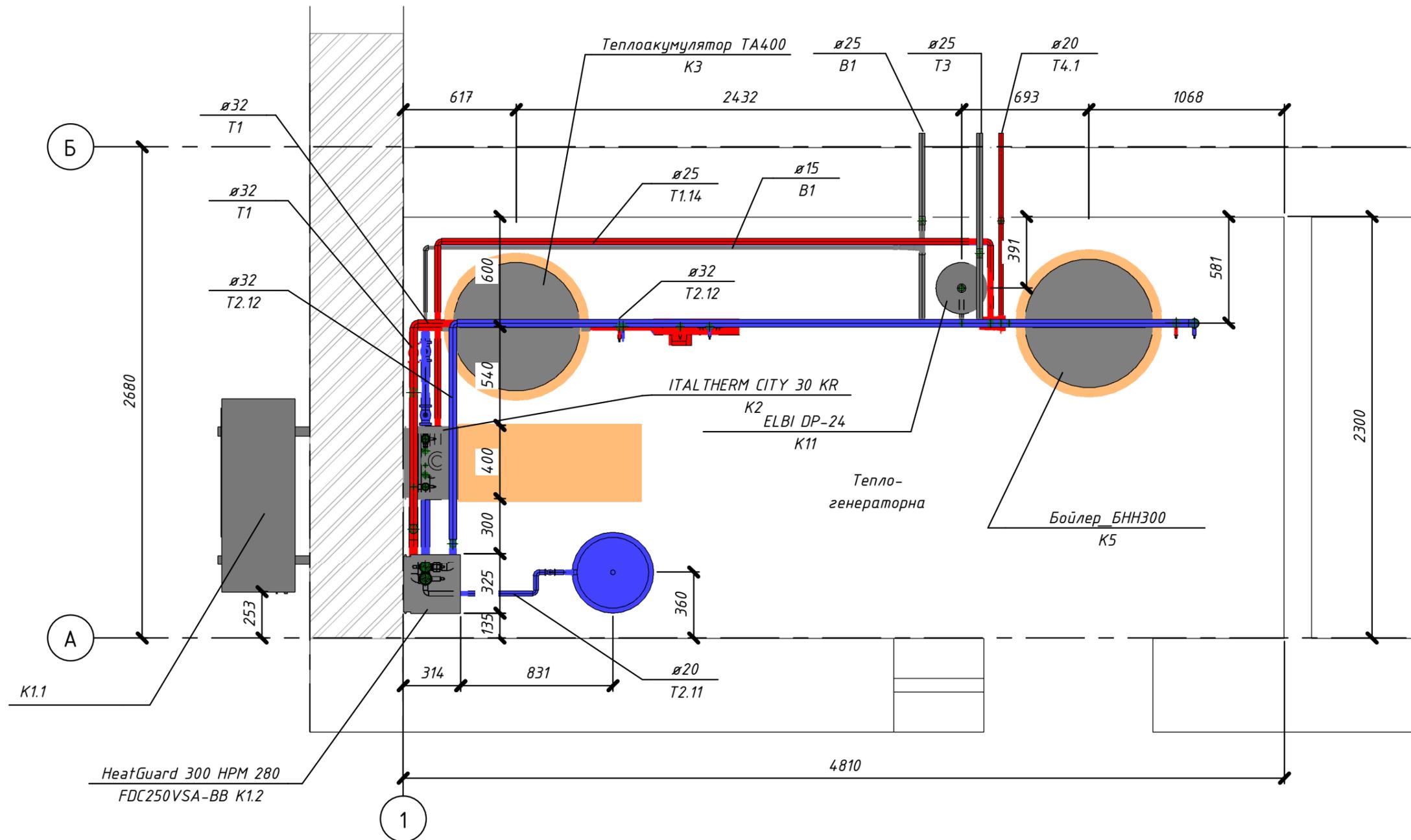
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив		Марченко О.В.			
Перевірів		Череднікова			
Н.контр.		Череднікова			
Зав.кафед.		Голік Ю.С.			

### 601 - НТ - 10700938 - КМР

Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області

Опалення та вентиляція адмінкорпусу	Стадія	Аркуш	Аркушів
	РП	10	

Схема. Видалення конденсату  
 Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПвмТ



Примітка: на креслені показані умовні діаметри трубопроводів, що відповідають PPR трубам:

- ø15 - ø20x3,4;
- ø20 - ø25x4,2;
- ø25 - ø32x5,4;
- ø32 - ø40x6,7;
- ø40 - ø50x8,4.

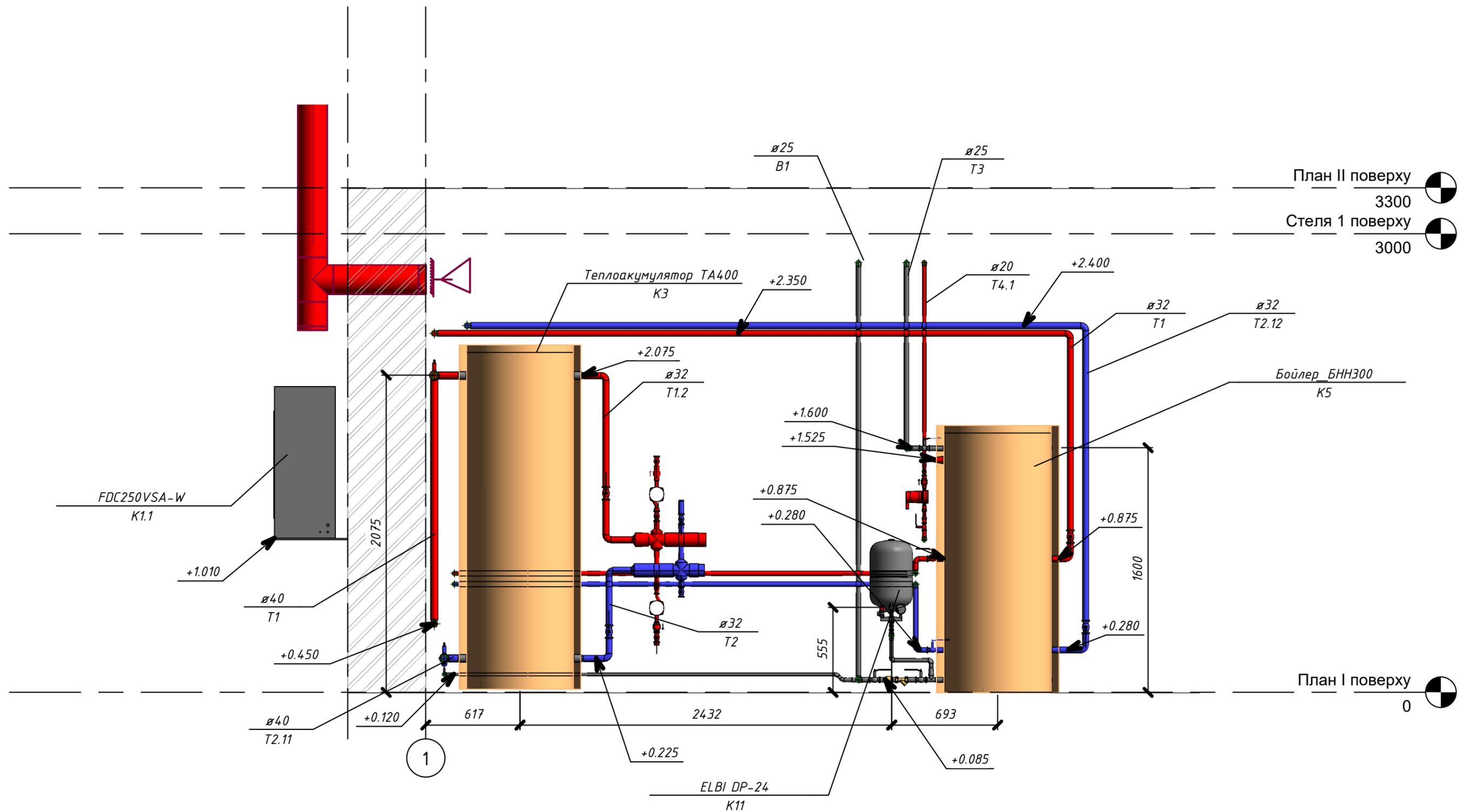
						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.					Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Череднікова					РП	11		
Заб. кафеї.	Голік Ю.С.					Теплогенераторна. План першого поверху.		Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПВтаТ	

Погоджено

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ор.

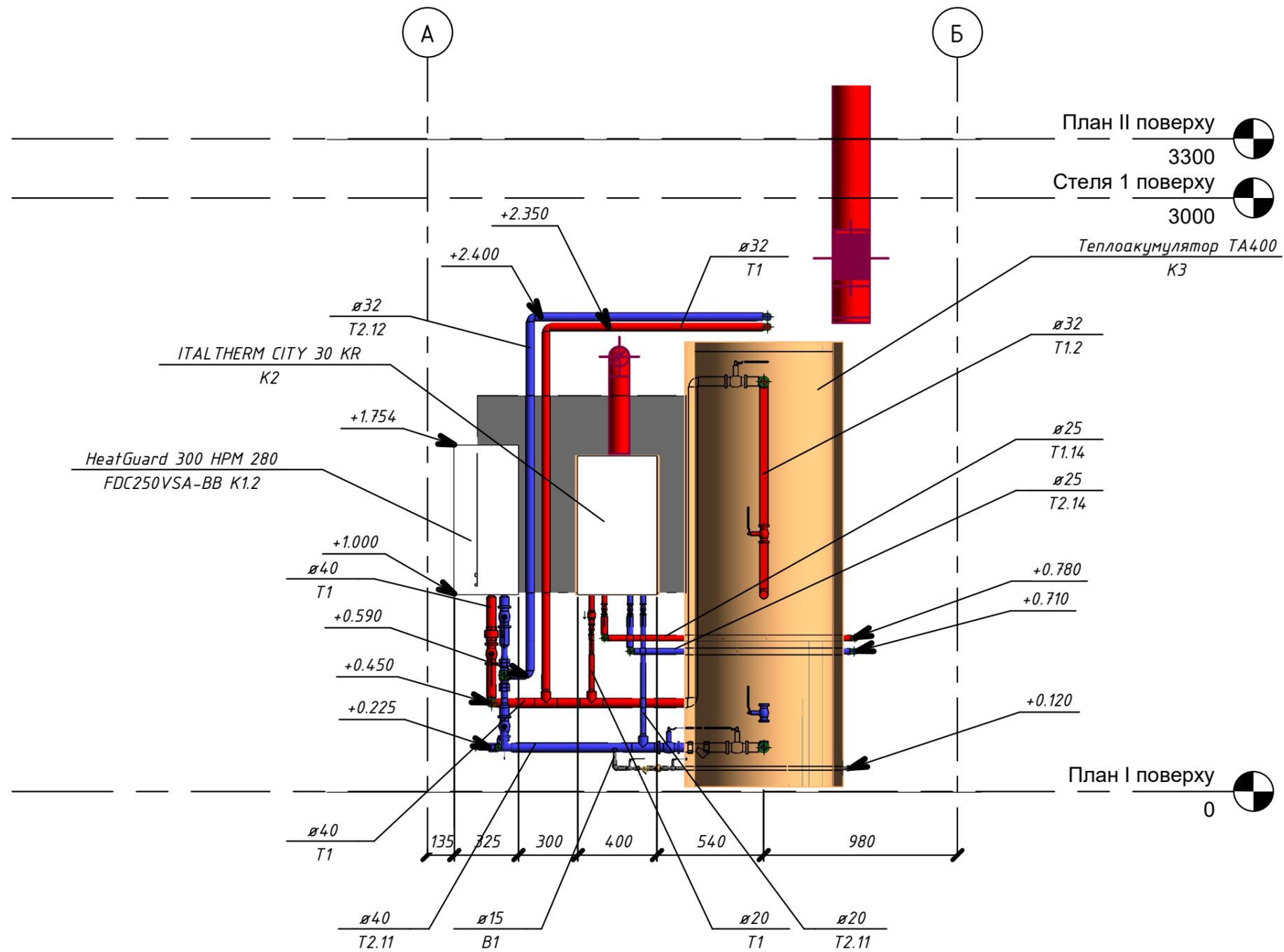


План II поверху  
 3300  
 Стеля 1 поверху  
 3000

План I поверху  
 0

Примітка: на креслені показані умовні діаметри трубопроводів, що відповідають PPR трубам:  
 ø15 - ø20x3,4;  
 ø20 - ø25x4,2;  
 ø25 - ø32x5,4;  
 ø32 - ø40x6,7;  
 ø40 - ø50x8,4.

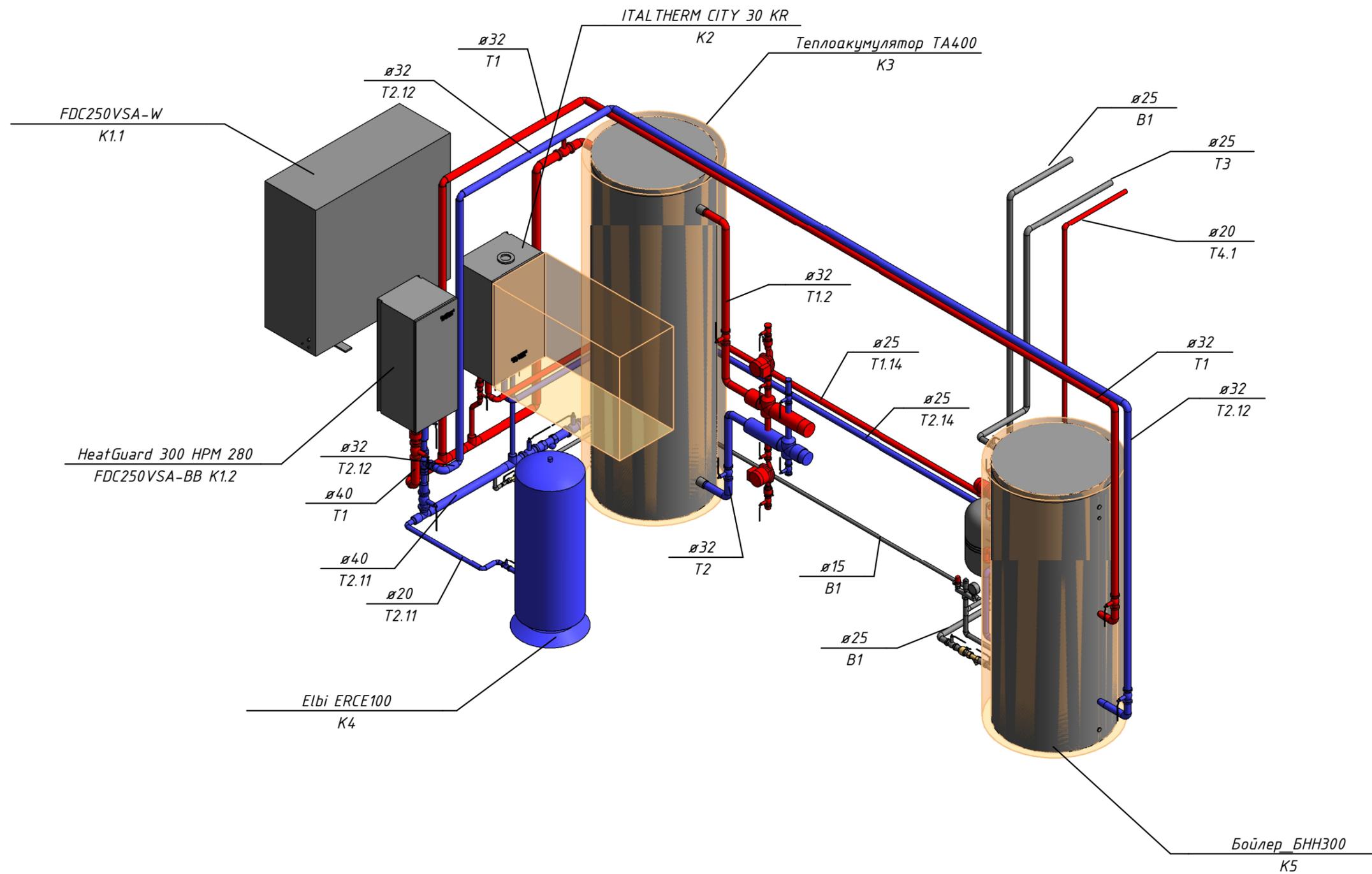
						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
							Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Марченко С.В.					РП	12	
Перевірив		Череднікова							
Заб. кафеї.		Голік Ю.С.							
							Теплогенераторна. Розріз 1-1.		Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПВтаТ



Примітка: на креслені показані умовні діаметри трубопроводів, що відповідають PPR трубам:

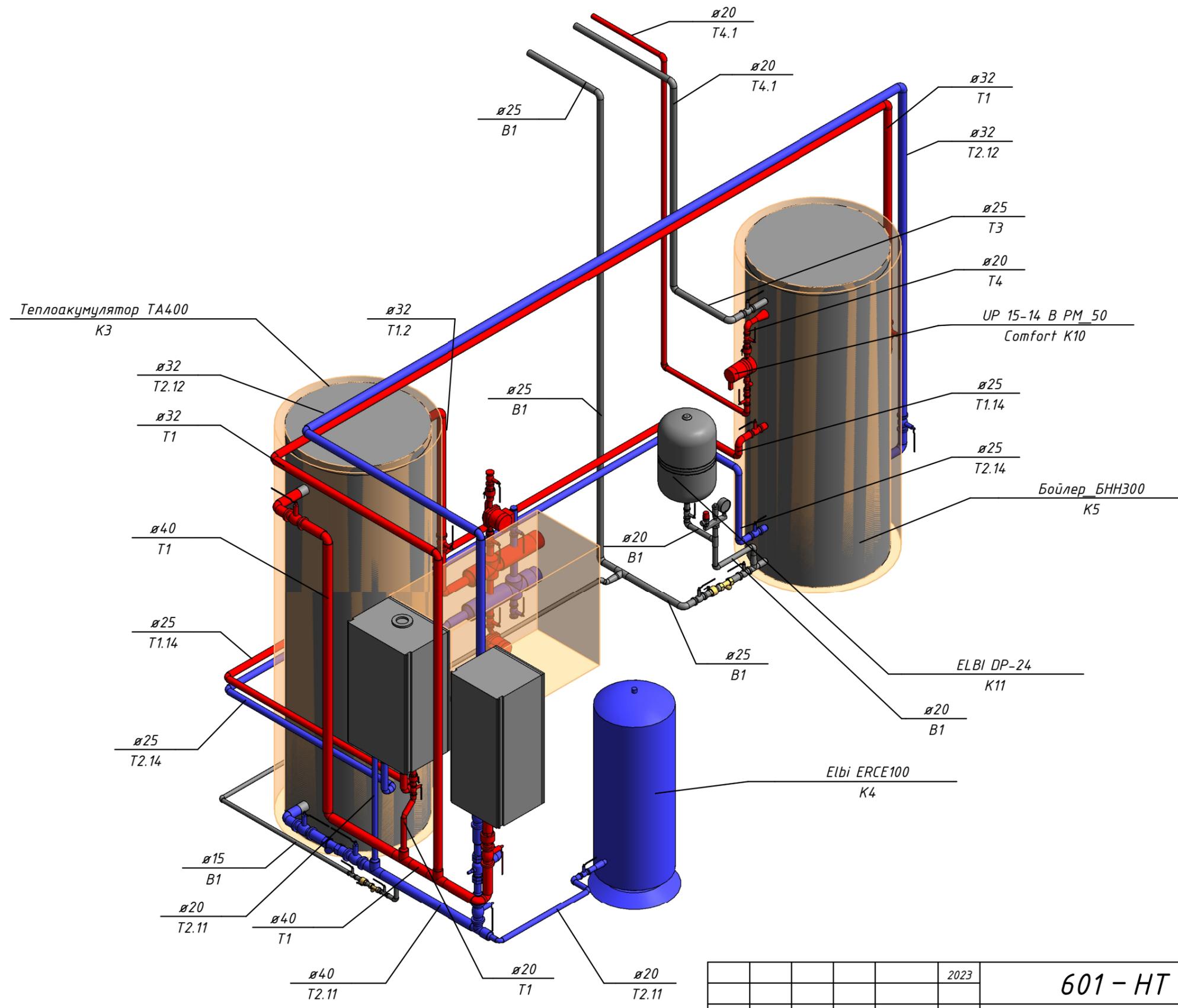
- ø15 - ø20x3,4;
- ø20 - ø25x4,2;
- ø25 - ø32x5,4;
- ø32 - ø40x6,7;
- ø40 - ø50x8,4.

						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.					Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Череднікова					РП	13		
Заб. кафеї.	Голік Ю.С.					Теплогенераторна. Розріз 2-2		Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПВтаТ	



Примітка: на креслені показані умовні діаметри трубопроводів, що відповідають PPR трубам:  
 $\varnothing 15$  -  $\varnothing 20 \times 3,4$ ;  
 $\varnothing 20$  -  $\varnothing 25 \times 4,2$ ;  
 $\varnothing 25$  -  $\varnothing 32 \times 5,4$ ;  
 $\varnothing 32$  -  $\varnothing 40 \times 6,7$ ;  
 $\varnothing 40$  -  $\varnothing 50 \times 8,4$ .

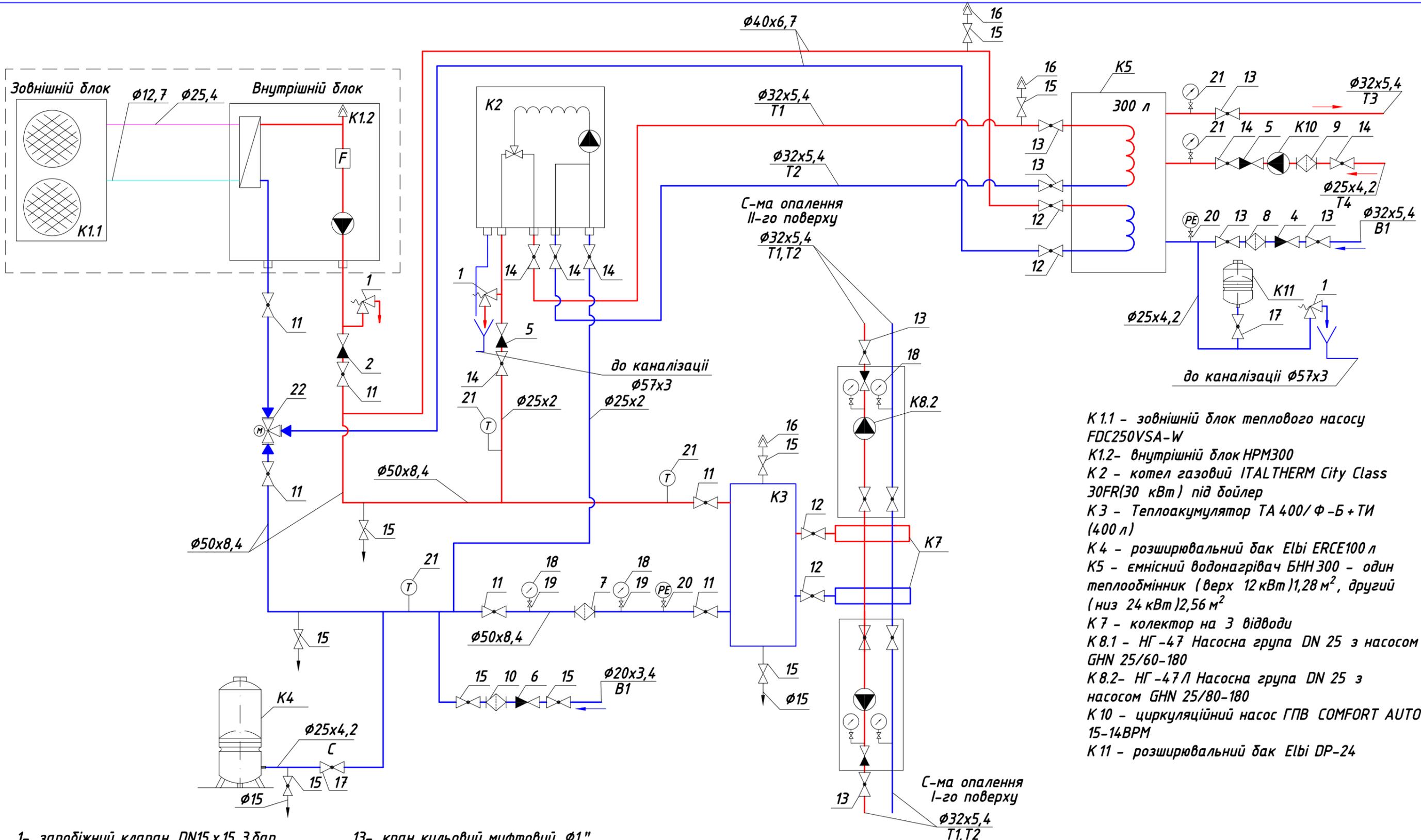
						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.					Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірив	Череднікова					РП	14		
Заб. кафеї.	Голік Ю.С.					Теплогенераторна. Схема		Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПВтаТ	



Примітка: на креслені показані умовні діаметри трубопроводів, що відповідають PPR трубам:

- Ø15 - Ø20x3,4;
- Ø20 - Ø25x4,2;
- Ø25 - Ø32x5,4;
- Ø32 - Ø40x6,7;
- Ø40 - Ø50x8,4.

						2023	<b>601 - НТ - 10700938 - КМР</b>		
						Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Марченко С.В.					Стадія	Аркуш	Аркушів	
Перевірив	Череднікова					РП	15		
Заб. кафеї.	Голік Ю.С.					Теплогенераторна. Схема 2		Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка кафедра ТГПВтаТ	

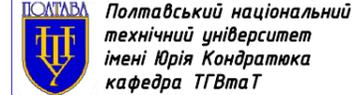


- K1.1 - зовнішній блок теплового насосу FDC250VSA-W
- K1.2- внутрішній блок HPM300
- K2 - котел газований ITALTHERM City Class 30FR(30 кВт) під бойлер
- K3 - Теплоаккумулятор ТА 400/Ф-Б+ТН (400 л)
- K4 - розширювальний бак Elbi ERCE100 л
- K5 - ємнісний водонагрівач БНН 300 - один теплообмінник (верх 12 кВт) 1,28 м<sup>2</sup>, другий (низ 24 кВт) 2,56 м<sup>2</sup>
- K7 - колектор на 3 відводи
- K8.1 - НГ-47 Насосна група DN 25 з насосом GHN 25/60-180
- K8.2- НГ-47/Л Насосна група DN 25 з насосом GHN 25/80-180
- K10 - циркуляційний насос ГПВ COMFORT AUTO 15-14BPM
- K11 - розширювальний бак Elbi DP-24

- 1- запобіжний клапан DN15 x 15 3 бар
- 2 - зворотній клапан муфтовий  $\phi 1 \frac{1}{2}$ "
- 3 - зворотній клапан муфтовий  $\phi 1 \frac{1}{4}$ "
- 4 - зворотній клапан муфтовий  $\phi 1$ "
- 5 - зворотній клапан муфтовий  $\phi 3/4$ "
- 6 - зворотній клапан муфтовий  $\phi 1/2$ "
- 7 - фільтр сітчатий муфтовий  $\phi 1 \frac{1}{2}$ "
- 8 - фільтр сітчатий муфтовий  $\phi 1$ "
- 9 - фільтр сітчатий муфтовий  $\phi 3/4$ "
- 10 - фільтр сітчатий муфтовий  $\phi 1/2$ "
- 11 - кран кульовий муфтовий  $\phi 1 \frac{1}{2}$ "
- 12 - кран кульовий муфтовий  $\phi 1 \frac{1}{4}$ "
- 13- кран кульовий муфтовий  $\phi 1$ "
- 14 - кран кульовий муфтовий  $\phi 3/4$ "
- 15 - кран кульовий муфтовий  $\phi 1/2$ "
- 16 - автоматичний повітривідвідник  $\phi 1/2$ "
- 17 - запобіжний клапан зі зливом  $\phi 3/4$ " (для розшир. баку)
- 18 - манометр  $\phi 63$ , 6 бар
- 19 - кран манометричний
- 20 - кран для датчика тиску
- 21 - термометр  $\phi 63$ , 120°С
- 22 - 3-х ходовий клапан Velimo R3025-S2 з ел.приводом

Погоджено:

Зам.інв.Н	
Підпис і дата	
Інв.Н ар.	

				2023	601 - НТ - 10700938 - КМР	
					Застосування енергоефективних технологій в системах опалення та вентиляції адмінбудівлі в с. Диканька Полтавської області	
Зм.	Кіл.	Арк.	№ д.	Підпис	Дата	
Розробив		Марченко О.В.			10.12	
Перевірів		Череднікова			10.12	
Н.контр.		Череднікова			10.12	
Зав.каф.		Голік Ю.С.			10.12	
					Схема тепла	
					 Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка кафедра ТГВтат	