

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Київський національний університет будівництва і архітектури**  
**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**Атестаційна випускна робота магістра**  
**Радковського Максима Васильовича**  
**На тему: Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності**  
**адміністративної будівлі в Київській області**

**Керівник: к.т.н., доц. Москвітіна А.С.**

**Київ 2025**

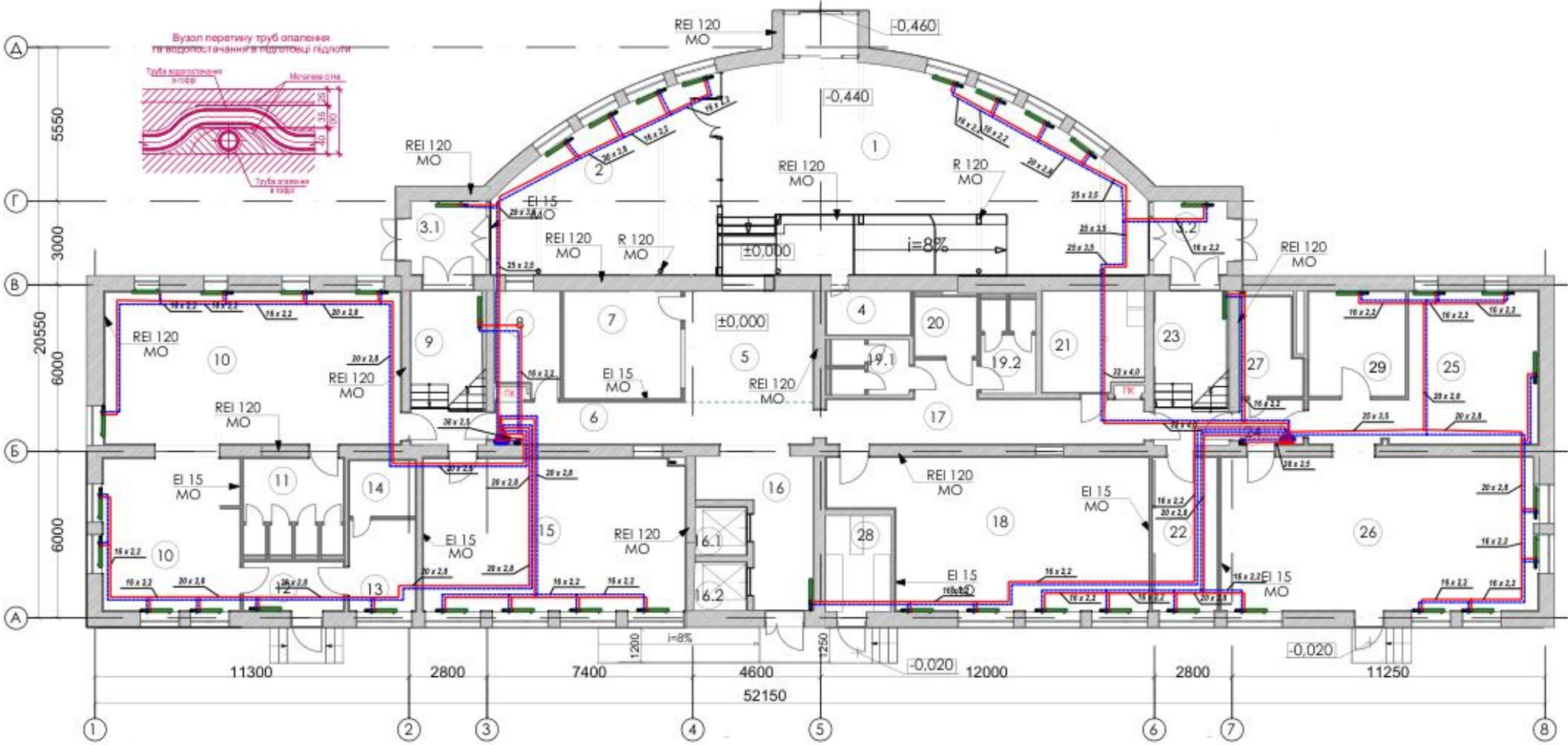
## **Мета та завдання:**

Розробити та техніко-економічно обґрунтувати комплекс енергоефективних заходів для адміністративної будівлі в Київській області, спрямованих на суттєве зниження споживання енергоресурсів, підвищення класу енергетичної ефективності та створення комфортних умов внутрішнього середовища.

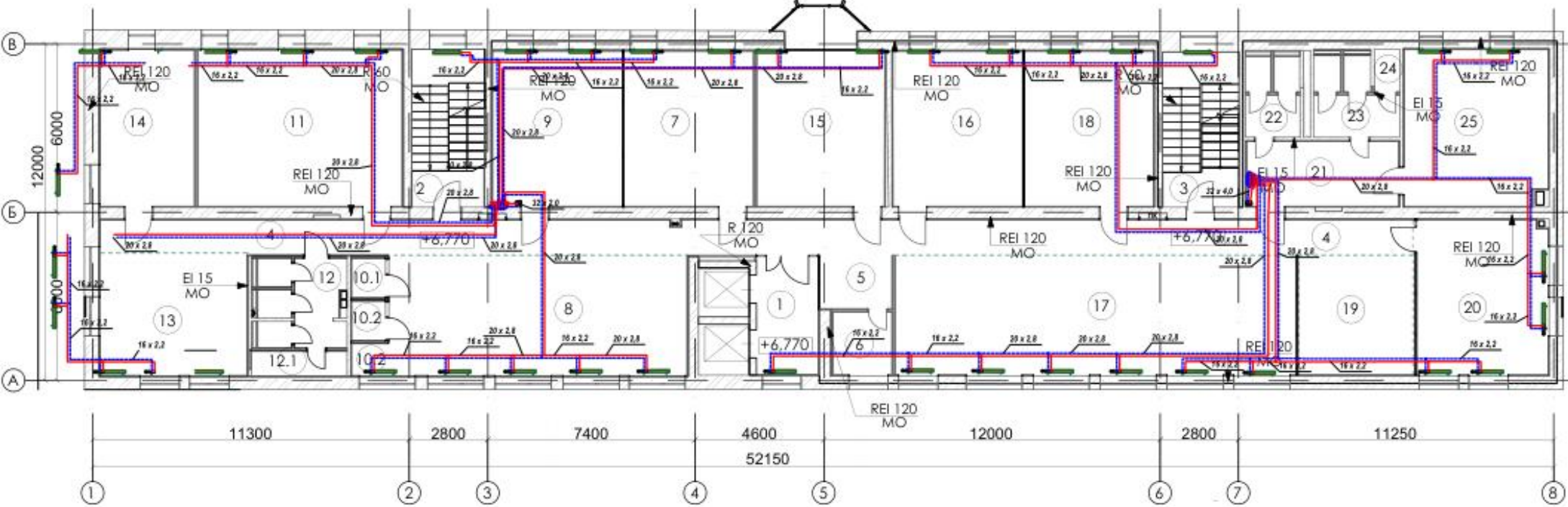
## **Основні завдання дослідження:**

1. Проаналізувати архітектурно-конструктивні особливості та стан інженерних мереж досліджуваної адміністративної будівлі.
2. Провести оцінку фактичного рівня енергоспоживання та визначити ключові джерела втрат енергії.
3. Розрахувати оптимальні параметри теплоізоляції зовнішніх стін, покрівлі та світлопрозорих конструкцій згідно з чинними нормативами.
4. Обґрунтувати модернізацію систем життєзабезпечення (опалення, вентиляції з рекуперацією повітря, впровадження LED-освітлення).
5. Виконати порівняльний розрахунок енергетичного балансу будівлі «до» та «після» впровадження заходів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.
6. Провести техніко-економічний аналіз запропонованих рішень та визначити термін окупності інвестицій.

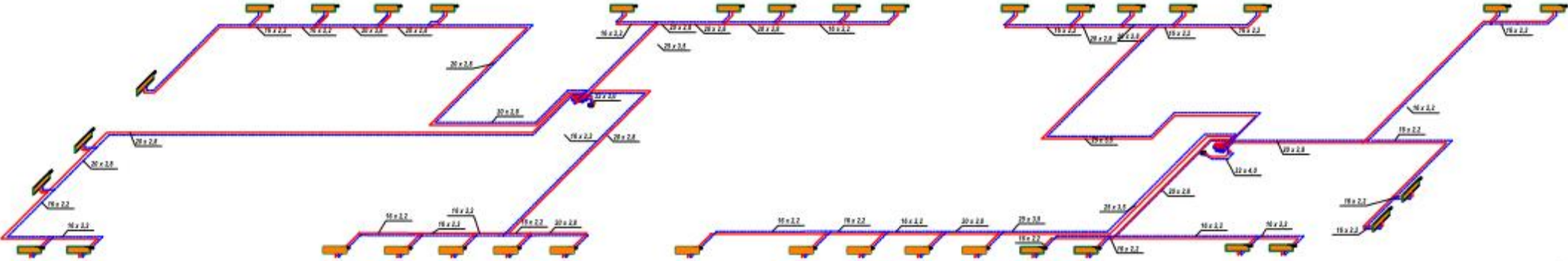
# План першого поверху. Опалення



### План третьего поверху. Опалення

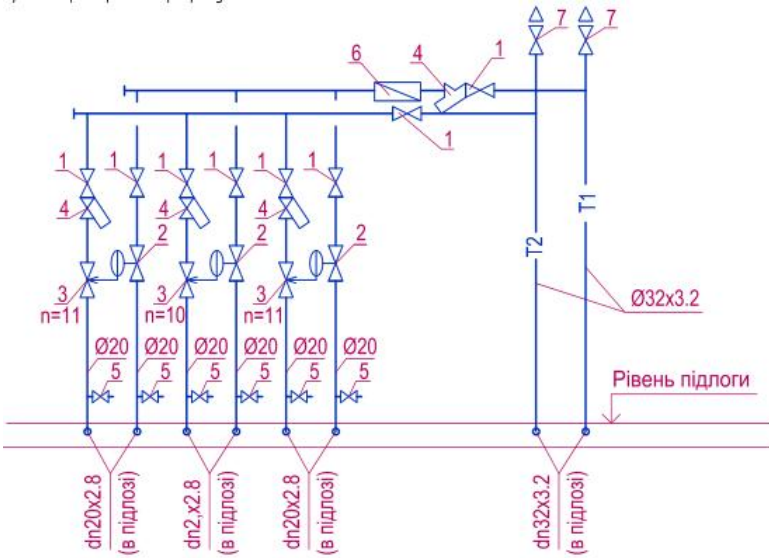


# АксонOMETрична схема системи опалення

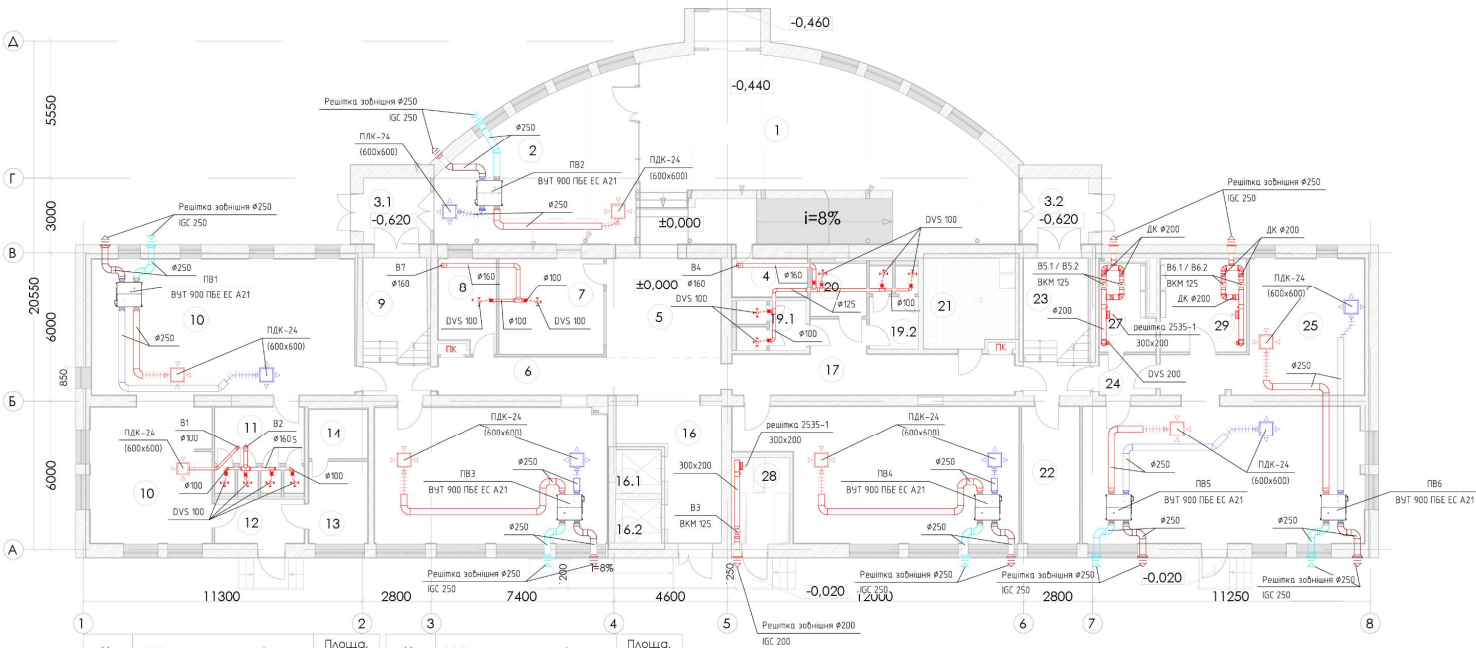


**Умовні позначення:**

- 1 - Кран кульбовий зі згоном Dn20
  - 2 - Запірний клапан, тип ASV-M DN20 перепаду тиску (DANFOSS) Dn15
  - 3 - Регулятор перепаду тиску, тип ASV-PV 25 4G, DN15 перепаду тиску (DANFOSS) Dn15
  - 4 - Фільтр Dn20
  - 5 - Кран кульбовий Dn15 для дренажу
  - 6 - Теплолічильник LQM-III-ELF 1,5 ДУ 15 Аратор з модулем M-BUS
  - 7 - Автоматичний повітроспускник з кульбовим краном НВ 1/2"
- Настройки та діаметри регуляторів перепаду тиску, балансувальних вентилів, кульбових кранів і фільтрів див. розрахункові схеми.



# План першого поверху. Вентиляція



№	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	№	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Головний хол з рецепцією	96,11	16.1	Ліфтова шахта	3,24
2	Кімната для переговорів	45,11	16.2	Ліфтова шахта	3,30
3.1	Тамбур	7,29	17	Коридор	21,66
3.2	Тамбур	7,18	18	Лекторій	54,85
4	Кімната охорони	4,73	19.1	С/В	5,38
5	Зона очікування	18,39	19.2	С/В	6,47
6	Хол	17,25	20	С/в для МГН	4,86
7	Гардероб	16,31	21	Технічне приміщення	13,28
8	Молебна кімната	8,26	22	Приміщення завгоспа	12,89
9	Сходові клітина	14,67	23	Сходові клітина	14,79
10	Сталля	86,47	24	Коридор	3,64
11	С/В	12,05	25	Офісна зона	31,21
12	Тамбур	6,35	26	Офісна зона	62,47
13	Кухня	7,76	27	Серверна	7,22
14	Комора	4,74	28	Електрошитова	8,24
15	Лекторій	51,36	29	Серверна	13,18 м <sup>2</sup>
16	Ліфтовий хол	15,34		Всього:	686,05 м <sup>2</sup>

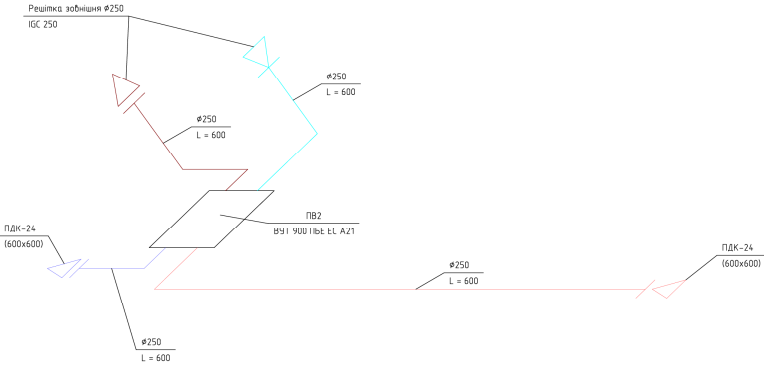
- Умовні позначення:
- припливний плenum з решіткою
  - витяжний плenum з решіткою
  - приплив
  - витяжка

# Аксонетрична схема системи вентиляції



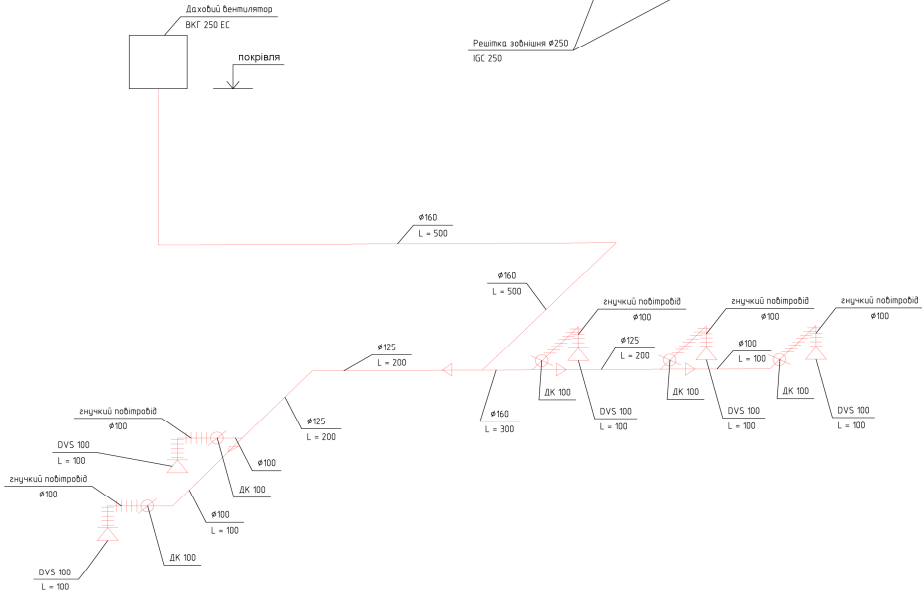
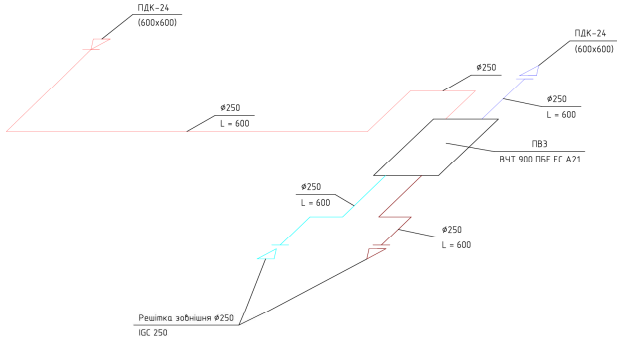
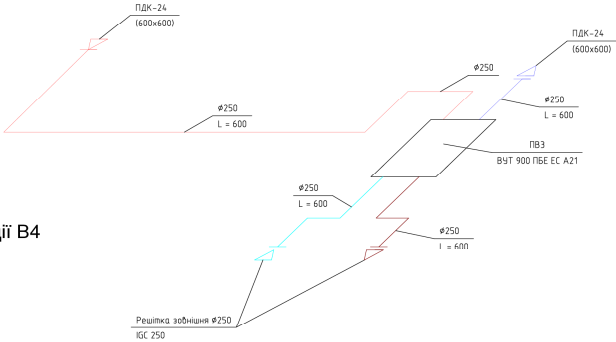
Аксонетрична схема вентиляції ПВ1

Аксонетрична схема вентиляції ПВ3

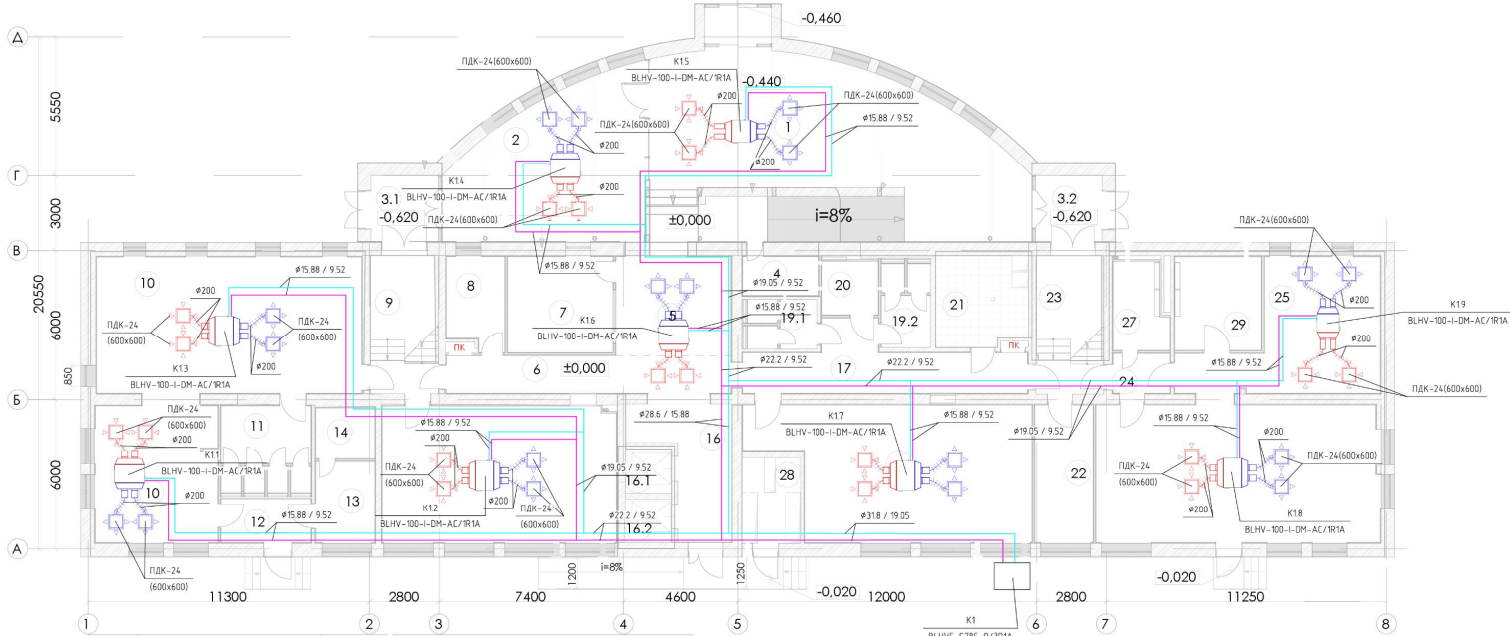


Аксонетрична схема вентиляції ПВ4

Аксонетрична схема вентиляції В4



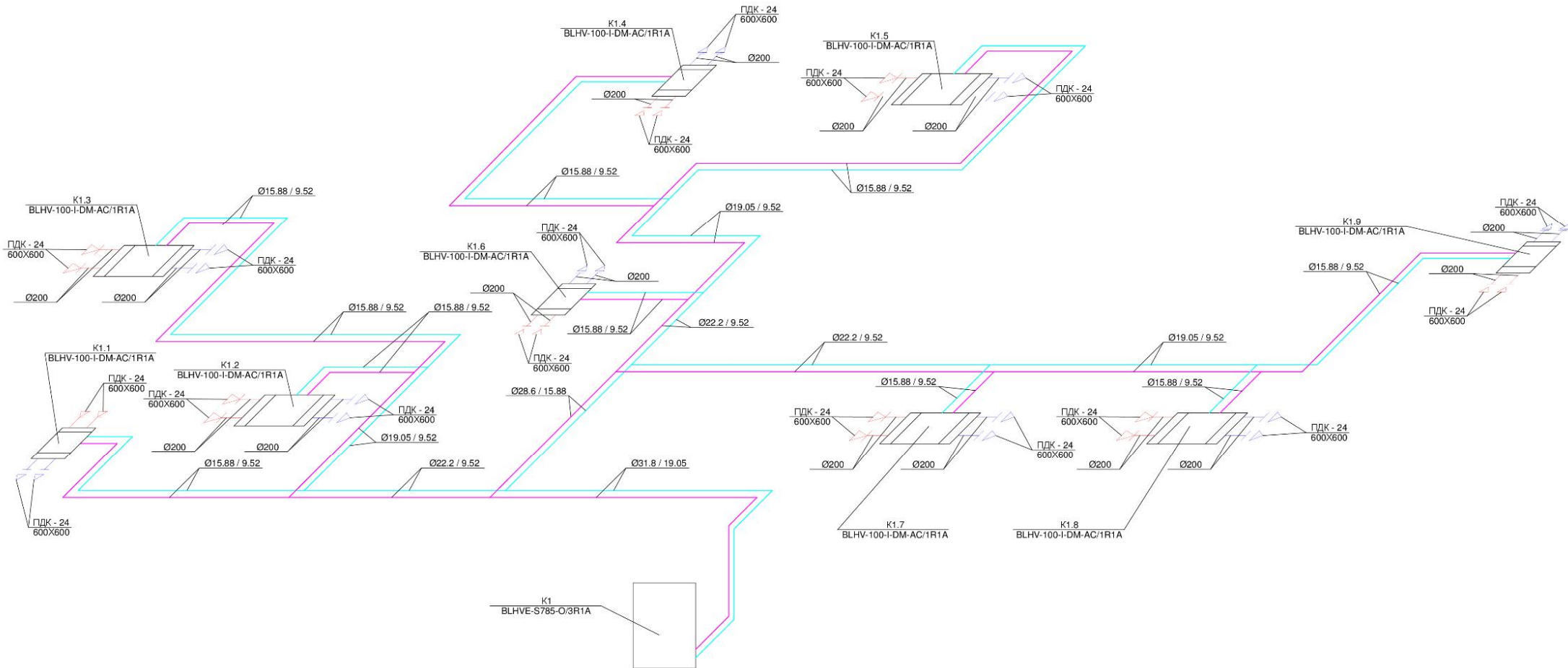
# План першого поверху. Кондиціонування



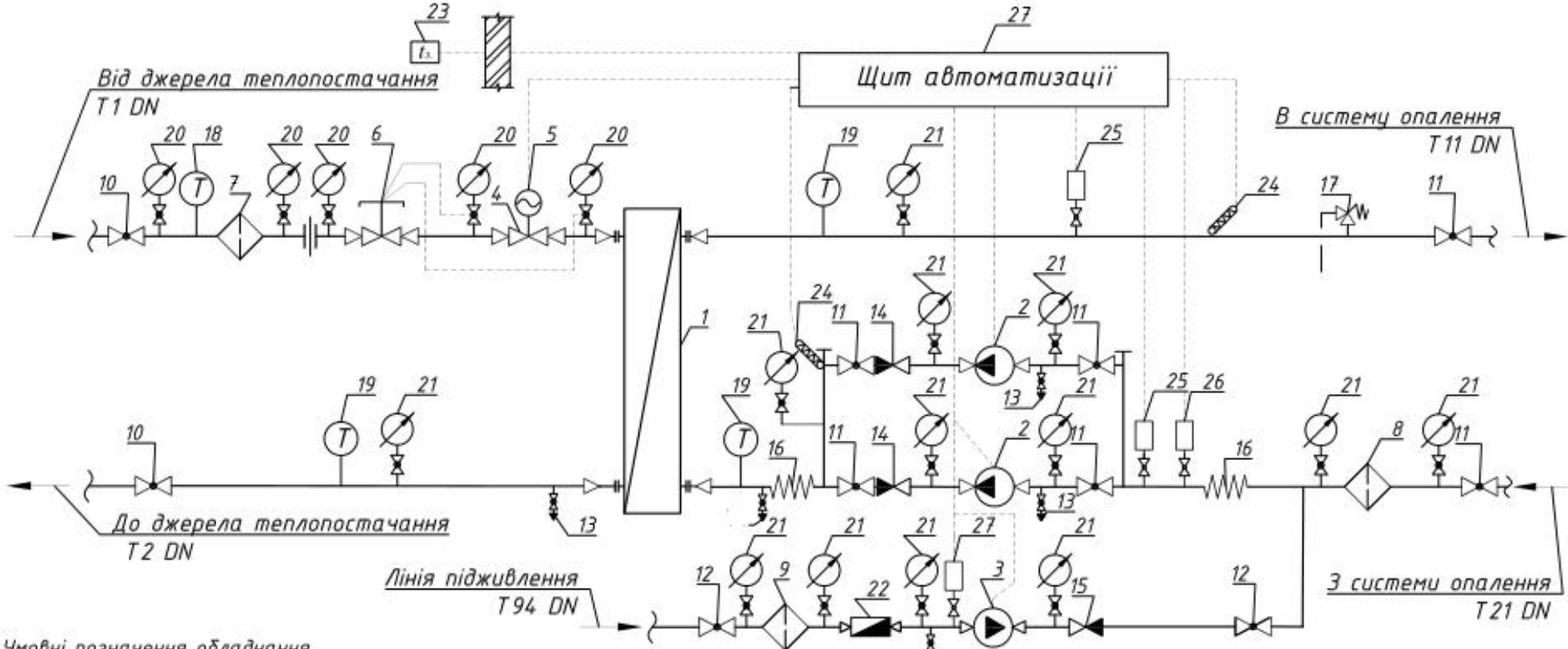
№	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	№	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Головний хол з рецепцією	96,11	16.1	Ліфтова шахта	3,24
2	Кімната для переговорів	45,11	16.2	Ліфтова шахта	3,30
3.1	Тамбур	7,29	17	Коридор	21,66
3.2	Тамбур	7,18	18	Лекторій	54,85
4	Кімната охорони	4,73	19.1	С/В	5,38
5	Зона очкування	18,39	19.2	С/В	6,47
6	Хол	17,25	20	С/в для МГН	4,86
7	Гардероб	16,31	21	Технічне приміщення	13,28
8	Молебна кімната	8,26	22	Приміщення завогоспа	12,89
9	Сходовая клітина	14,67	23	Сходовая клітина	14,79
10	Столова	86,47	24	Коридор	3,64
11	С/В	12,05	25	Офісна зона	31,21
12	Тамбур	6,35	26	Офісна зона	62,47
13	Кухня	7,76	27	Серверна	7,22
14	Комора	4,74	28	Електрощитова	8,24
15	Лекторій	51,36	29	Серверна	13,18 м <sup>2</sup>
16	Ліфтовий хол	15,34		Всього:	686,05 м <sup>2</sup>

- Умовні позначення:
- припливний плenum з решіткою
  - витяжний плenum з решіткою
  - газовий фреонопровід
  - рідинний фреонопровід

## Аксонетрична схема системи кондиціонування



# Принципова схема ІТЩ



Умовні позначення обладнання

- |                          |                           |                        |  |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|--|
| Теплообмінник            | Фільтр сітчастий          | Антивібраційна вставка | Манометр показуючий                    |
| Насос циркуляційний      | Кран кульбовий            | Запобіжний клапан      | Датчик температури зовнішнього повітря |
| Регулятор температури    | Зворотний клапан          | Датчик температури     | Датчик тиску                           |
| Регулятор перепаду тиску | Спускний (дренажний) кран | Термометр              | Лічильник води                         |

## Порівняльна таблиця огорожувальних конструкцій до та після термомодернізації

10

Тип конструкції (ОК)	Товщина $d$ , м (До / Після)	Опір $R$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт (До / Після)	Річні тепловтрати $Q$ , ГДж (До / Після)	Ефект (Зменшення втрат)
Зовнішня стіна (СН)	0,57 / 0,74	1,236 / 4,855	~1746 / ~136	-92,2%
Суміщене покриття (ПК)	0,44 / 0,61	1,475 / 7,283	~403 / ~21	-94,8%
Вікна (ЗВ)	—	0,55 / 0,98	~491 / ~275	-44,0%
Зовнішні двері (ДВ)	—	0,70 / 0,98	23,5 / 21,03	-10,5%

## Баланс енергії на охолодження до та після термомодернізації

11

Помісячний баланс потреби в енергії на охолодження (тис. кВт·год)

Місяць	Стан ДО (Базовий)	Стан ПІСЛЯ (Проєктний)	Економія (кВт·год)	Ефект (%)
Травень	3,73	1,61	2,12	-56,8%
Червень	8,21	3,55	4,66	-56,8%
Липень	11,57	5,00	6,57	-56,8%
Серпень	10,07	4,36	5,71	-56,8%
Вересень	3,73	1,61	2,12	-56,8%
<b>УСЬОГО (сезон)</b>	<b>37,31</b>	<b>16,13</b>	<b>21,18</b>	<b>-56,8%</b>

## Баланс теплової енергії (тис. кВт·год)

12

Місяць	Стан ДО (Базовий)	Стан ПІСЛЯ (Проектний)	Економія (кВт·год)	Ефект (%)
Жовтень	110,5	42,6	67,9	-61,4%
Листопад	171,9	66,2	105,7	-61,5%
Грудень	221,0	85,1	135,9	-61,5%
Січень	245,6	94,6	151,0	-61,5%
Лютий	208,8	80,4	128,4	-61,5%
Березень	171,9	66,2	105,7	-61,5%
Квітень	98,3	37,9	60,4	-61,4%
<b>УСЬОГО (сезон)</b>	<b>1 228,0</b>	<b>473,0</b>	<b>755,0</b>	<b>-61,5%</b>

## Порівняльна таблиця річних тепловтрат через огороджувальні конструкції

Елемент будівлі (ОК)	Втрати ДО (ГДж/рік)	Втрати ПІСЛЯ (ГДж/рік)	Економія (ГДж/рік)	Зменшення втрат (%)
Зовнішні стіни (СН)	~1746	~136	1610	-92,2%
Суміщене покриття (ПК)	~403	~21	382	-94,8%
Вікна (ЗВ)	~491	~275	216	-44,0%
Зовнішні двері (ДВ)	23,5	21,03	2,47	-10,5%
УСЬОГО (через оболонку)	~2663,5	~453,03	2210,47	-83,0%

# Енергетичний сертифікат будівлі

**Відомості про конструкцію будівлі**

Опалювана площа, (м<sup>2</sup>):       Опалюваний об'єм, (м<sup>3</sup>):

Кількість поверхів:       Рік прийняття в експлуатацію:

Шкала класів енергоефективності	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
<p>кВт×год/м<sup>3</sup></p> <p>A &lt; 15</p> <p>B &lt; 24</p> <p>C ≤ 30</p> <p>D ≤ 36</p> <p>E ≤ 41</p> <p>F ≤ 45</p> <p>G &gt; 45</p>	<p><b>G</b></p> <p>74,21</p> <p><b>2021</b></p>

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м<sup>2</sup> :

Питомі викиди парникових газів, кг/м<sup>2</sup> :

**Відомості про конструкцію будівлі**

Опалювана площа, (м<sup>2</sup>):       Опалюваний об'єм, (м<sup>3</sup>):

Кількість поверхів:       Рік прийняття в експлуатацію:

Шкала класів енергоефективності	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
<p>кВт×год/м<sup>3</sup></p> <p>A &lt; 15</p> <p>B &lt; 24</p> <p>C ≤ 30</p> <p>D ≤ 36</p> <p>E ≤ 41</p> <p>F ≤ 45</p> <p>G &gt; 45</p>	<p>20,36</p> <p><b>B</b></p> <p><b>2021</b></p>

Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м<sup>2</sup> :

Питомі викиди парникових газів, кг/м<sup>2</sup> :

## Результати термомодернізації та екологічний ефект

№ 3/П	НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА		Економія	%
			До	Після		
1	Питоме енергоспоживання опалення	кВт х год/м <sup>3</sup> за рік	71,00	16,30	54,70	77,04
2	Питоме енергоспоживання охолодження	кВт х год/м <sup>3</sup> за рік	4,06	3,21	0,85	20,94
3	Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	кВт х год/м <sup>3</sup> за рік	65,09	18,55	46,54	71,50
4	Питоме енергоспоживання системи вентиляції	кВт х год/м <sup>3</sup> за рік	0,00	2,53	-2,53	-100,00
5	Питоме енергоспоживання освітлення	кВт х год/м <sup>3</sup> за рік	10,72	4,10	6,62	61,75
6	Питоме споживання первинної енергії	кВт х год/м <sup>3</sup> за рік	799,85	272,12	527,73	65,98
7	Питомі викиди парникових газів	кг/м <sup>3</sup>	155,76	51,19	104,57	67,14

## Результати термомодернізації та екологічний ефект

Стаття витрат	Ресурс	Питоме ДО / ПІСЛЯ (кВт·год/м <sup>3</sup> )	Річне ДО (кВт·год/рік)	Річне ПІСЛЯ (кВт·год/рік)	Економія (грн/рік з ПДВ)
Опалення	Тепло	71,00 / 16,30	586 318	134 605	1 359 761
ГВП	Тепло	65,09 / 18,55	537 513	153 186	1 156 824
Охолодження	Електр.	4,06 / 3,21	33 527	26 508	59 662
Освітлення	Електр.	10,72 / 4,10	88 526	33 858	464 678
Вентиляція	Електр.	0,00 / 2,53	0	20 893	-177 591
<b>УСЬОГО</b>	—	<b>150,87 / 44,69</b>	<b>1 245 884</b>	<b>369 050</b>	<b>2 863 334</b>

## Результати термомодернізації та екологічний ефект

17

Показник	Енергія (кВт·год)	Викиди $CO_2$ ДО (т/рік)	Викиди $CO_2$ ПІСЛЯ (т/рік)	Скорочення викидів (т/рік)
Теплова енергія	1 123 831 → 287 791	227,01	58,13	<b>168,88</b>
Електрична енергія	122 053 → 81 259	48,09	32,02	<b>16,07</b>
<b>РАЗОМ</b>	<b>1 245 884 →</b> <b>369 050</b>	<b>275,10</b>	<b>90,15</b>	<b>184,95</b>

## Висновки:

Аналіз адміністративної будівлі показав, що до модернізації огорожувальні конструкції не відповідали сучасним нормам  $R_{qmin}$ . Питоме енергоспоживання становило  $150,87 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ , що відповідало класу енергоефективності - G. Впровадження теплоізоляції стін ( $R=4,855 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ ) та покрівлі ( $R=7,283 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ ) дозволило знизити тепловтрати через оболонку на 83%.

Показник опору покрівлі на 21% перевищив нормативний, що дозволило мінімізувати тепловтрати у верхній зоні будівлі.

Впровадження системи вентиляції з рекуперацією, збалансованої двотрубної системи опалення, LED-освітлення та оптимізація ГВП знизили питоме споживання енергії до  $44,69 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$  (загальне зниження на 70%).

Сумарна річна економія на енергоносіях у цінах 2025 року для тарифів Київської обл. становить 2,86 млн грн. Проєкт демонструє високу інвестиційну привабливість.

Річне скорочення викидів  $\text{CO}_2$  становить 184,95 тонн. Це дозволяє не тільки економити на екологічних податках, а й переводить будівлю до категорії об'єктів з низьким вуглецевим слідом.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !**