

**Енергозберігаючі технології в  
системах забезпечення  
мікроклімату (на прикладі  
торгово-офісного центру в м.  
Хмельницький)**

**Насіковський Артем Броніславович**

**Актуальність роботи** обумовлено необхідністю використання енергозберігаючих технологій в системах теплопостачання будівель за допомогою установок, що використовують теплоту відпрацьованого вентиляційного повітря

**Метою** магістерської кваліфікаційної роботи є розроблення наукового обґрунтування проектних рішень по застосуванню в системах опалення та вентиляції енергозберігаючих технологій для забезпечення їх найбільш ефективної роботи при мінімальних енерговитратах.

**Задачі** магістерської кваліфікаційної роботи:

- оцінити ефективність застосування рекуперації теплоти вентиляційних викидів;
- провести аналіз існуючих теплообмінників та обґрунтувати вибір конкретного типу рекуператора для найбільш ефективної роботи системи вентиляції;
- Змоделювати тепловий та гідравлічний режим системи опалення та аеродинамічний режим системи вентиляції;
- за результатами аеродинамічного моделювання підібрати розміри повітропроводів та вентиляційні агрегати з рекуператорами для утилізації теплоти повітря, що видаляється системою вентиляції;
- запропонувати проект технології монтажу систем опалення та вентиляції, визначити необхідну кількість виробів та матеріалів, машин і механізмів, кількість і склад робітничих бригад для монтажу даних системи, скласти календарний план виконання робіт, графік руху робітників, графік використання машин та механізмів.

## **Об'єкт дослідження**

Процес зменшення енерговитрат при підтриманні комфортних параметрів мікроклімату в приміщенні за рахунок використання рекуперації теплоти викидного вентиляційного повітря.

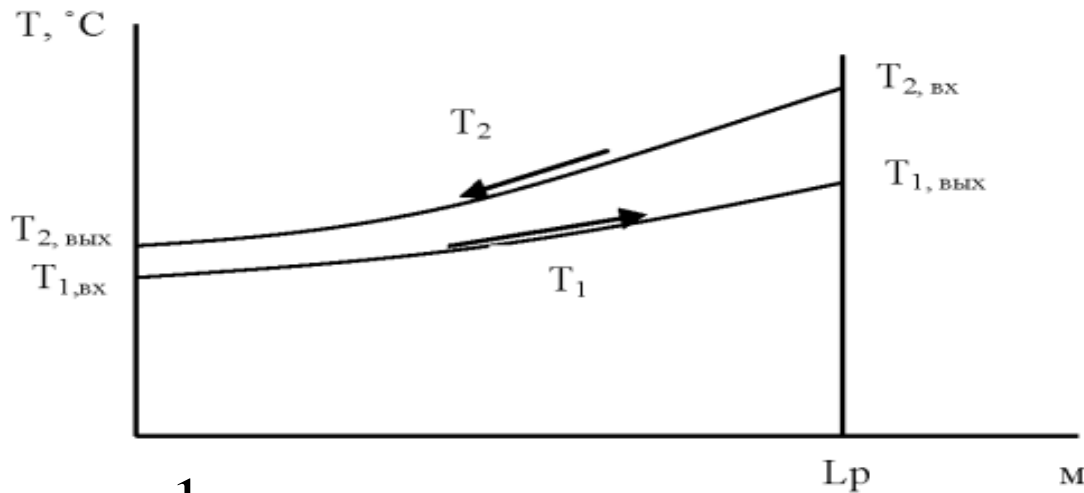
## **Предмет дослідження**

Енергозберігаючі технології з використанням рекуперації теплоти вентиляційних викидів в системі вентиляції.

## **Наукова цінність одержаних результатів**

- дістало подальший розвиток теоретичне обґрунтування доцільності використання рекуперації теплоти відпрацьованого вентиляційного повітря;
- вдосконалено математичну модель процесу рекуперації теплоти вентиляційних викидів для забезпечення енергозберігаючого ефекту;

# Математична модель процесу рекуперації теплоти



$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} (T_2 - T_1) F [Вт],$$

де  $\alpha_1$  - коефіцієнт тепловіддачі від газу до стінки, Вт / (м<sup>2</sup> · К);

$\alpha_2$  - коефіцієнт тепловіддачі від стінки до газу, Вт / (м<sup>2</sup> · К);

$\delta$  - товщина стінки теплообмінника, м;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності стінки теплообмінника, Вт / (м · К);

$F$  - площа теплообмінника, м<sup>2</sup>.



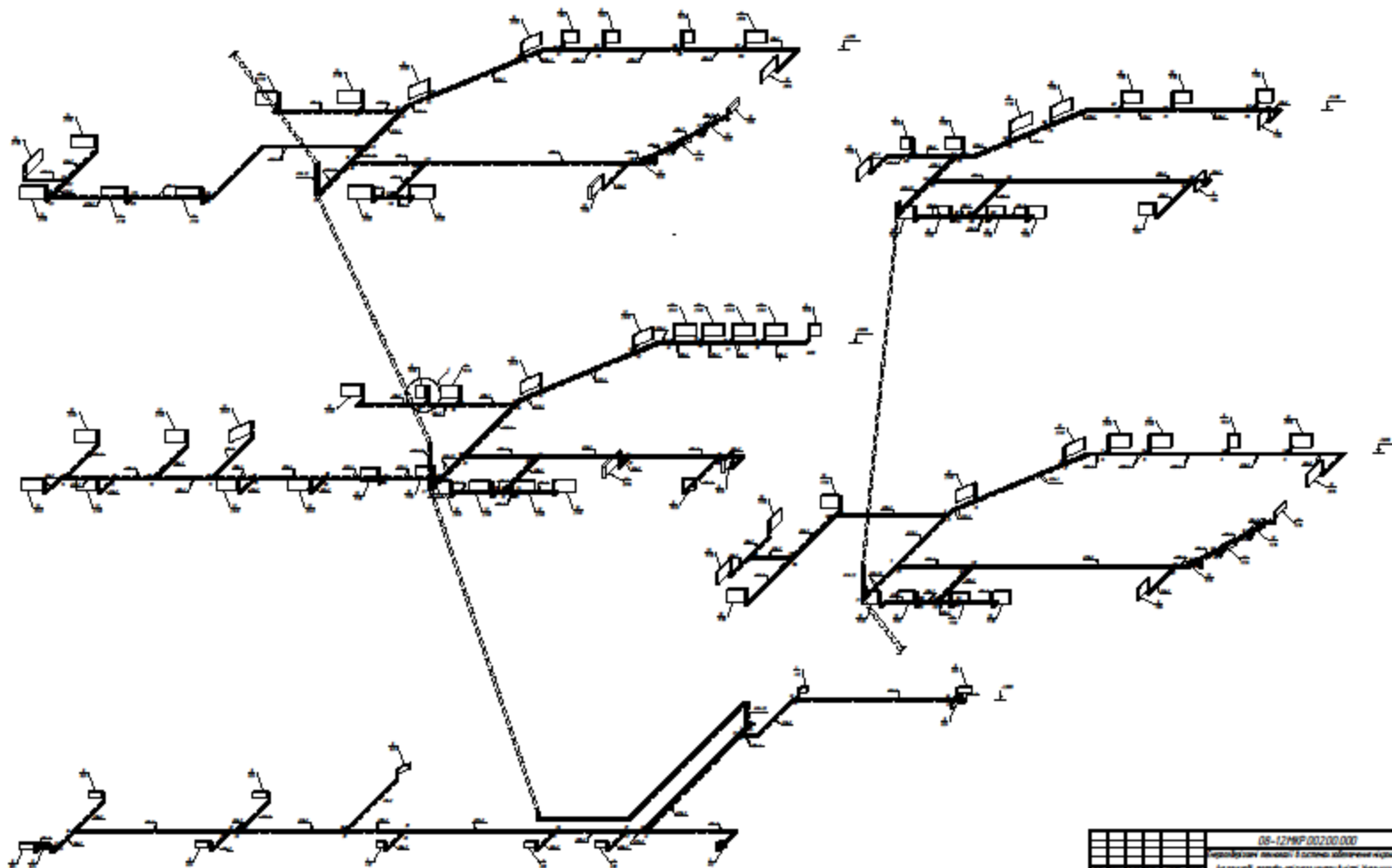








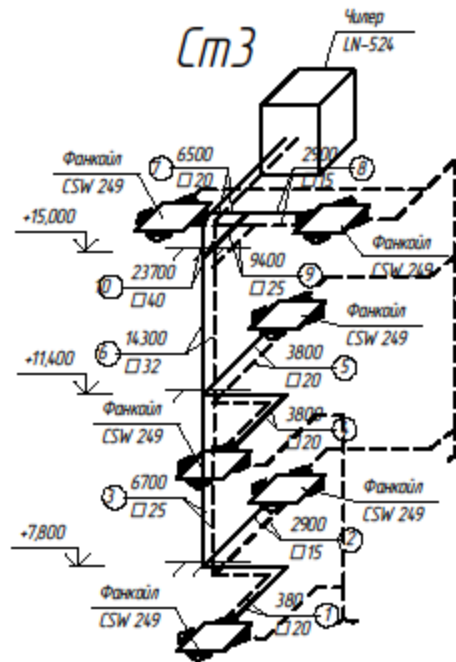
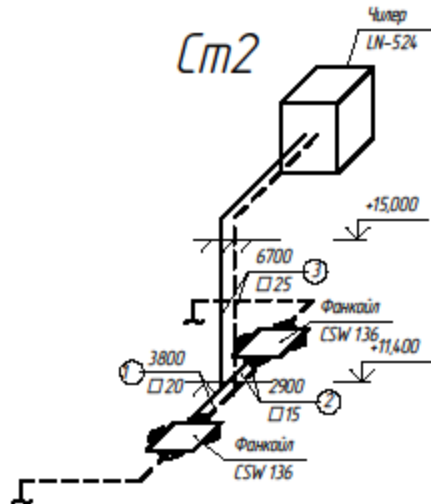
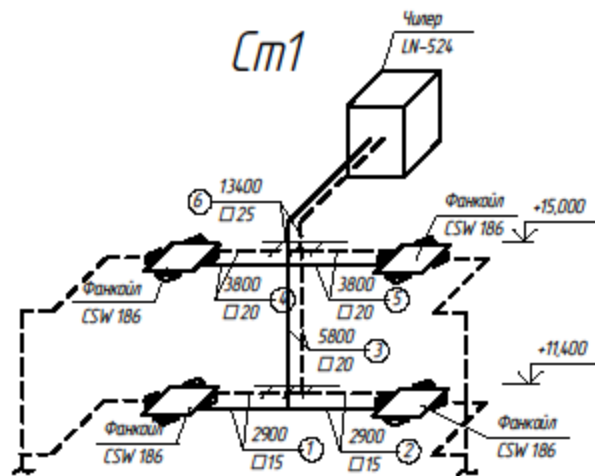
Аксонетрична схема системи опалення  
(1:150)



|   |            |
|---|------------|
| 05-12/МР.002/00.000   |            |
| Проектна документація до системи опалення житлового будинку (заказчик: Тернопільська міська рада) |            |
| Система опалення  | 5          |
| Аксонетрична схема системи опалення   | ВНЗ, П-154 |

Скалярна шкала температур

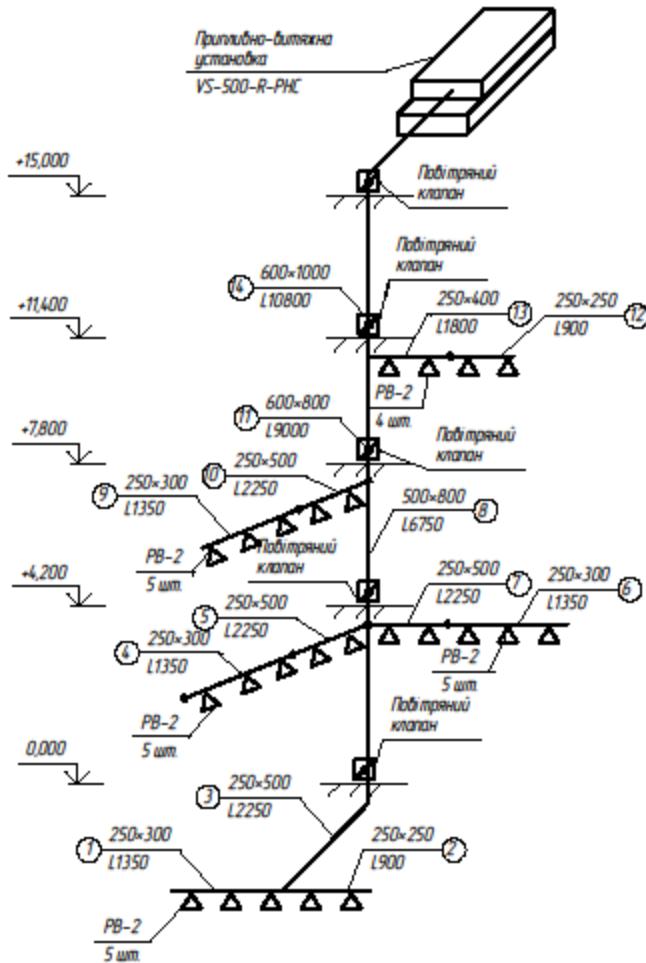




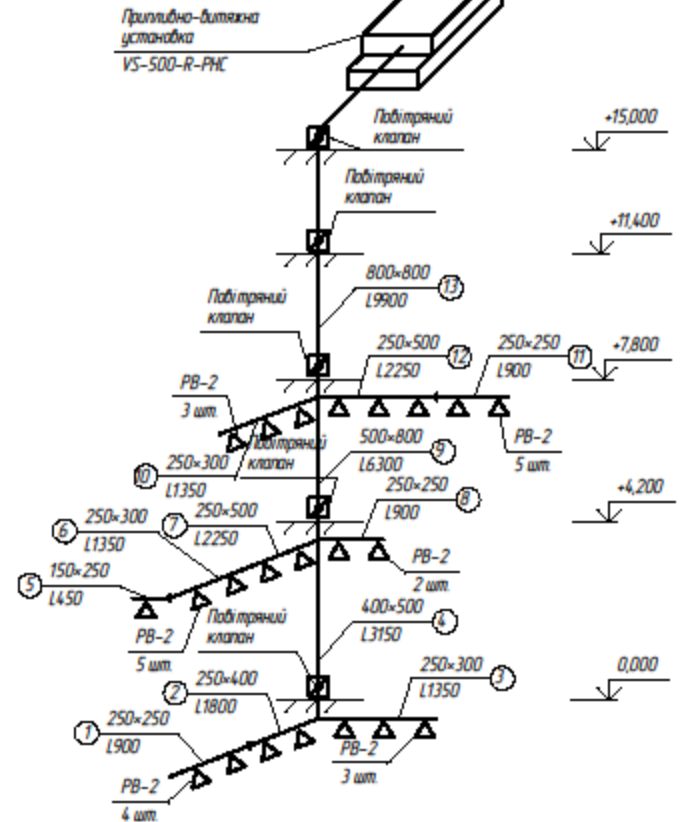
|           |            |       |     |      |       |   |  |                      |      |        |
|-----------|------------|-------|-----|------|-------|---|--|----------------------|------|--------|
|           |            |       |     |      |       | <b>08-12МКР.002.00.000.</b>   |  |                      |      |        |
|           |            |       |     |      |       | Енергозберігаючі технології в системах забезпечення мікроклімату      |  |                      |      |        |
|           |            |       |     |      |       | (на прикладі торгово-офісного центру в м.сті Хмельницькій)            |  |                      |      |        |
| Імені     | Клас       | Дист. | МРХ | Тодп | Варт. | <b>Система вентиляції</b>   |  | Стадія               | Лист | Листов |
| Розроб    | Наскоцький |       |     |      |       |   |  |                      | 9    |        |
| Лектор    | Кочуб      |       |     |      |       |   |  |                      |      |        |
| Рецензент |            |       |     |      |       | Аксанометричні схеми місцевих систем вентиляції в офісних приміщеннях |  | <b>ВНТУ, ТГ-16мі</b> |      |        |
| Н.контр.  | Кочуб      |       |     |      |       |   |  |                      |      |        |
| Ватермарк | Сердюк     |       |     |      |       |   |  |                      |      |        |

|          |   |      |   |      |   |
|----------|---|------|---|------|---|
| Складово |   |      |   |      |   |
| Лист     | № | Лист | № | Лист | № |
| Лист     | № | Лист | № | Лист | № |
| Лист     | № | Лист | № | Лист | № |

# B1-1



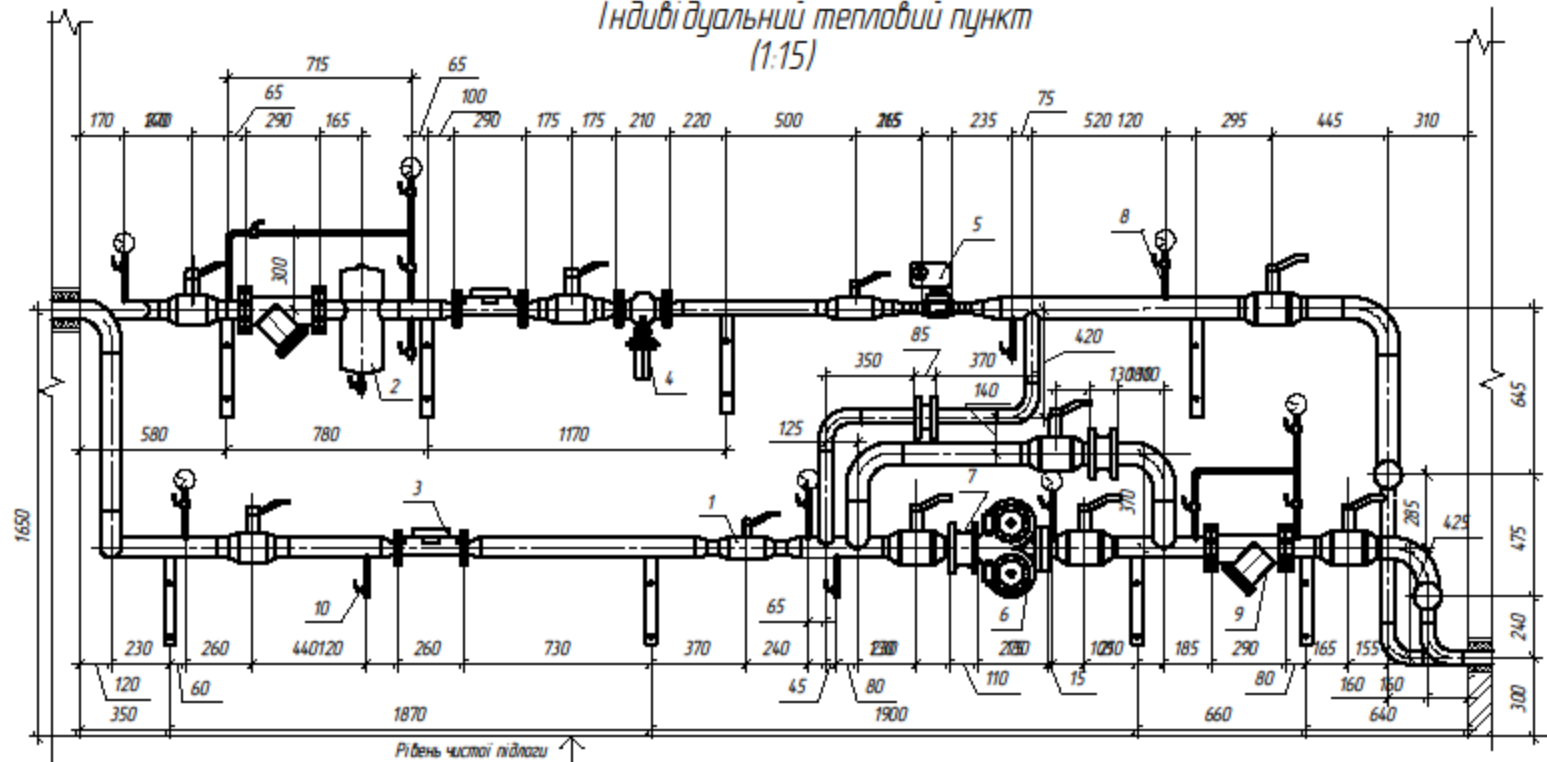
# B1-2



Складово  
 Лист і штамп  
 Лист і штамп  
 Лист і штамп

|           |              |      |      |      |      |   |  |                      |      |        |
|-----------|--------------|------|------|------|------|---|--|----------------------|------|--------|
|           |              |      |      |      |      | <b>08-12МКР.002.00.000</b>  |  |                      |      |        |
|           |              |      |      |      |      | Енергозберігачі технології в системах забезпечення мікроклімату                   |  |                      |      |        |
|           |              |      |      |      |      | (на прикладі торгова-офісного центру в місті Хмельницький)                        |  |                      |      |        |
| Ізвр.     | Конт.        | Лист | РФІХ | Лист | Лист | <b>Система вентиляції</b>   |  | Станд.               | Лист | Листов |
| Розроб    | Насадський   |      |      |      |      |   |  |                      |      | 10     |
| Перевір   | Кач І.В.     |      |      |      |      |   |  |                      |      |        |
| Рецензент |              |      |      |      |      | Аксонаметричні схеми загальнооб'ємних витяжних систем вентиляції в торгових залах |  | <b>ВНТУ, ТГ-16мі</b> |      |        |
| Н.контр.  | Кач І.В.     |      |      |      |      |   |  |                      |      |        |
| Затверд.  | Серафим В.Р. |      |      |      |      |   |  |                      |      |        |

## Індивідуальний тепловий пункт (1:15)



Складання

Лист № 1/1  
Всього листів № 11

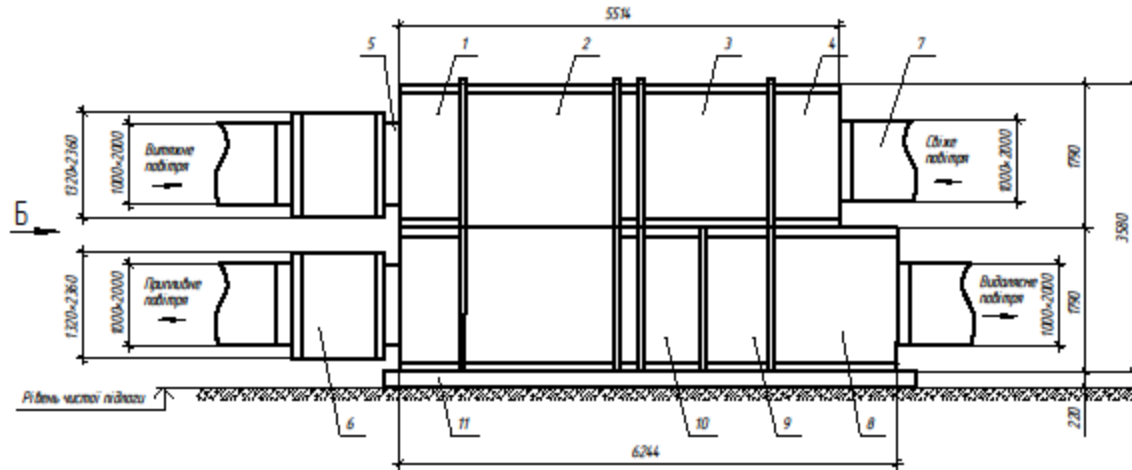
| Назва  | К-ть |
|--|------|
| 1. Кран шаровий  | 9    |
| 2. Сепаратор шлам                                      | 1    |
| 3. Ультразвуковий витратомір                           | 2    |
| 4. Регулятор перепаду тиску                            | 1    |
| 5. Регулятор температури з радіаторним електроприводом | 1    |

| Назва                                | К-ть |
|--------------------------------------|------|
| 6. Емпульсний насос системи опалення | 1    |
| 7. Зворотній клапан                  | 3    |
| 8. Термометр з триходовим краном     | 7    |
| 9. Фільтр сітковий                   | 2    |
| 10. Спускник                         | 4    |

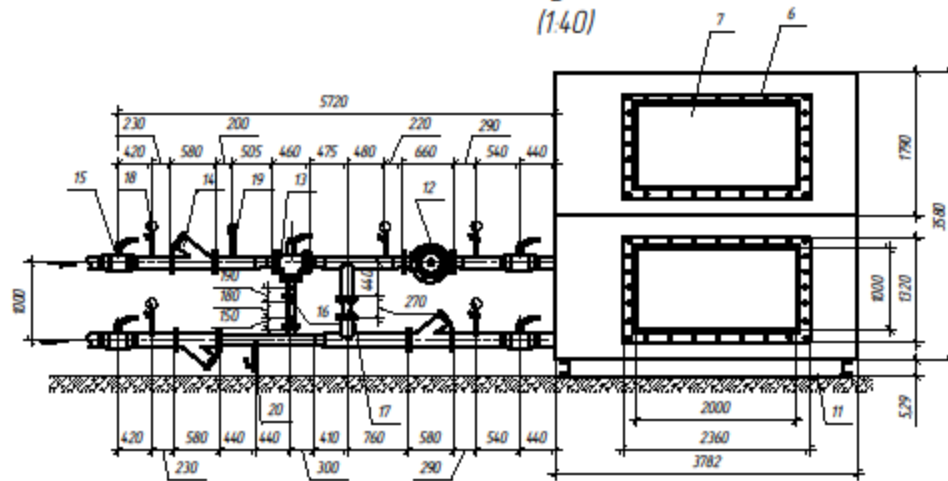
| Лист      | Колір | Лист | Лист | Лист | Лист |
|-----------|-------|------|------|------|------|
| Розроб    | Колір | Лист | Лист | Лист | Лист |
| Перевірив | Колір | Лист | Лист | Лист | Лист |
| Н. кандр  | Колір | Лист | Лист | Лист | Лист |
|           | Колір | Лист | Лист | Лист | Лист |

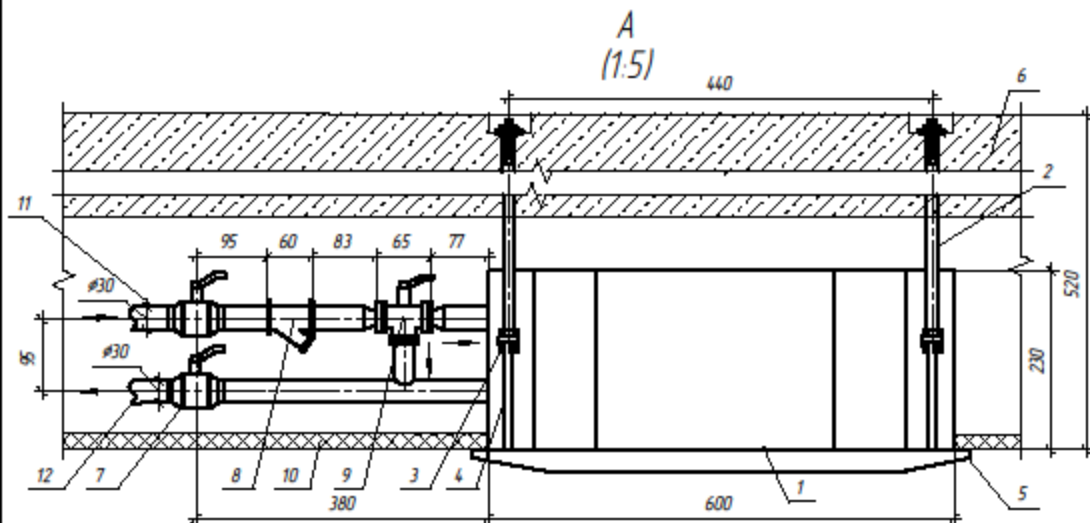
|  |               |      |
|--|---------------|------|
| <b>08-12МКР.00200.000 СК</b>                                     |               |      |
| Енергозберігаючі технології в системах забезпечення мікроклімату |               |      |
| (на прикладі торгово-офісного центру в місті Хмельницький)       |               |      |
| Індивідуальний тепловий пункт                                    | Лист          | Лист |
|  | 8             | 11   |
| Складальне креслення   | ВНТУ, ТГ-16мі |      |

Монтаж припливно-витяжної установки  
(1.40)

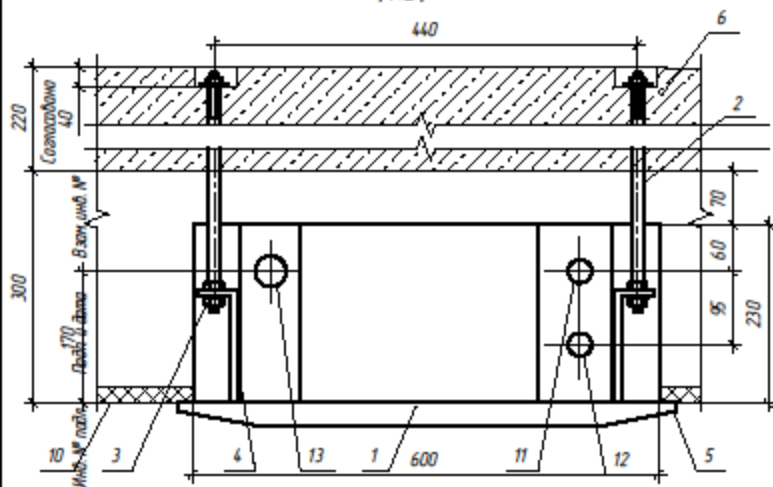


Б  
(1.40)





Монтаж фанкойла в підвісній стелі  
(1:5)



| Назва                           | К-ть |
|---------------------------------|------|
| 1. Корпус фанкойла              | 1    |
| 2. Шпилька                      | 2    |
| 3. Гайка                        | 4    |
| 4. Підвісна система             | 2    |
| 5. Панель                       | 1    |
| 6. Плита перекриття             | 1    |
| 7. Шаровий кран                 | 2    |
| 8. Фільтр                       | 1    |
| 9. Триходовий регулюючий клапан | 1    |
| 10. Підвісна стеля              | 1    |
| 11. Подаючий трубопровід        | 1    |
| 12. Зворотній трубопровід       | 1    |
| 13. Дренажний трубопровід       | 1    |

|           |             |          |         |        |       |  |    |  |
|-----------|-------------|----------|---------|--------|-------|--|----|--|
|           |             |          |         |        |       | 08-12.МКР.002.00.000 СК  |    |  |
|           |             |          |         |        |       | Енергозберігаючі технології в системах забезпечення мікроклімату |    |  |
|           |             |          |         |        |       | (на прикладі торгово-офісного центру в місті Хмельницький)       |    |  |
| Зм.       | Літ.        | Листопад | Грудень | Січень | Лютий | Монтаж фанкойла в підвісній стелі, вид А                         |    |  |
| Розроб    | Васильський |          |         |        |       | 9  | 11 |  |
| Перевірив | Кочуб       |          |         |        |       |  |    |  |
| Н.контр.  | Кочуб       |          |         |        |       | ВНТУ, ТГ-16мі  |    |  |





## ВИСНОВОК

- проведено аналіз існуючих теплообмінників та обґрунтовано вибір конкретного типу рекуператора для найбільш ефективної роботи системи вентиляції;
- змодельовано тепловий та гідравлічний режим системи опалення та аеродинамічний режим системи вентиляції;
- за результатами аеродинамічного моделювання підбрано розміри повітропроводів та вентиляційні агрегати з рекуператорами для утилізації теплоти повітря, що видаляється системою вентиляції;
- запропоновано проект технології монтажу систем опалення та вентиляції, визначено необхідну кількість виробів та матеріалів, машин і механізмів, кількість і склад робітничих бригад для монтажу даних системи, складено календарний план виконання робіт, графік руху робітників, графік використання машин та механізмів.
- в результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 14398520 грн, кошторисна трудомісткість – 9590 люд-год, кошторисна заробітна плата – 132871 грн.