Голосенко Дмитро Сергійович

Енергоефективні технології в системах вентиляції та опалення торгівельно-офісного комплексу в місті Київ

Науковий керівник
Пономарчук Ігор Анатолійович
кандидат технічних наук, доцент

Актуальність теми. Вдосконалення систем опалення та вентиляції повітря для суспільних та громадських місць, що є найбільшими споживачами теплової енергії, має першочергове значення для підвищення енергоефективності будівель та зниження витрат енергії на створення в них комфортних параметрів. Підвищення енергоефективності та впровадження енергоресурсозберігаючих технологій це стратегічне завдання для нашої держави. До цього спонукають як постійний ріст цін на енергоносії, так і зростання об'єму викидів двоокису вуглецю, що негативно впливає на клімат та навколишнє середовище. З урахуванням цього стає ясно, яке першочергове значення для економіки країни має підвищення експлуатаційних характеристик будівель та скорочення споживання енергії в будівлях. Саме тут знаходяться перспективи реального зниження ресурсоспоживання при забезпеченні необхідного рівня комфорту в приміщеннях. Використання сучасних енергоефективних технологій дасть можливість знизити залежність країни від світових цін на енергоносії.

При проєктуванні систем життєзабезпечення для економії енергії доцільно використовувати вторинні енергетичні ресурси, такі, наприклад, як теплота повітря, що видаляється з приміщення, та відходи виробництв та споживання. Існує два основних способи утилізації потенціалу вентиляційних викидів: рециркуляція повітря, що видаляється і теплоутилізація з використанням теплообмінних апаратів. Оскільки застосування рециркуляції в більшості випадків обмежене санітарними нормами і не може бути використано, якщо в повітрі, що видаляється, містяться шкідливі домішки, найбільш доцільне використання рекуперативних теплообмінників різних конструктивних виконань. Застосування повітряних теплообмінників дозволяє знизити витрату теплоти в системах вентиляції на 40-60% при порівняно невисоких капітальних вкладеннях.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є опрацювання наукового обґрунтування та створення проєктних рішень по застосуванню в системах опалення та вентиляції сучасних енергозберігаючих технологій для забезпечення їх високоефективної роботи при мінімальних трудових та енергетичних затратах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі:**

•оцінити ефективність застосування рекуперації теплоти вентиляційних викидів;

•провести аналіз існуючих теплообмінників та обґрунтувати вибір конкретного типу рекуператора для найбільш ефективної роботи системи вентиляції;

•виконати теплотехнічний розрахунок приміщень будівлі;

•змоделювати гідравлічний режим системи опалення та аеродинамічний режим системи вентиляції;

•за результатами гідравлічного розрахунку підібрати змішуючі насоси системи опалення, необхідні діаметри трубопроводів, терморегулятори і балансувальні клапани;

•за результатами аеродинамічного розрахунку підібрати розміри повітропроводів та вентиляційні агрегати з рекуператорами для утилізації теплоти повітря, що видаляється системою вентиляції;

•розробити організаційно-технологічне рішення з монтажу систем;

•дослідити питання охорони праці під час виконання монтажних робіт;

•розрахувати техніко-економічні показники систем вентиляції та опалення.

Об’єкт дослідження – системи вентиляції та опалення для забезпечення нормативних мікрокліматичних показників приміщень з використанням альтернативних джерел енергії.

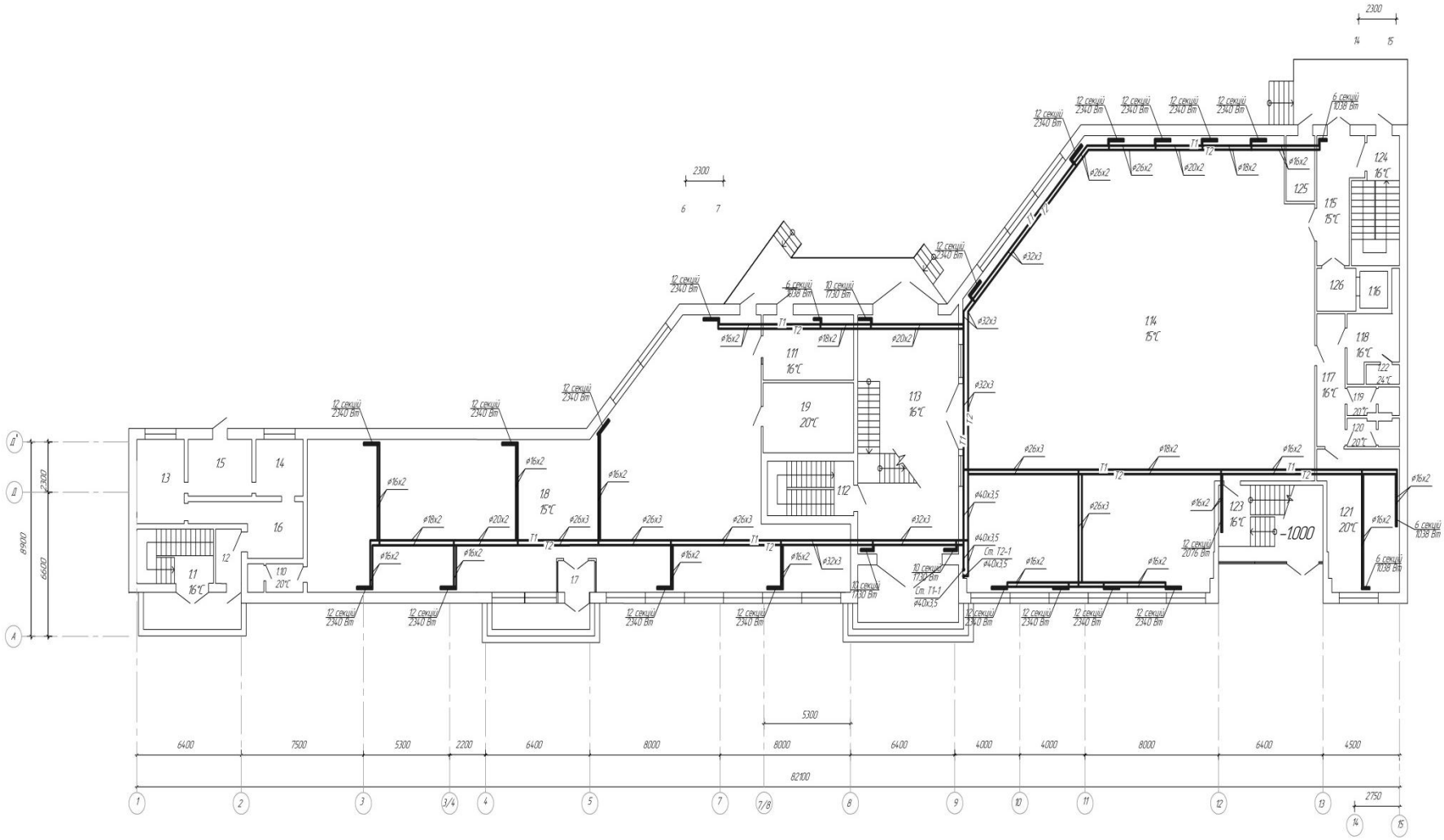
Предмет дослідження – процеси здійснення повітрообміну та забезпечення тепловою енергією торгівельно-офісного комплексу.

Наукова цінність одержаних результатів. Дістало подальший розвиток теоретичне обґрунтування доцільності використання рекуперації теплоти відпрацьованого вентиляційного повітря.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано конструктивні рішення системи вентиляції з використанням рекуперації теплоти вентиляційних викидів та способи і засоби, що запобігають обмерзанню рекуперативних теплообмінників. Розроблено принципову схему та варіант конструктивно-технологічного рішення ресурсозберігаючої технології створення нормальних умов мікроклімату громадських будівель з використанням вторинних ресурсів.

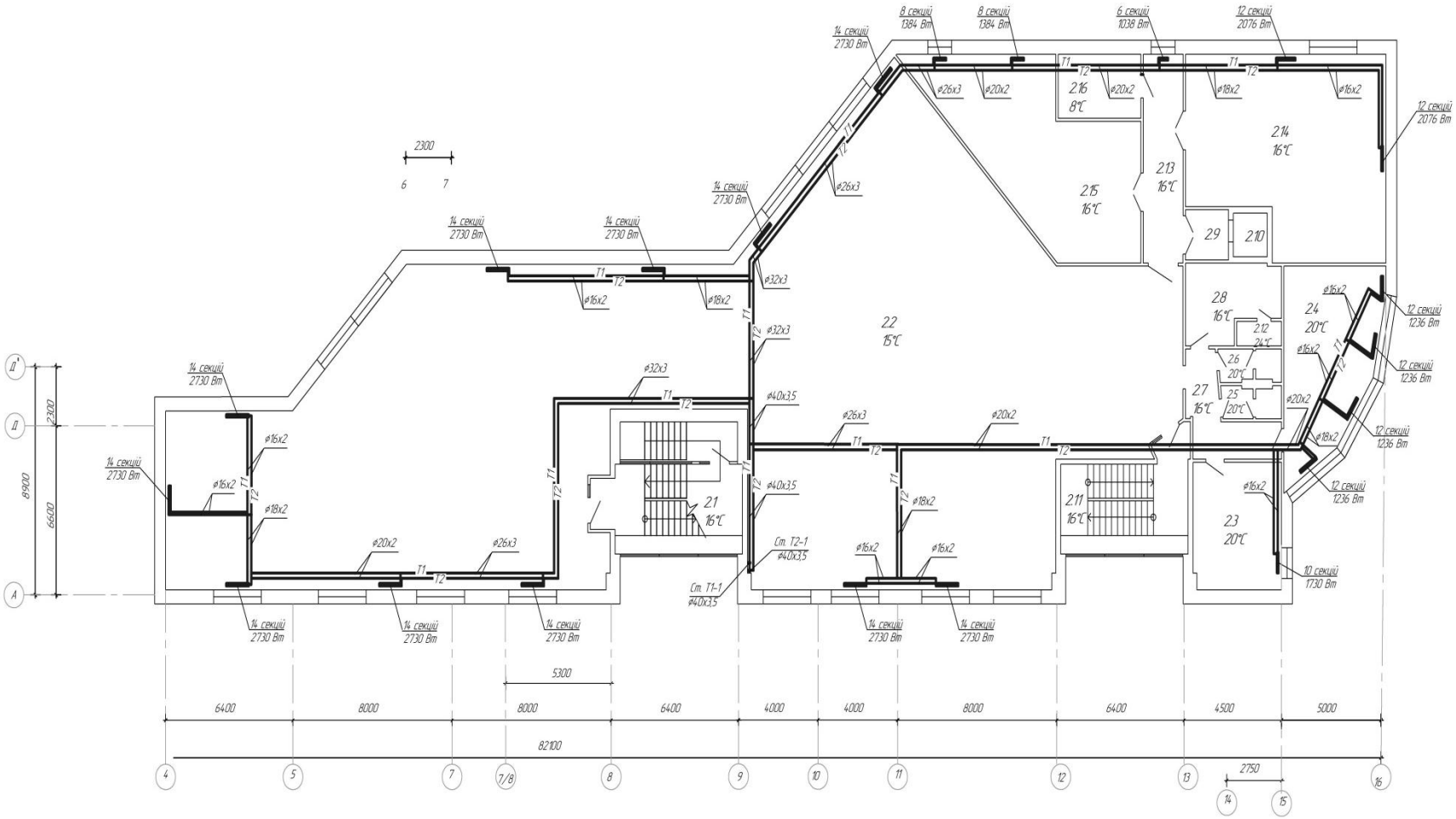
Схеми системи опалення на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи опалення на плані першого поверху на відм. 0.000



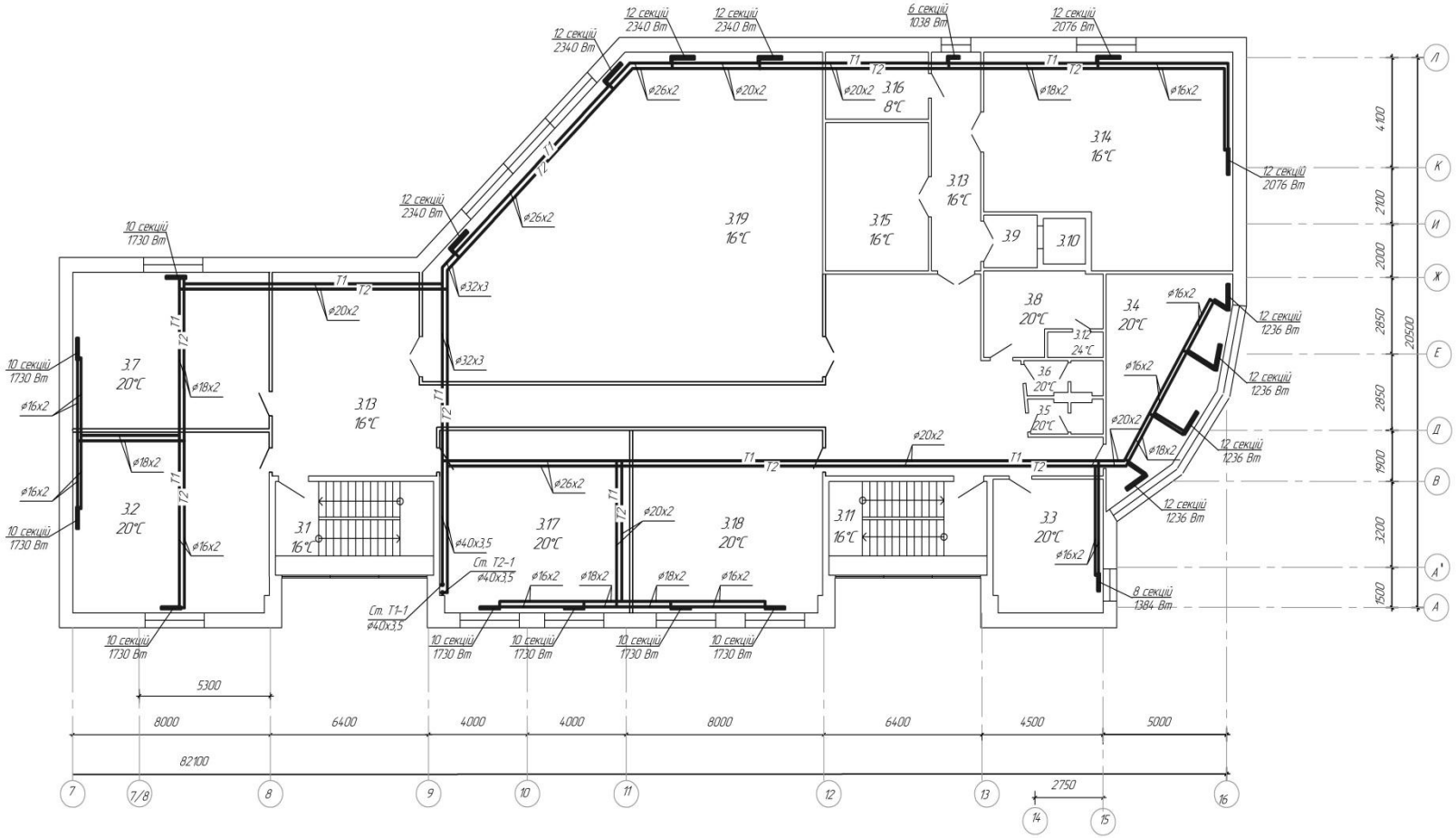
Схеми системи опалення на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи опалення на плані другого поверху на відм. +4.200



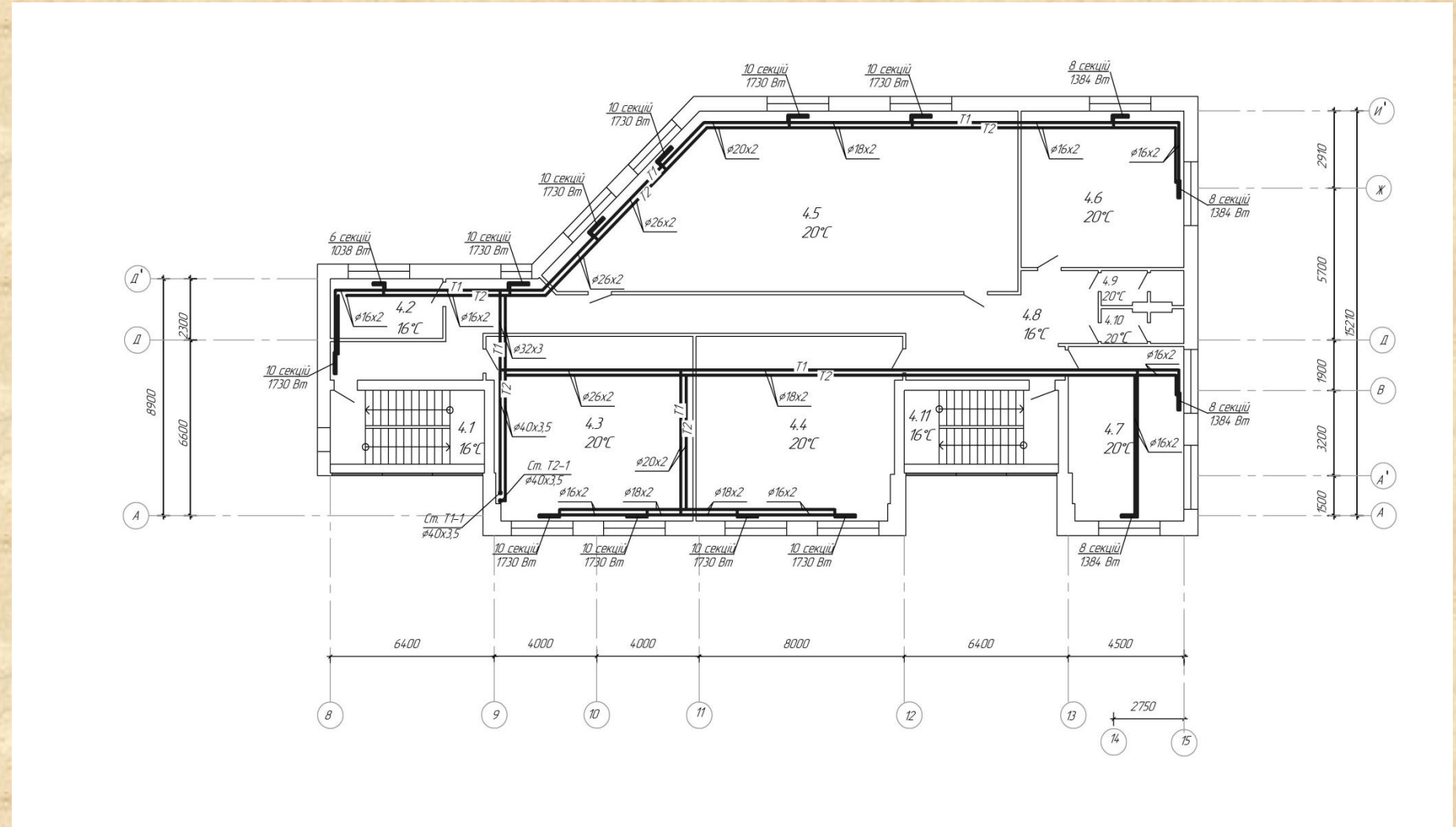
Схеми системи опалення на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи опалення на плані третього поверху на відм. +7.800



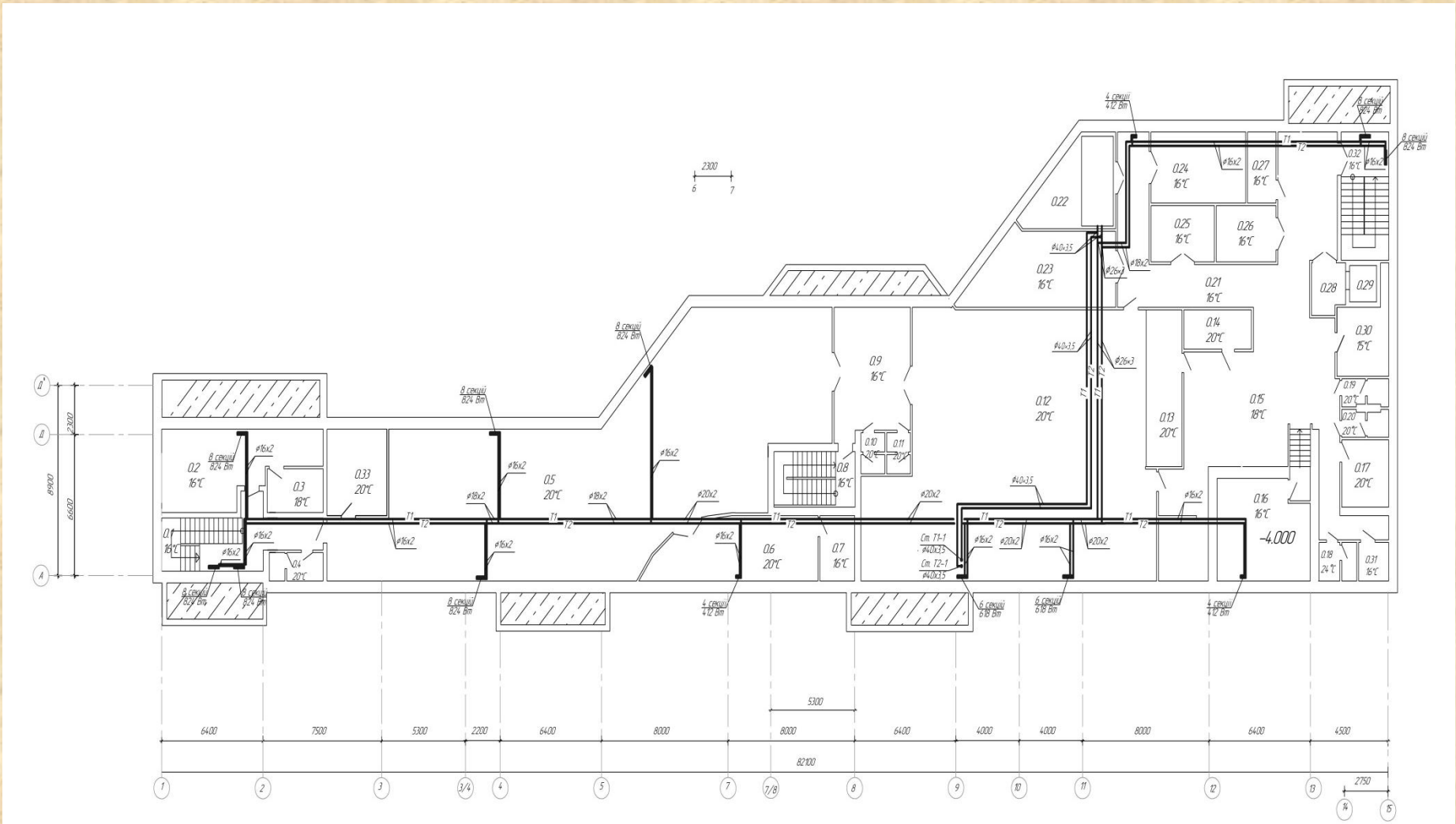
Схеми системи опалення на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи опалення на плані четвертого поверху на відм. +11.400

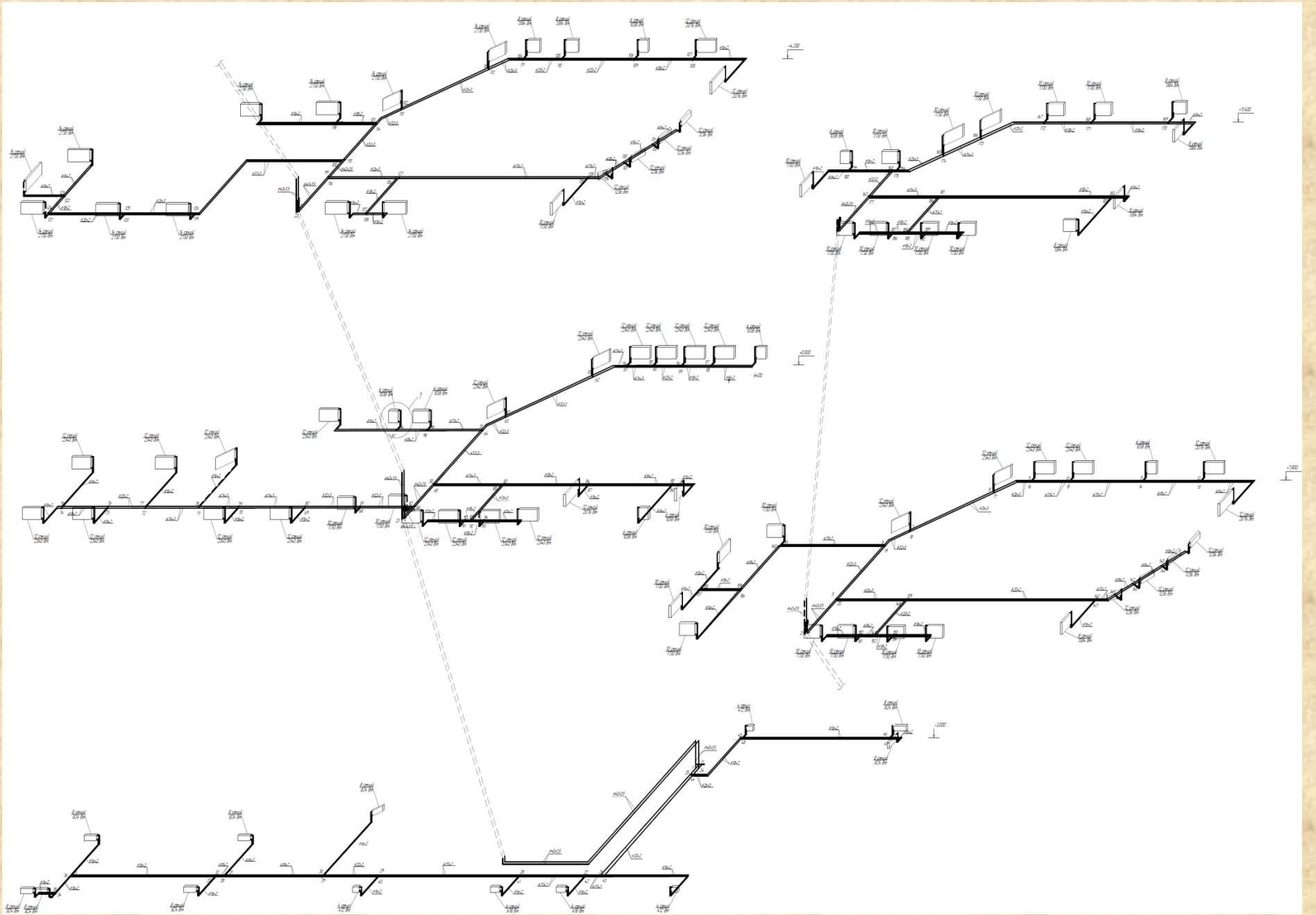


Схеми системи опалення на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи опалення на плані підвалу на відм. -3.000

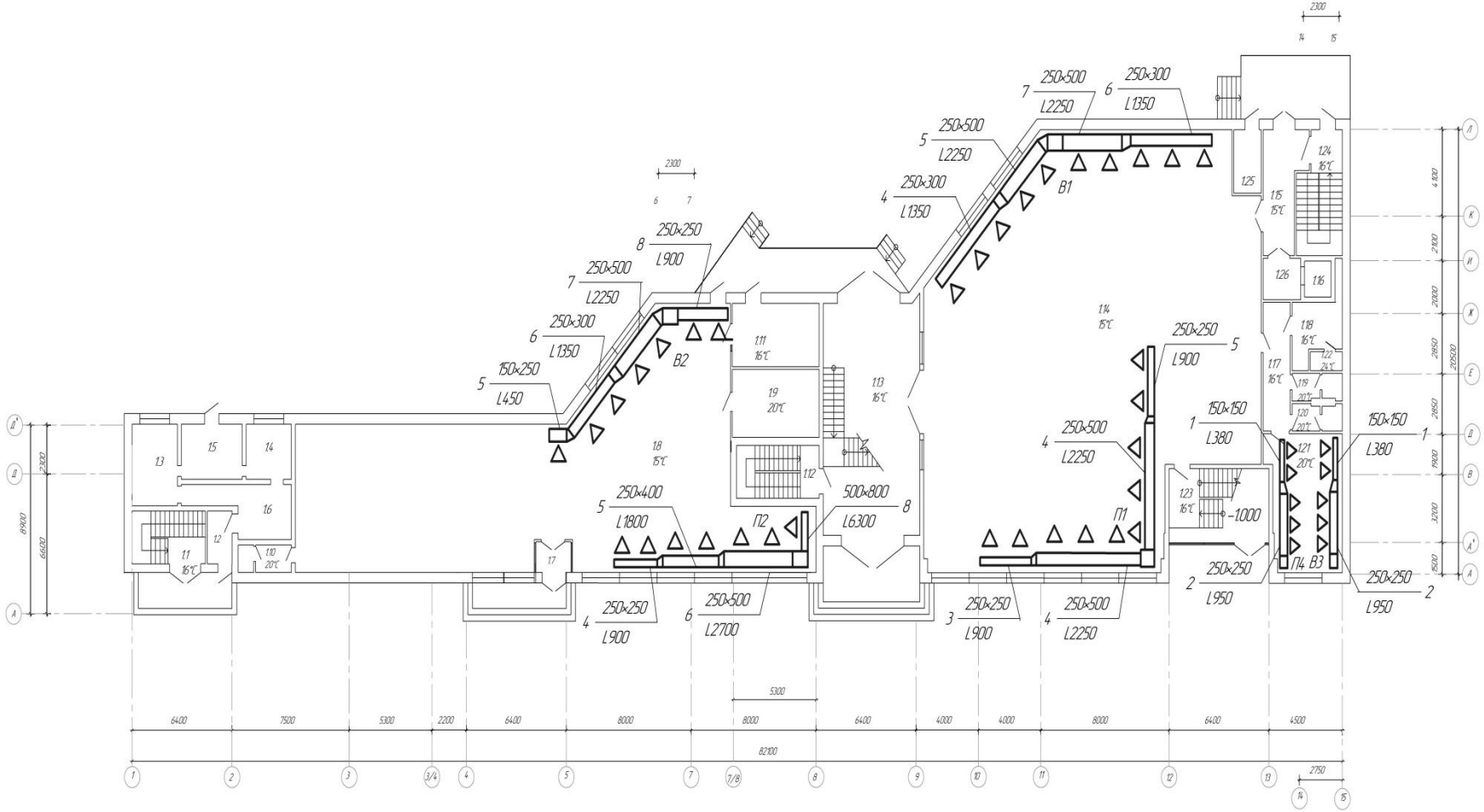


Аксонометрична схема системи опалення



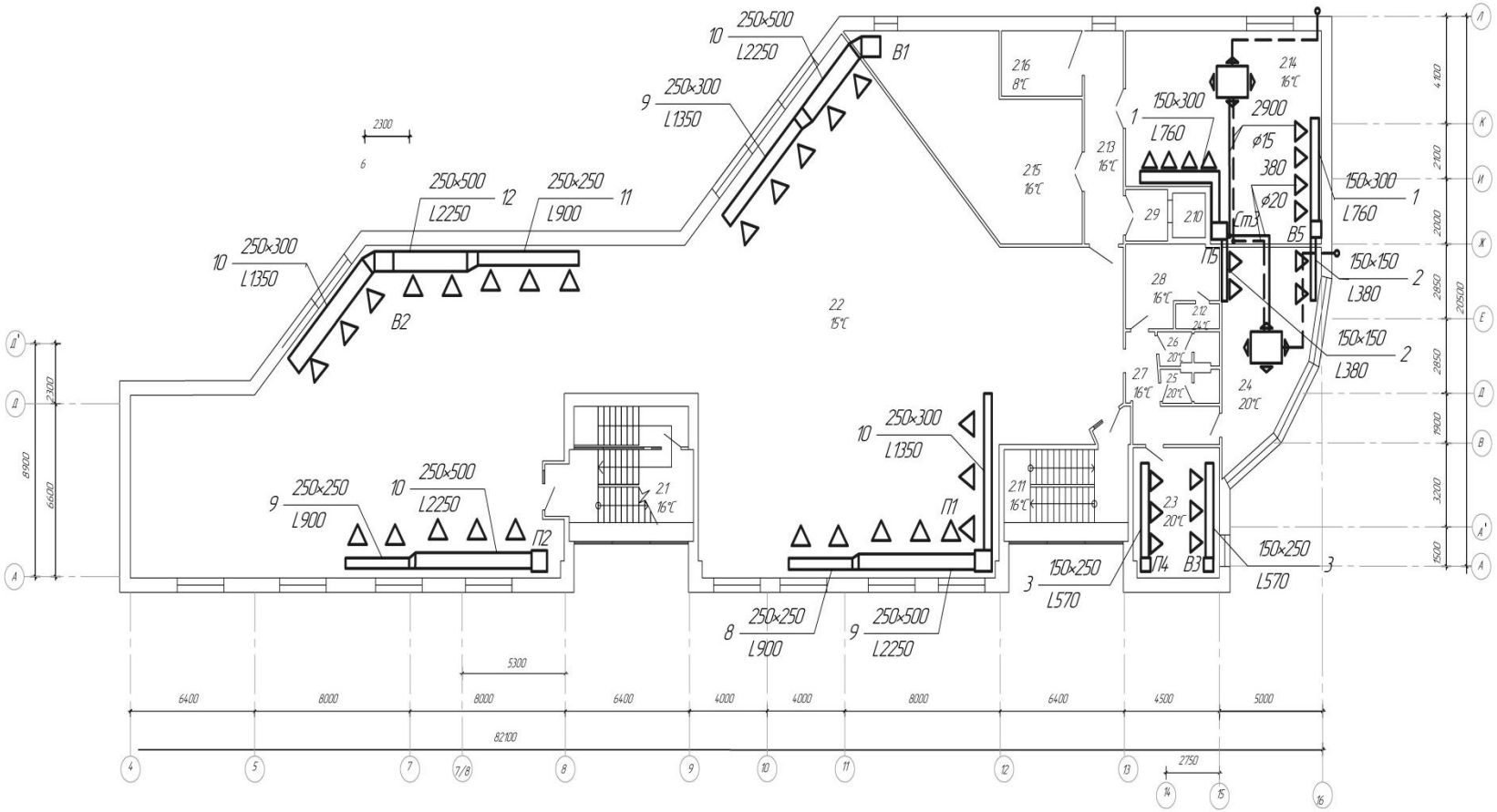
Схеми системи вентиляції на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані першого поверху на відм. 0.000



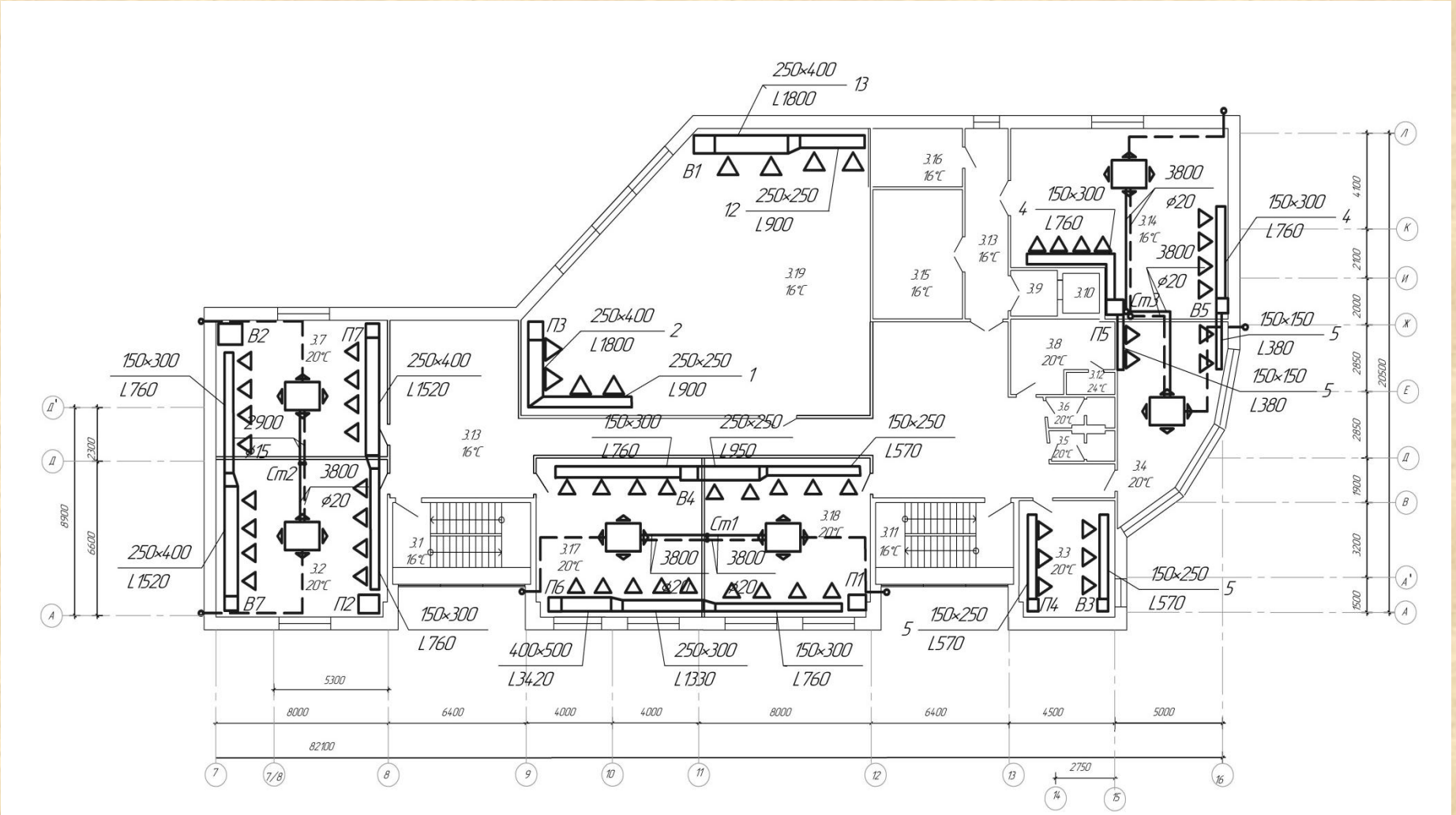
Схеми системи вентиляції на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані другого поверху на відм. +4.200



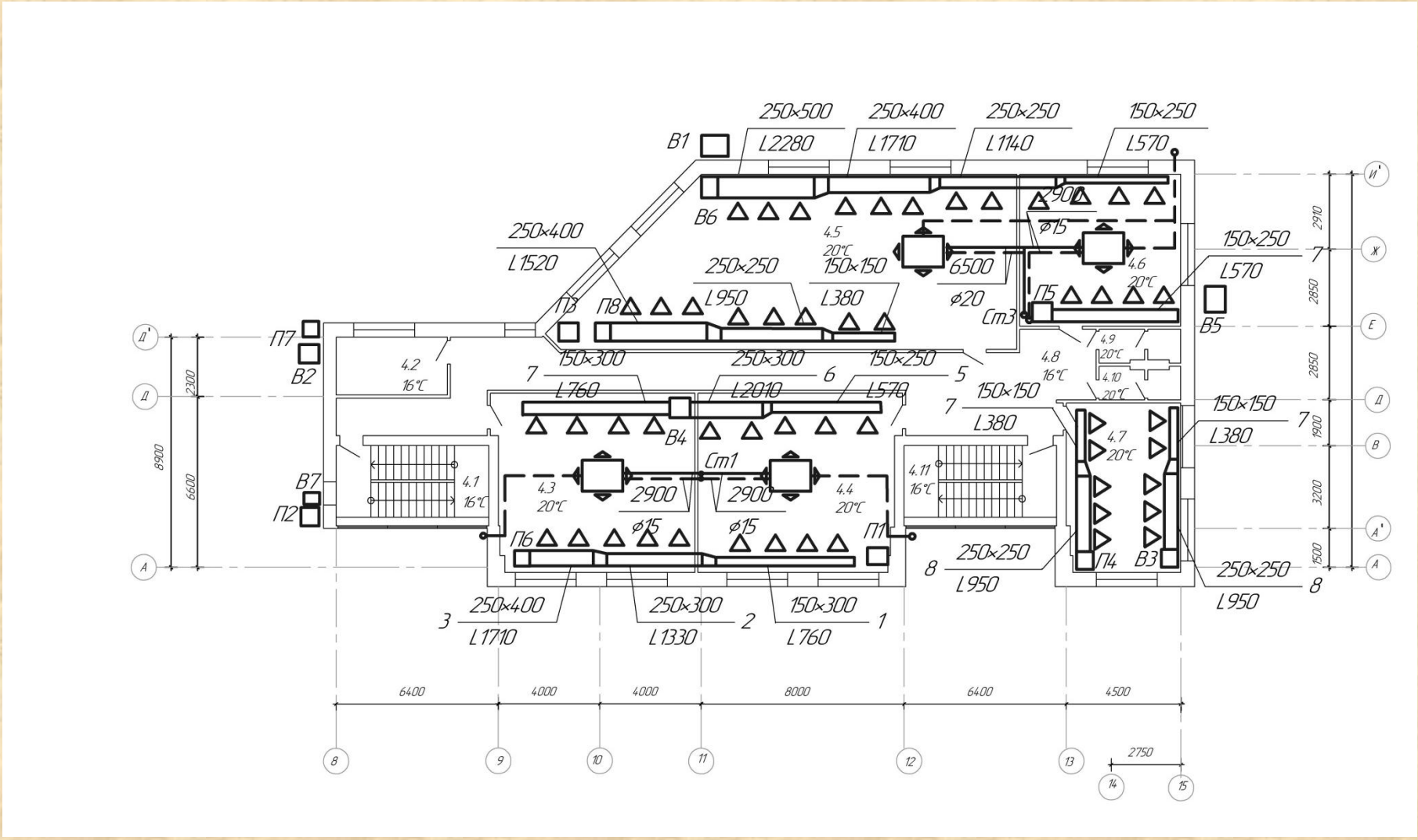
Схеми системи вентиляції на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані третього поверху на відм. +7.800



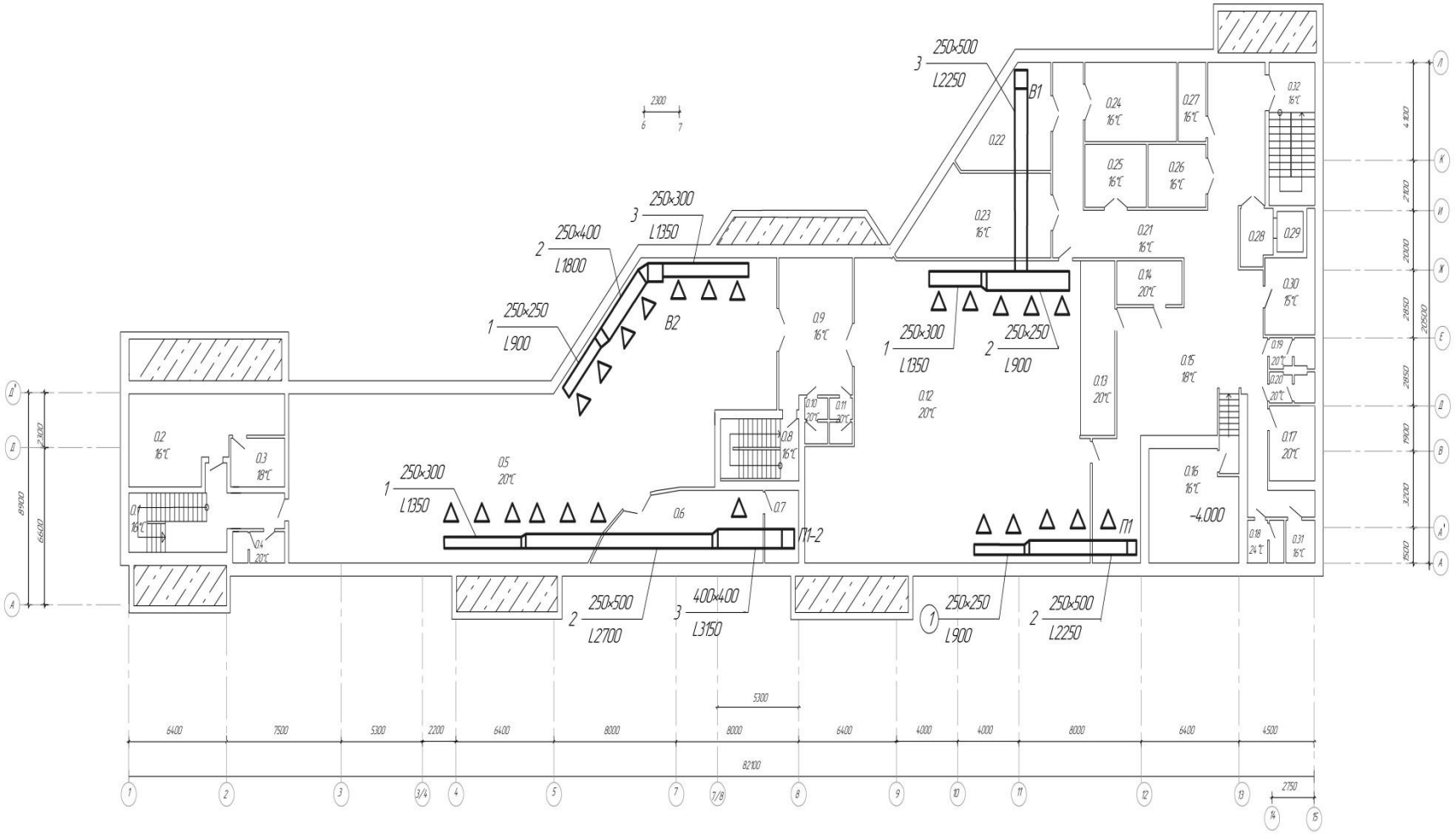
Схеми системи вентиляції на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані четвертого поверху на відм. +11.400

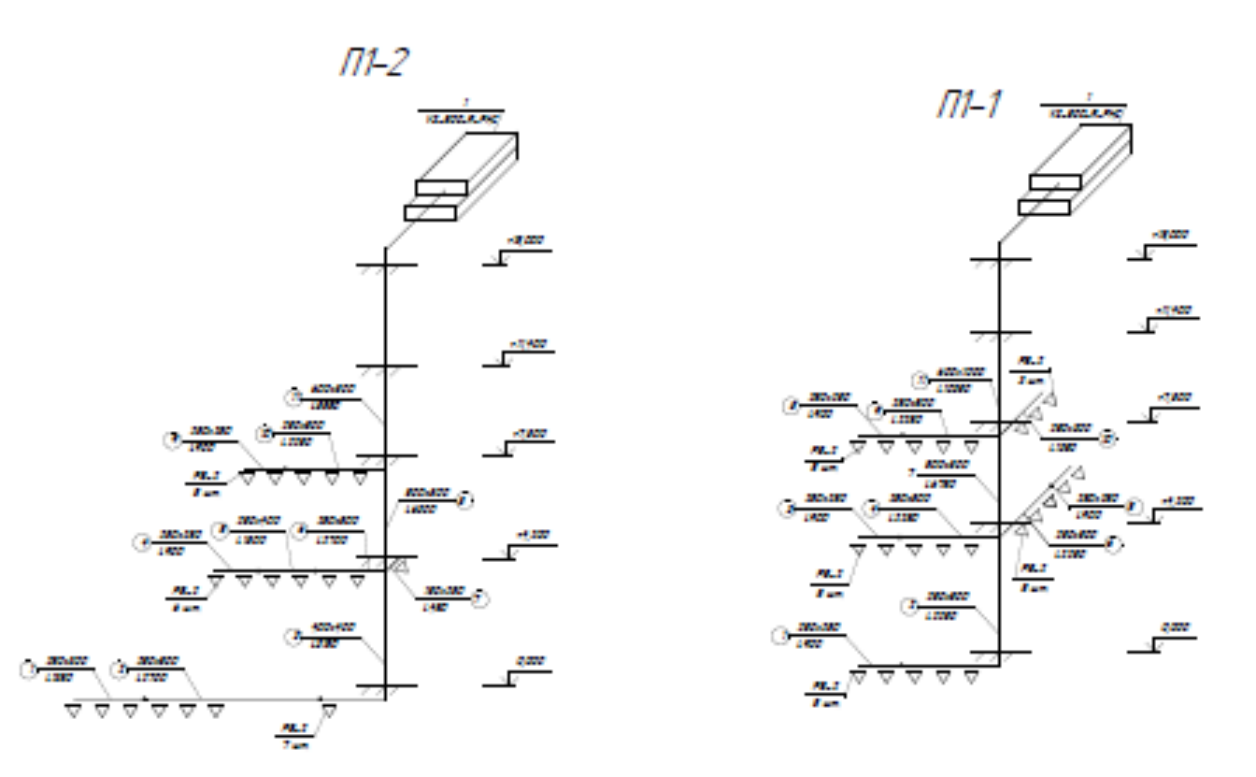


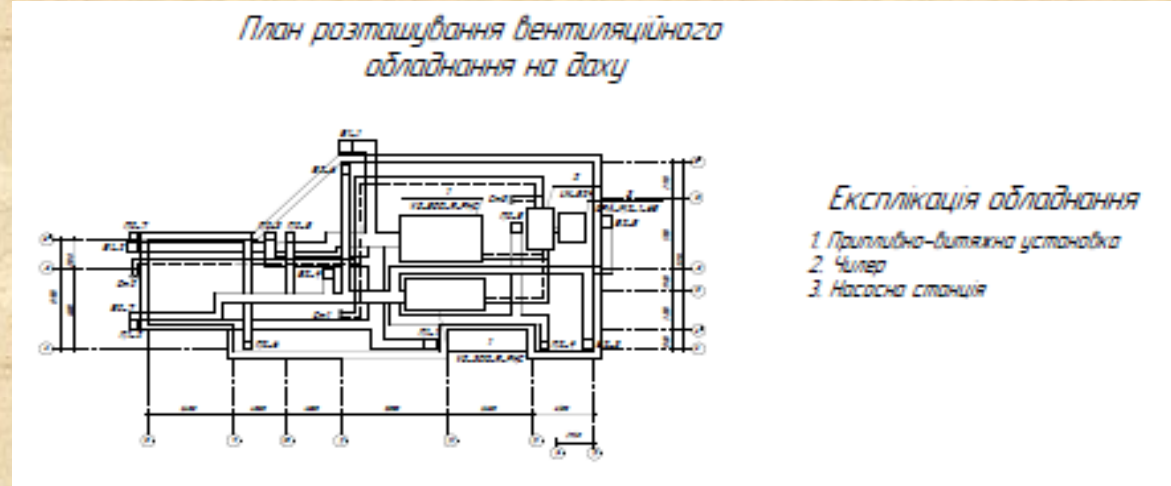
Схеми системи вентиляції на планах поверхів

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані підвалу на відм. -3.000

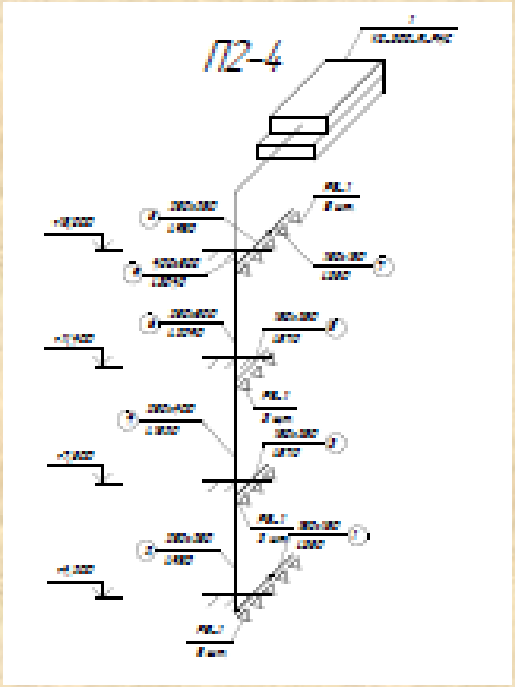


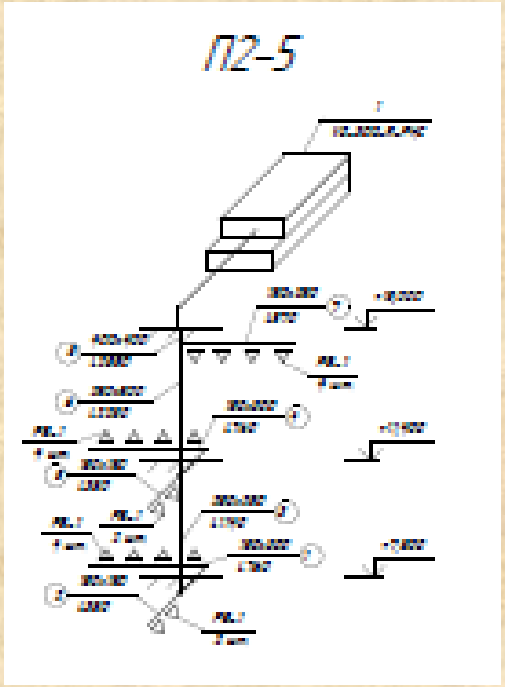
Аксонометричні схеми системи вентиляції

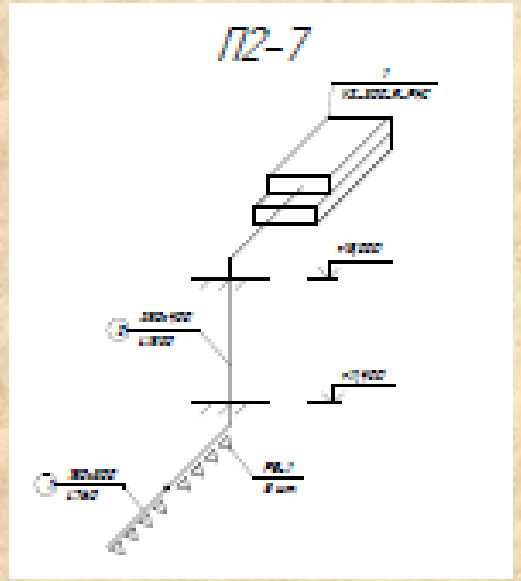


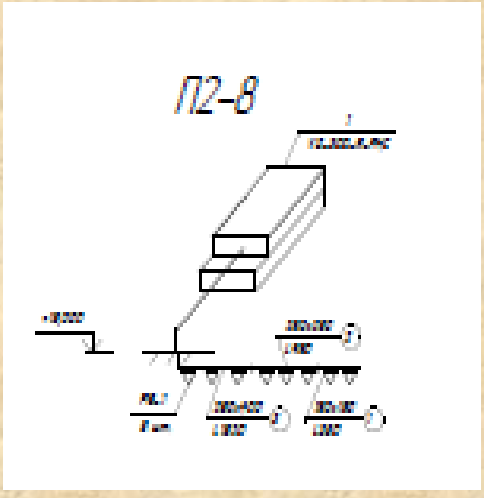


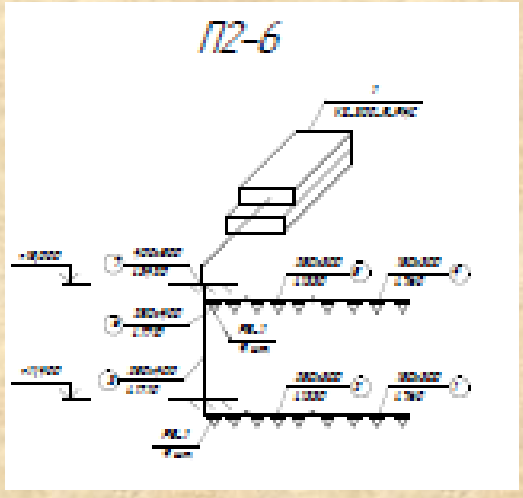
Аксонометричні схеми системи вентиляції

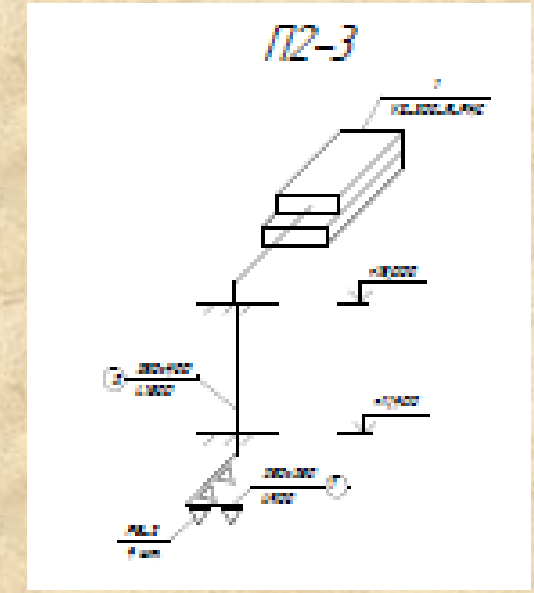




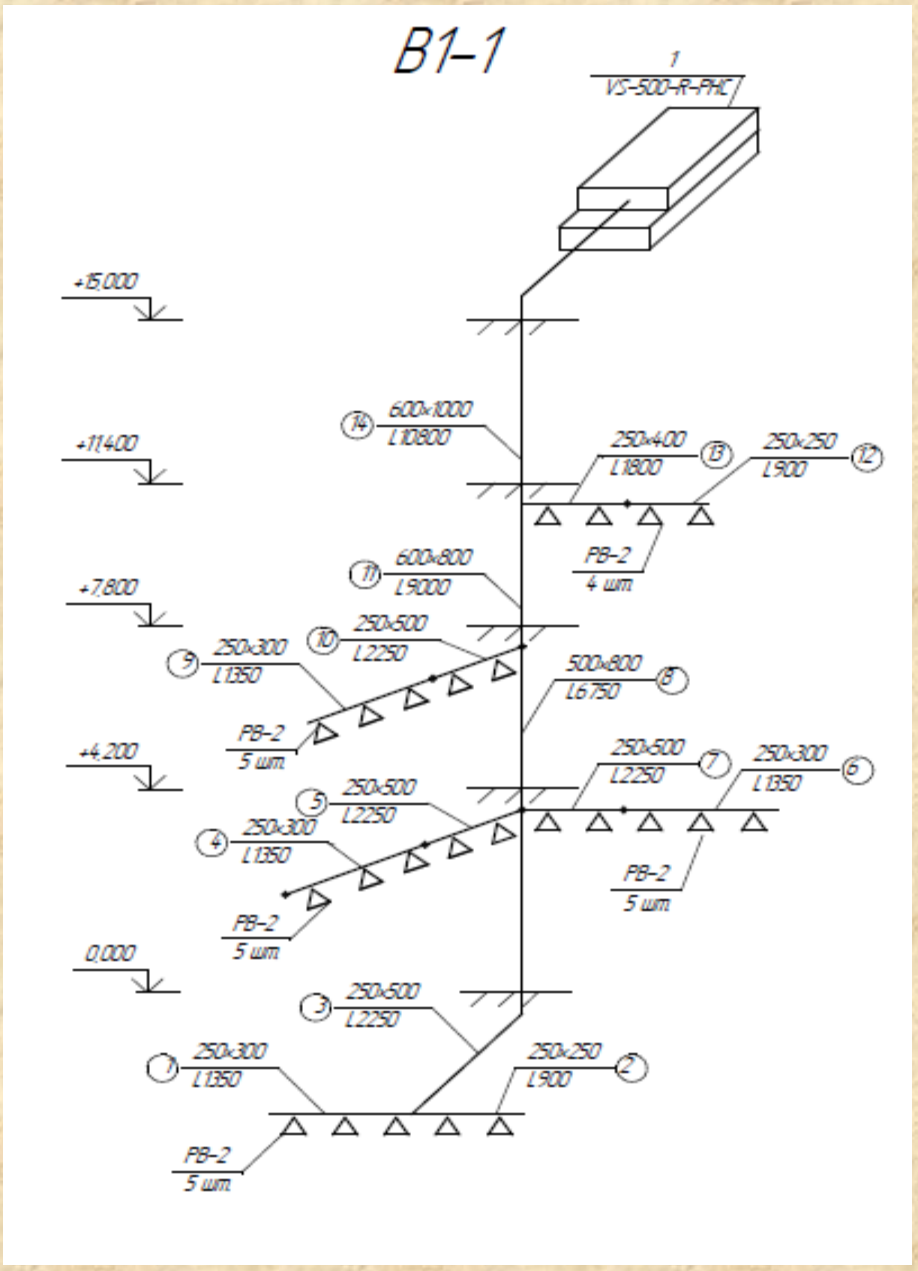


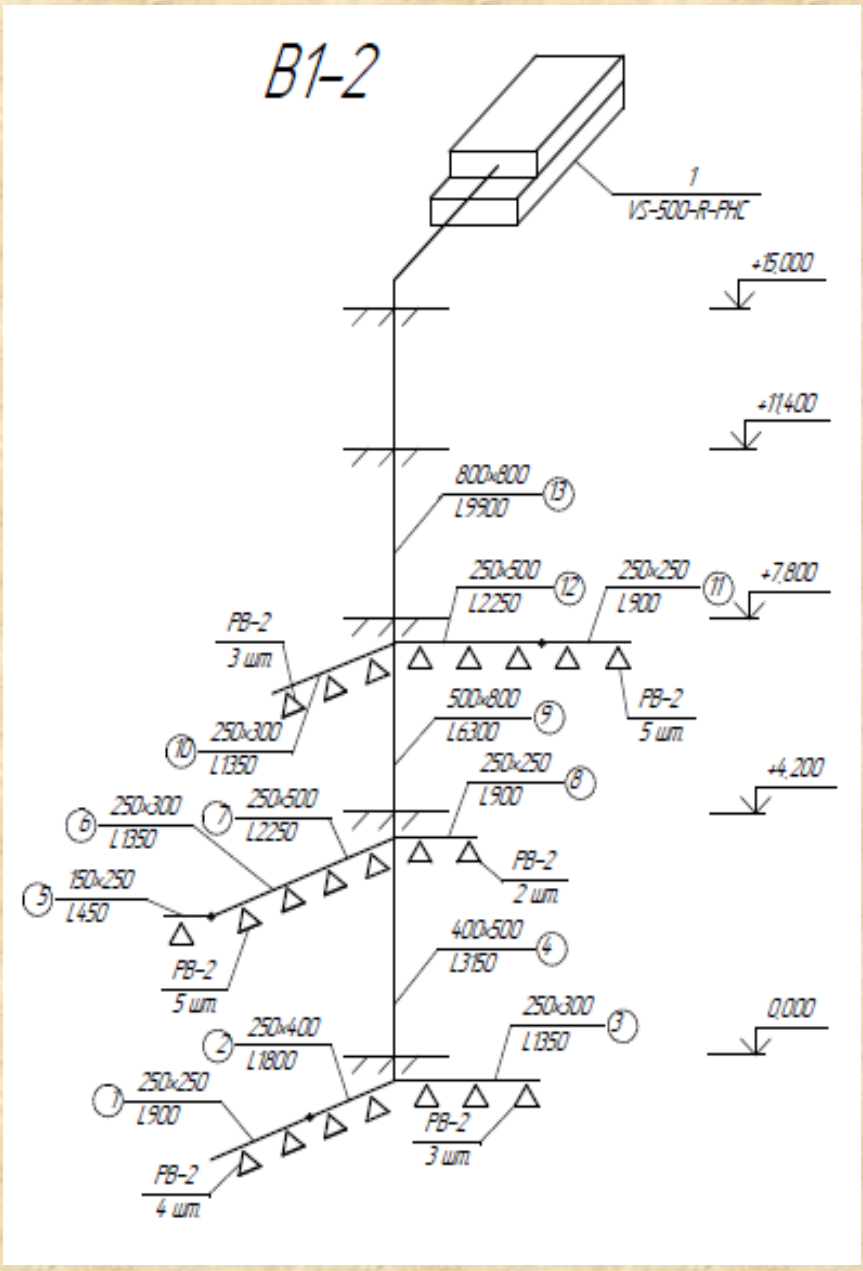




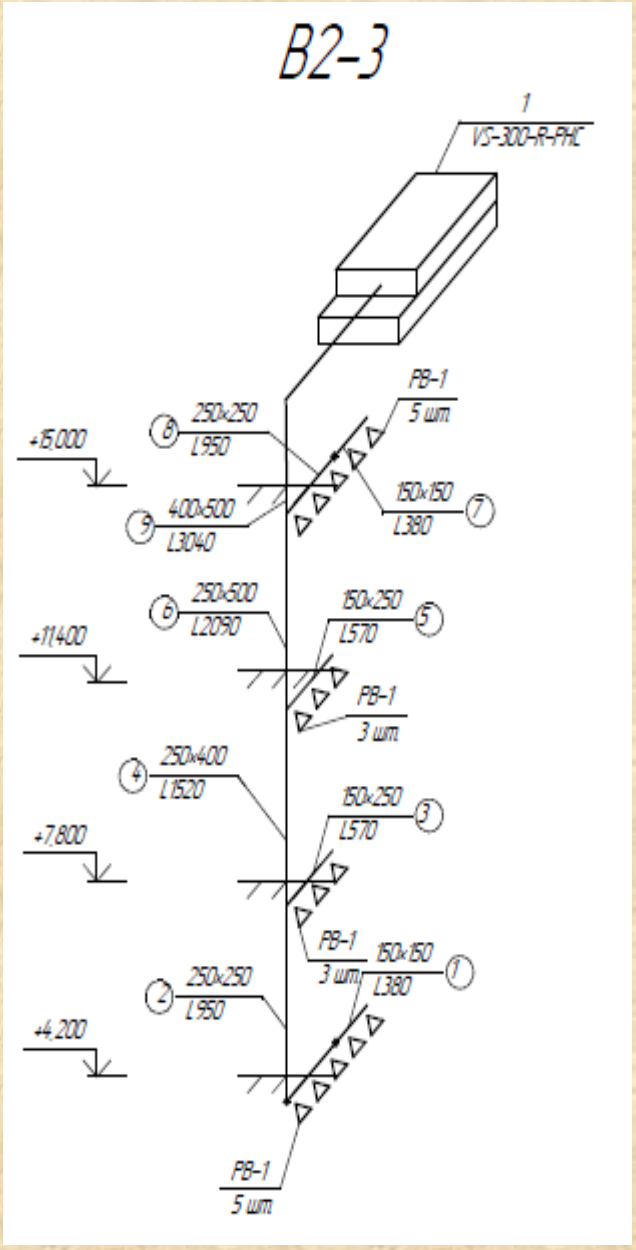


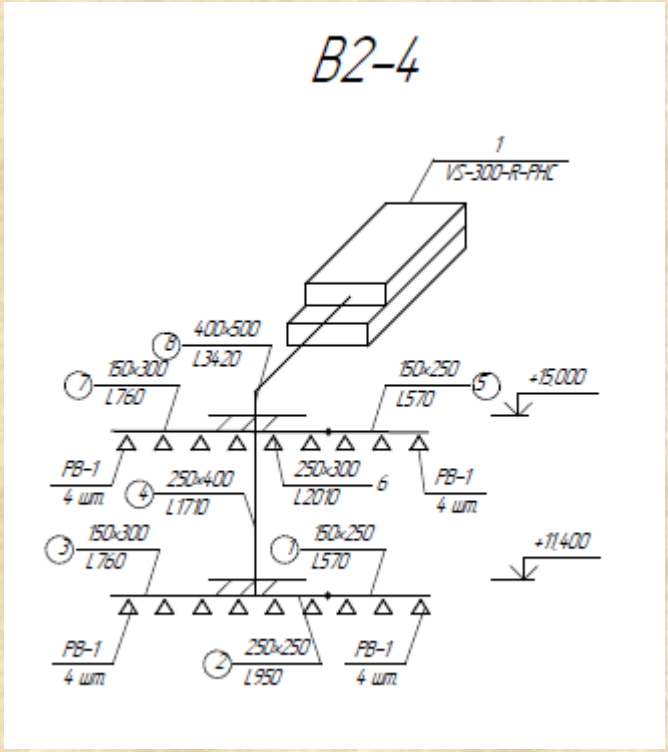
Аксонометричні схеми системи вентиляції

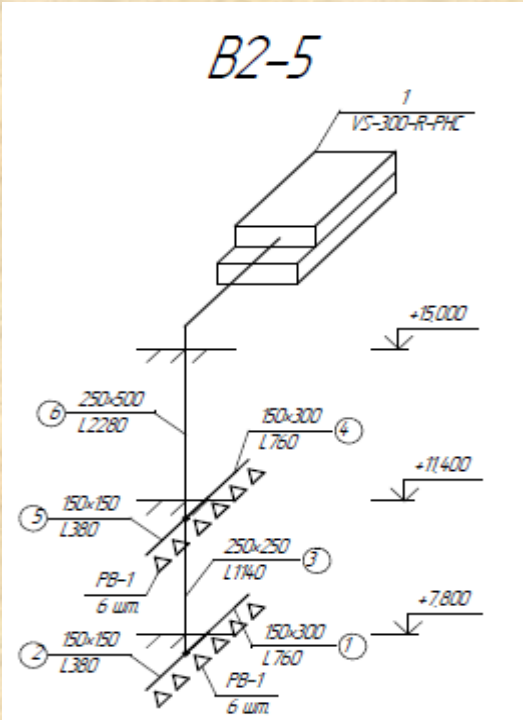


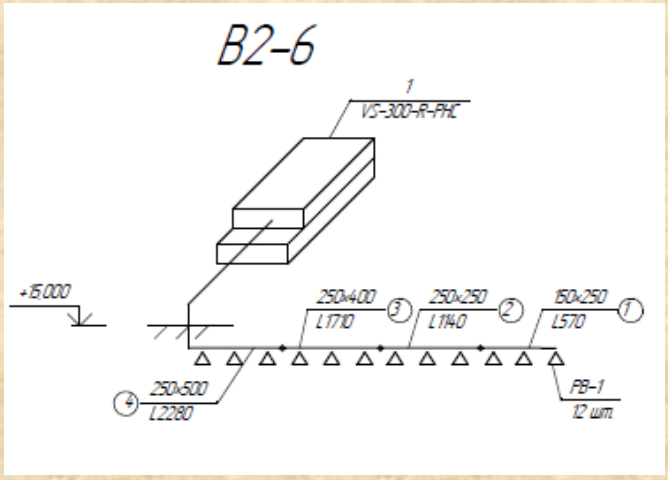


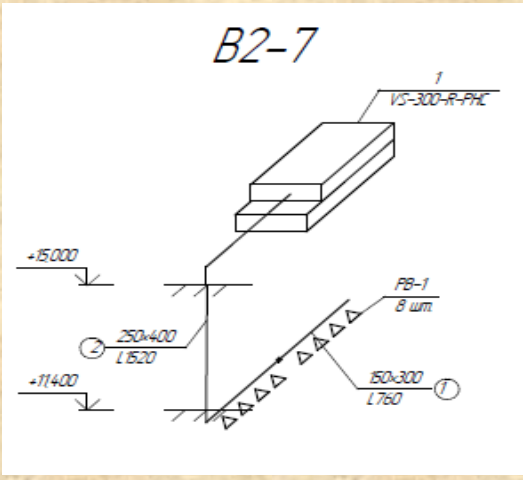
Аксонометричні схеми системи вентиляції



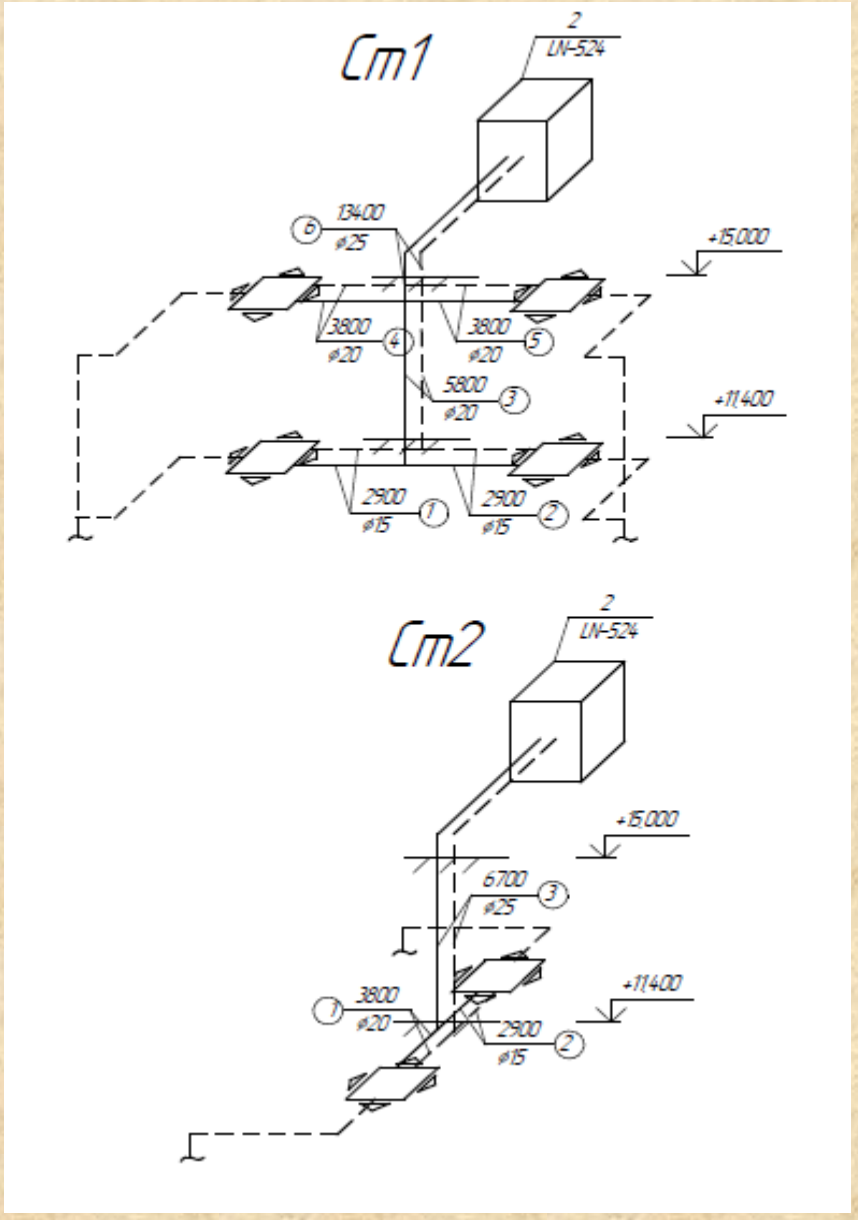


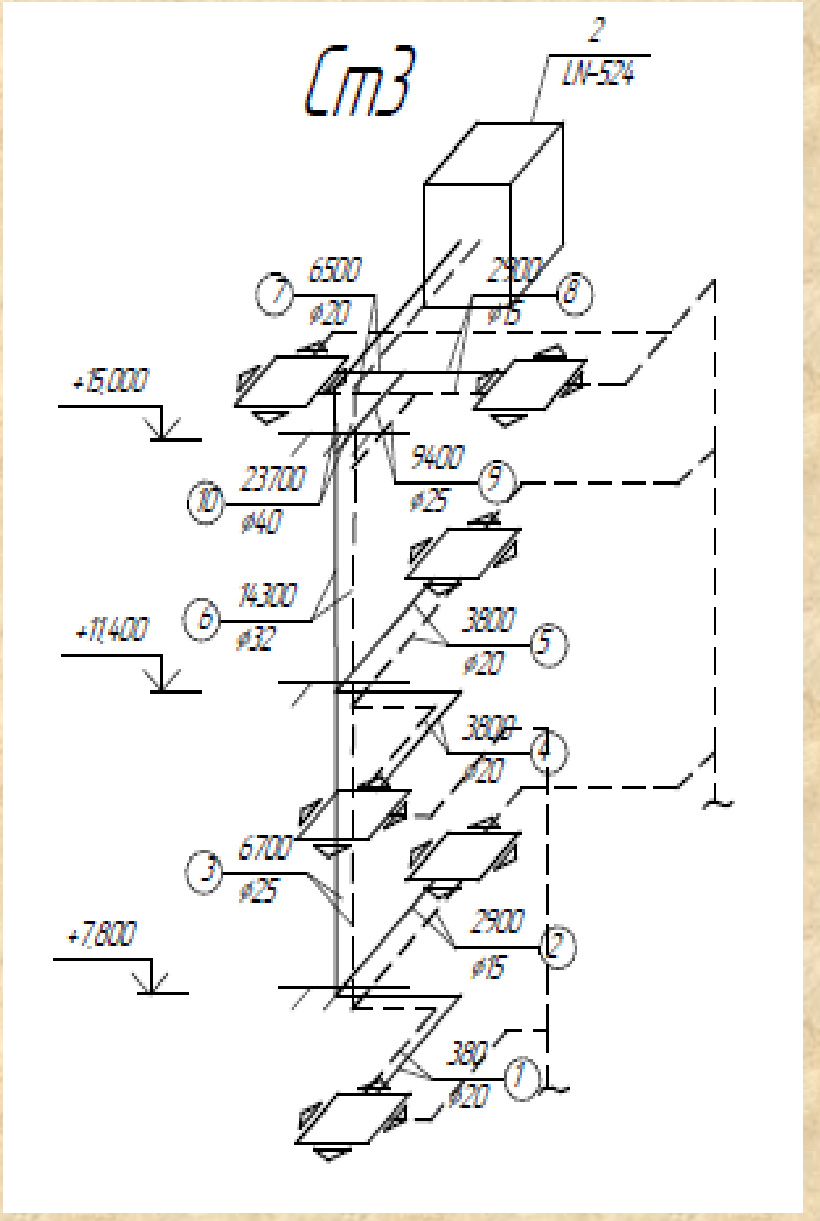




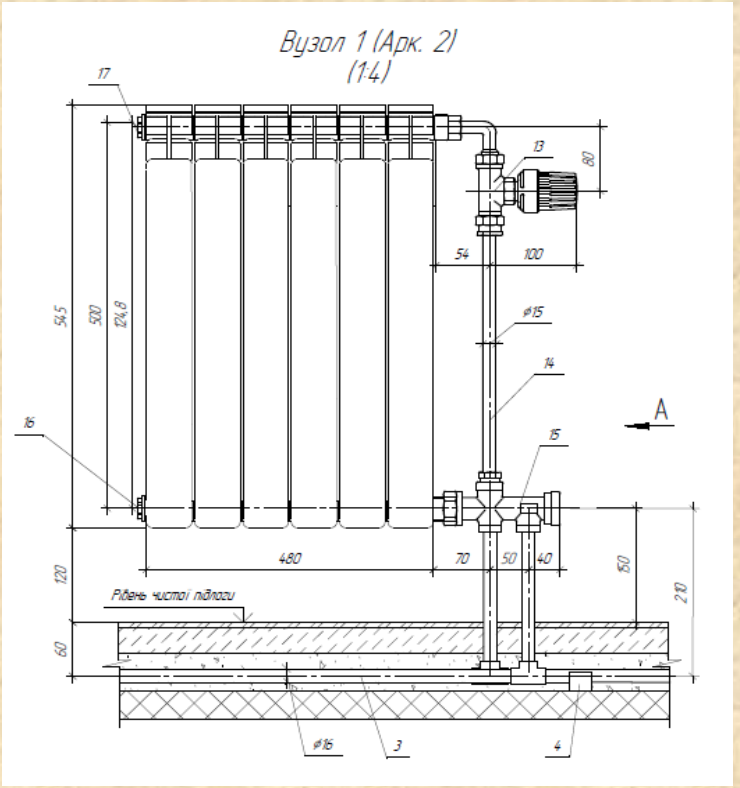


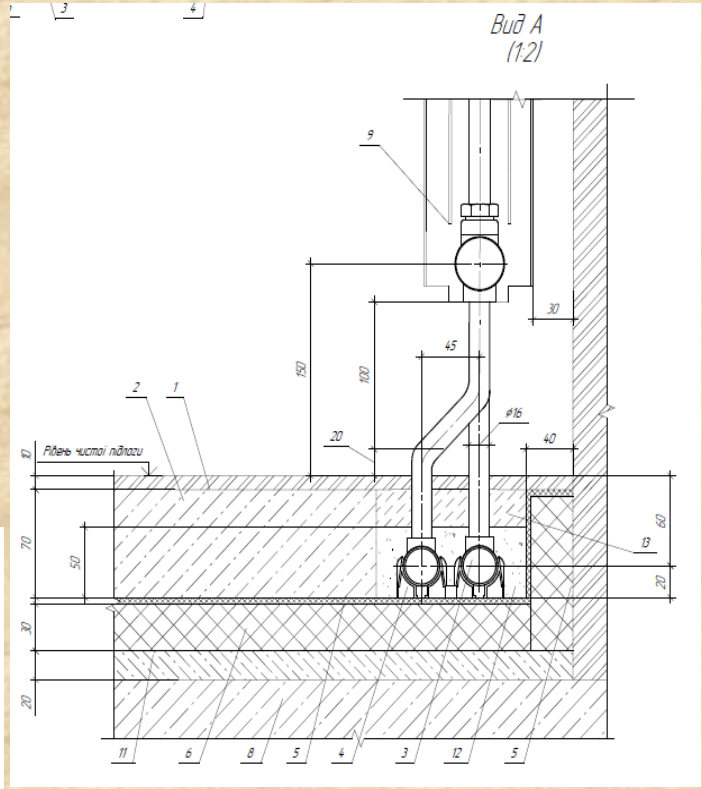
Аксонометричні схеми системи вентиляції

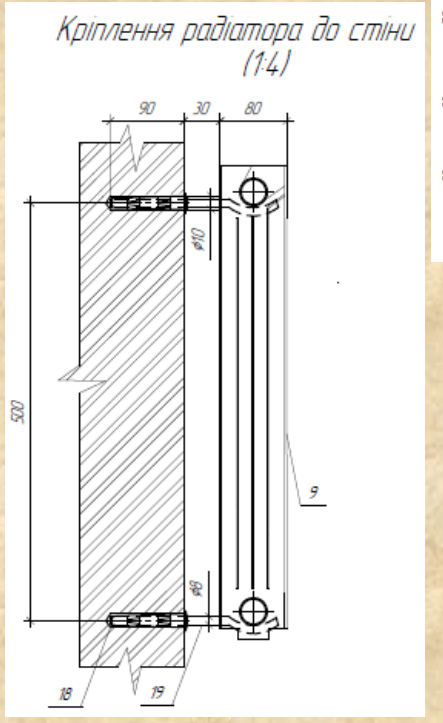




Монтажні вузли системи опалення



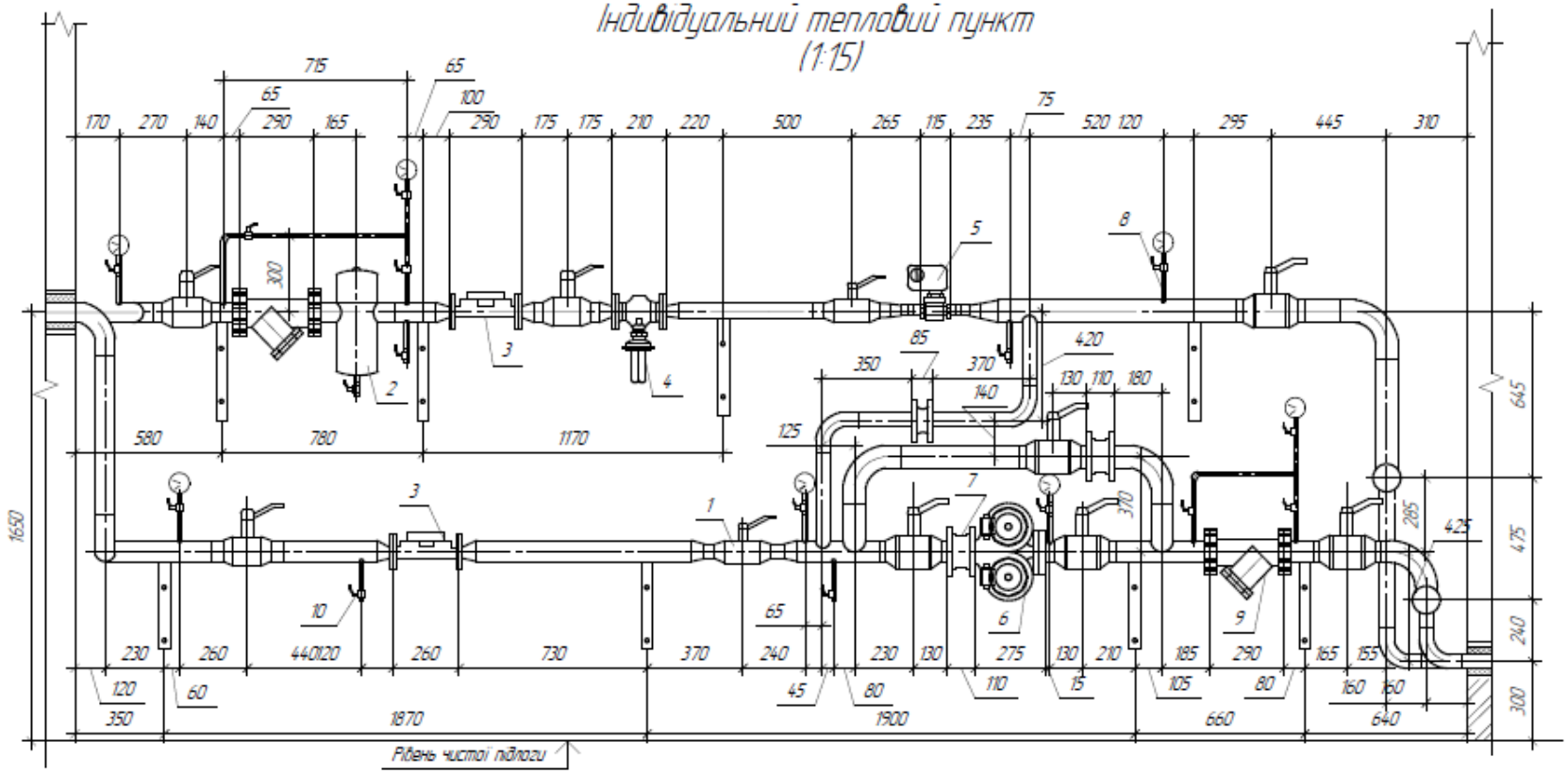




Назва	К-ть
1. Настил підлоги	1
2. Бетонна стяжка	1
3. Трубопровід	2
4. Фіксатор поліетиленовий	2
5. Гідроізоляція	1
6. Теплоізоляція	1
7. Бічна теплоізоляція	1
8. Плита перекриття	1
9. Радіатор секційний	1
10. Ангідритове покриття	1

11. Вирівнююча стяжка	1
12. Насипний матеріал (перліт)	1
13. Корпус клапана	1
14. З'єднувальна трубка	1
15. Розподільчий вузол	1
16. Повітровідвідний клапан	1
17. Клапан запірний	1
18. Дюбель	1
19. Кронштейн	1

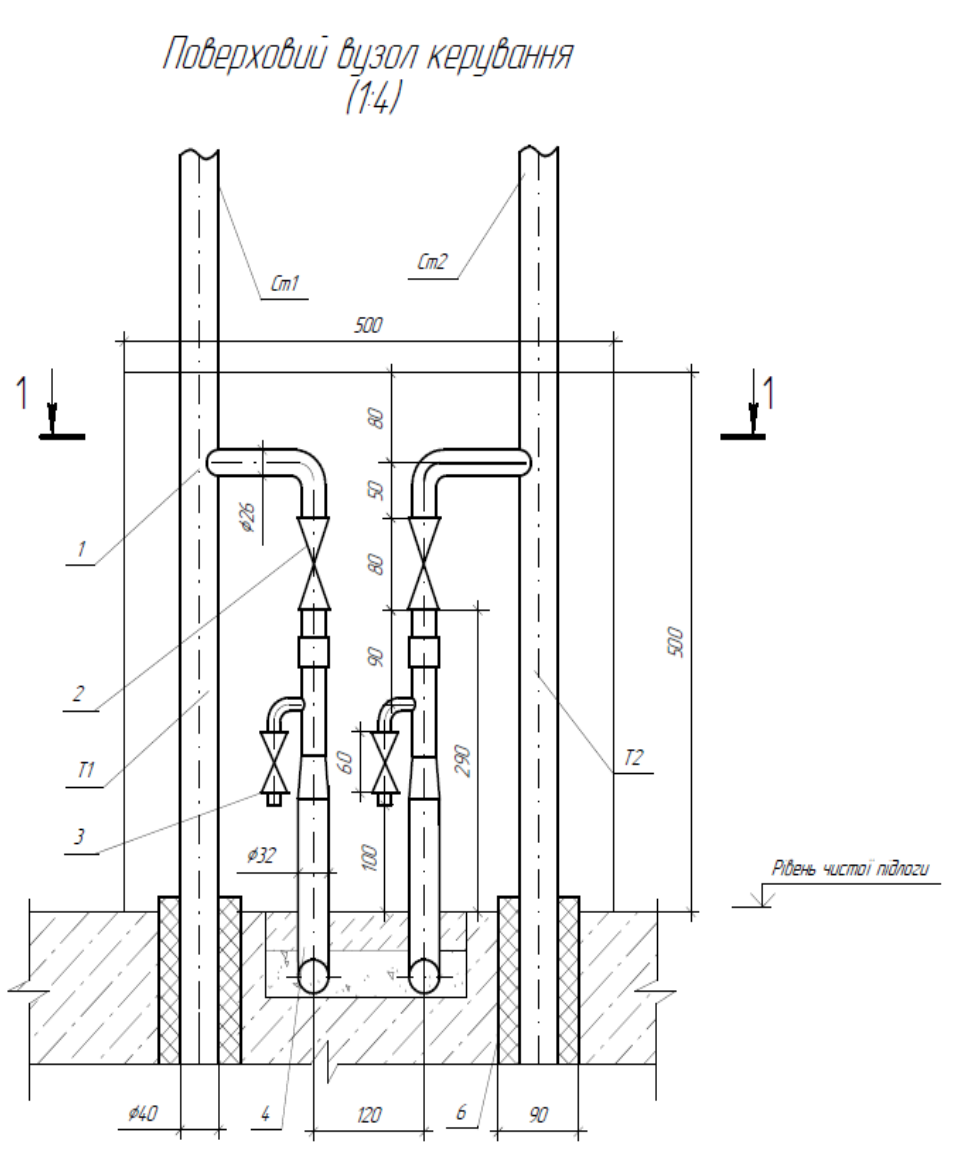
Монтажні вузли системи опалення

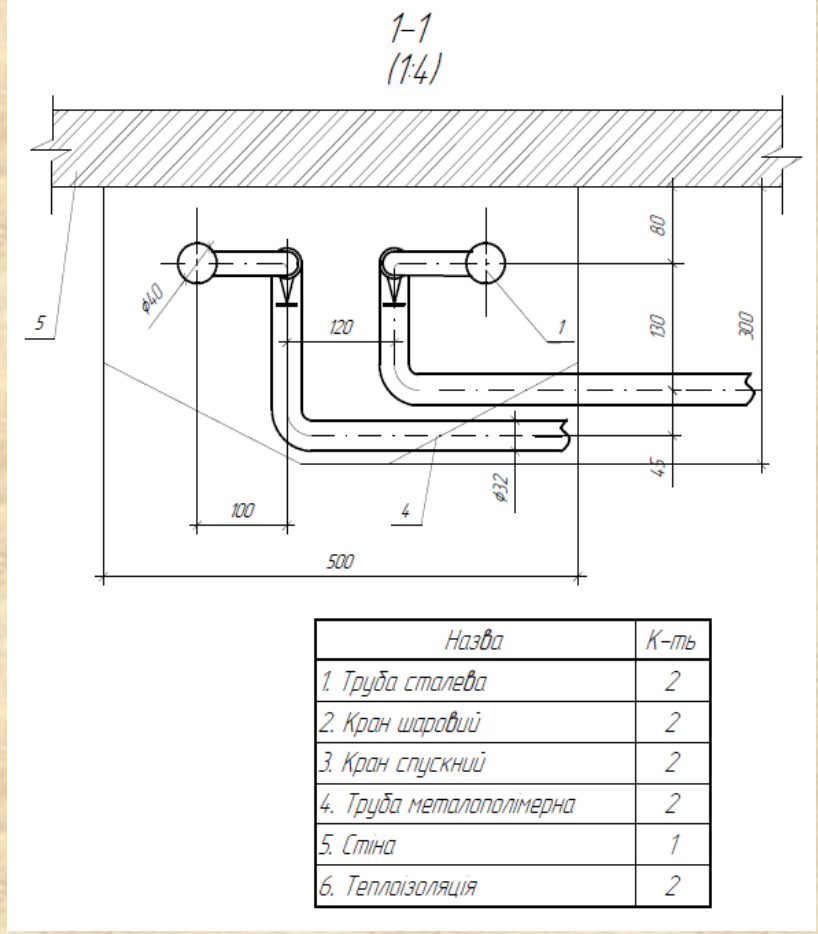


Назва	К-ть
1. Кран шаровий	9
2. Сепаратор шламу	1
3. Ультразвуковий витратомір	2
4. Регулятор перепаду тиску	1
5. Регулятор температури з електроприводом	1

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

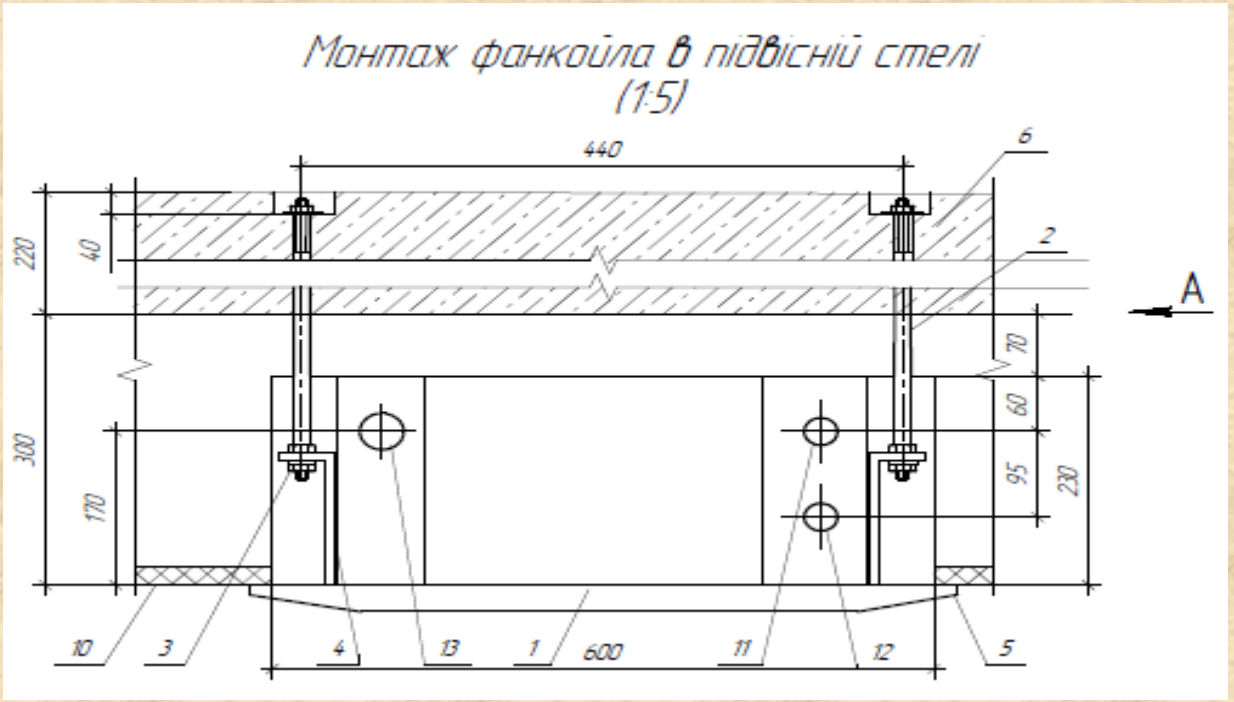
Монтажні вузли системи опалення

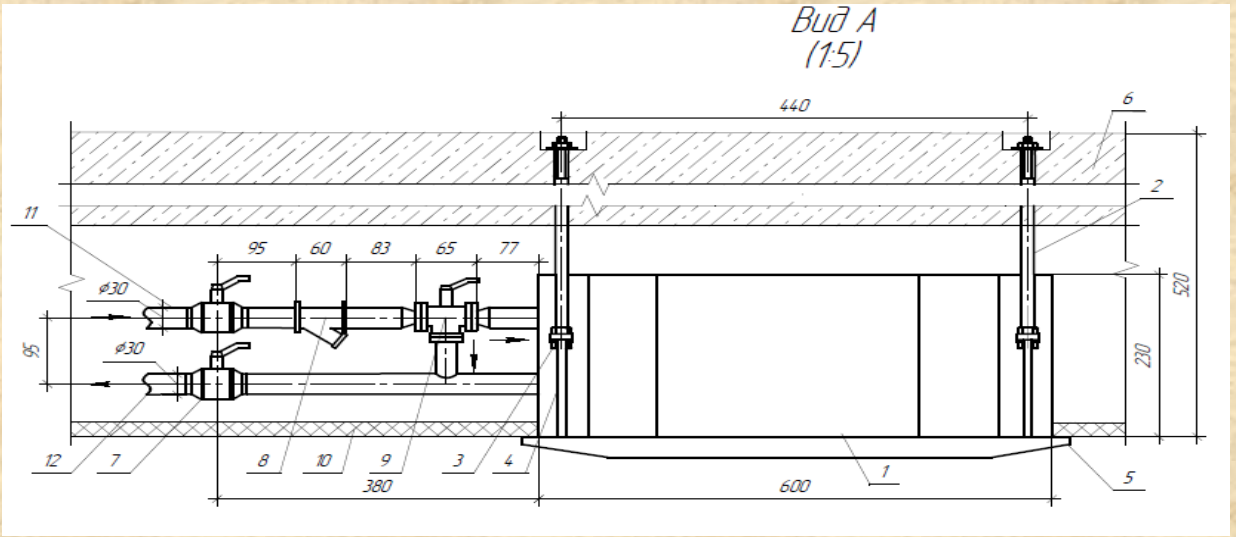




Назва	К-ть
1. Труба сталева	2
2. Кран шаровий	2
3. Кран спускний	2
4. Труба металополімерна	2
5. Стіна	1
6. Теплоізоляція	2

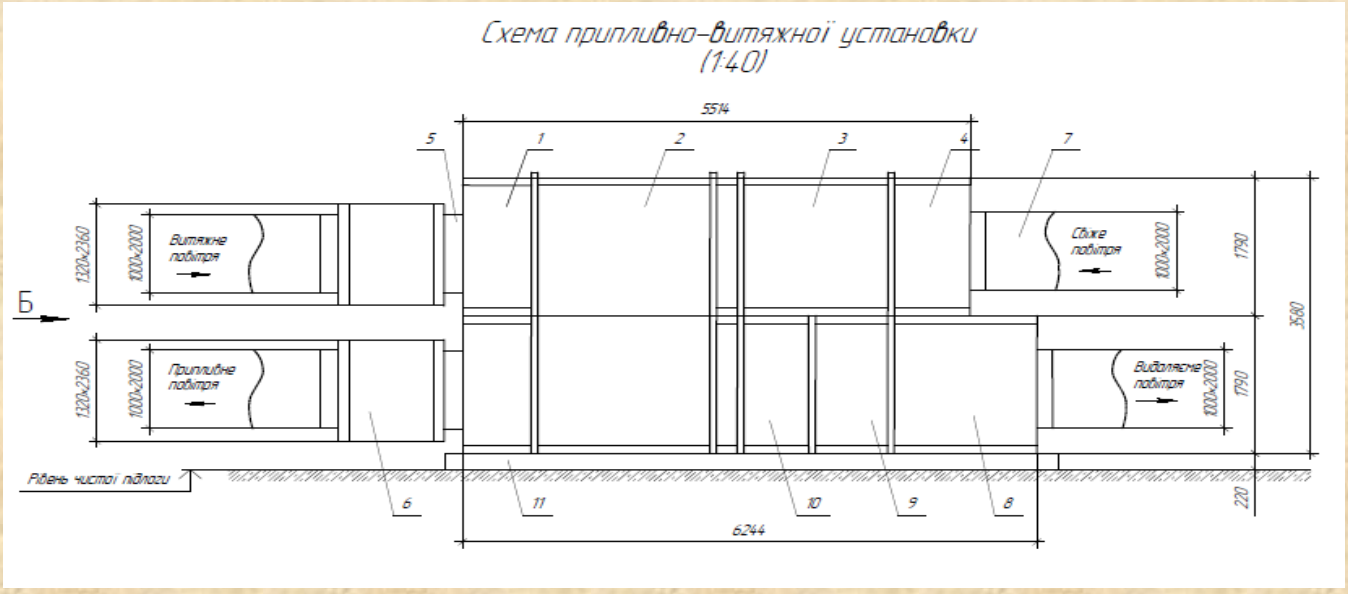
Монтажні вузли системи вентиляції

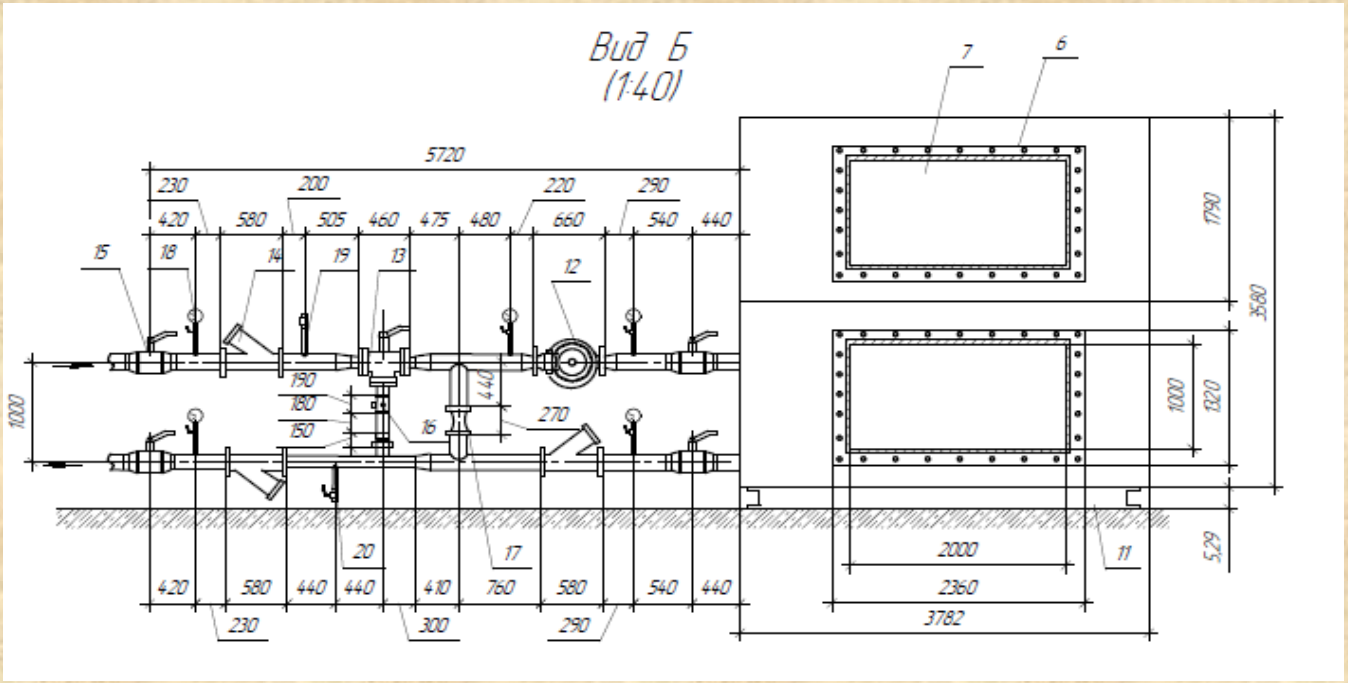




Назва	К-ть
1. Корпус фанкойла	1
2. Шпилька	2
3. Гайка	4
4. Підвісна система	2
5. Панель	1
6. Плита перекриття	1
7. Шаровий кран	2
8. Фільтр	1
9. Триходовий регулюючий клапан	1
10. Підвісна стеля	1
11. Подаючий трубопровід	1
12. Зворотній трубопровід	1
13. Дренажний трубопровід	1

Монтажні вузли системи вентиляції

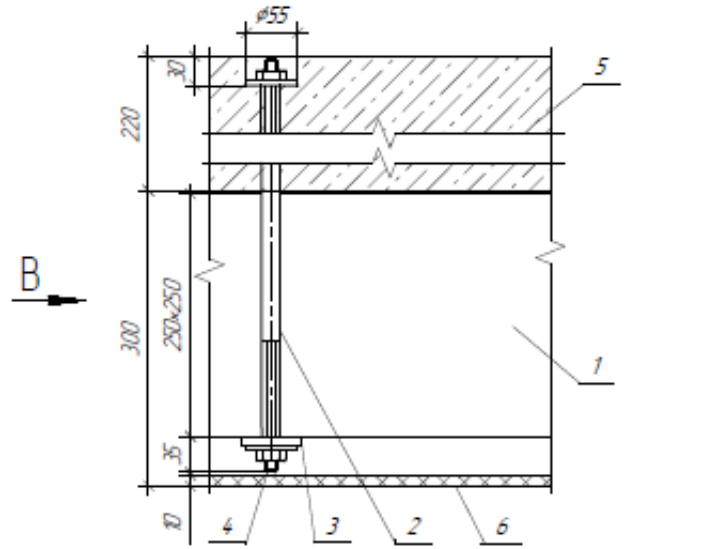




Назва	К-ть
1. Фільтр витяжного повітря	1
2. Пластинчастий рекуператор	1
3. Вентилятор на лінії витяжки	1
4. Фільтр свіжого повітря	1
5. Приєднання до повітропроводу	4
6. Шумоглушник	2
7. Повітропровід	4
8. Вентилятор на лінії притоку	1
9. Водяний нагрівач	1
10. Водяний охолоджувач	1
11. Підставка	1
12. Циркуляційний насос	1
13. Триходовий регулюючий клапан	1
14. Фільтр водяний	3
15. Шаровий кран	4
16. Ручний балансувальний клапан	1
17. Зворотній клапан	1
18. Термоманометр	5
19. Повітровідвідник	1
20. Спускник	1

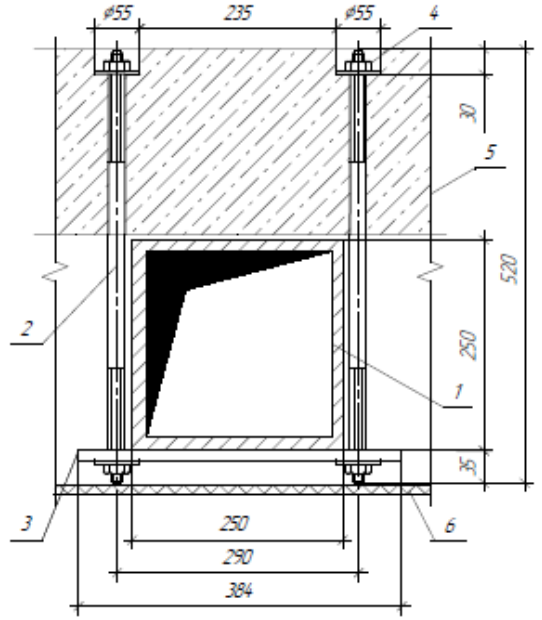
Монтажні вузли системи вентиляції

Кріплення повітропроводу до перекриття
(1:5)



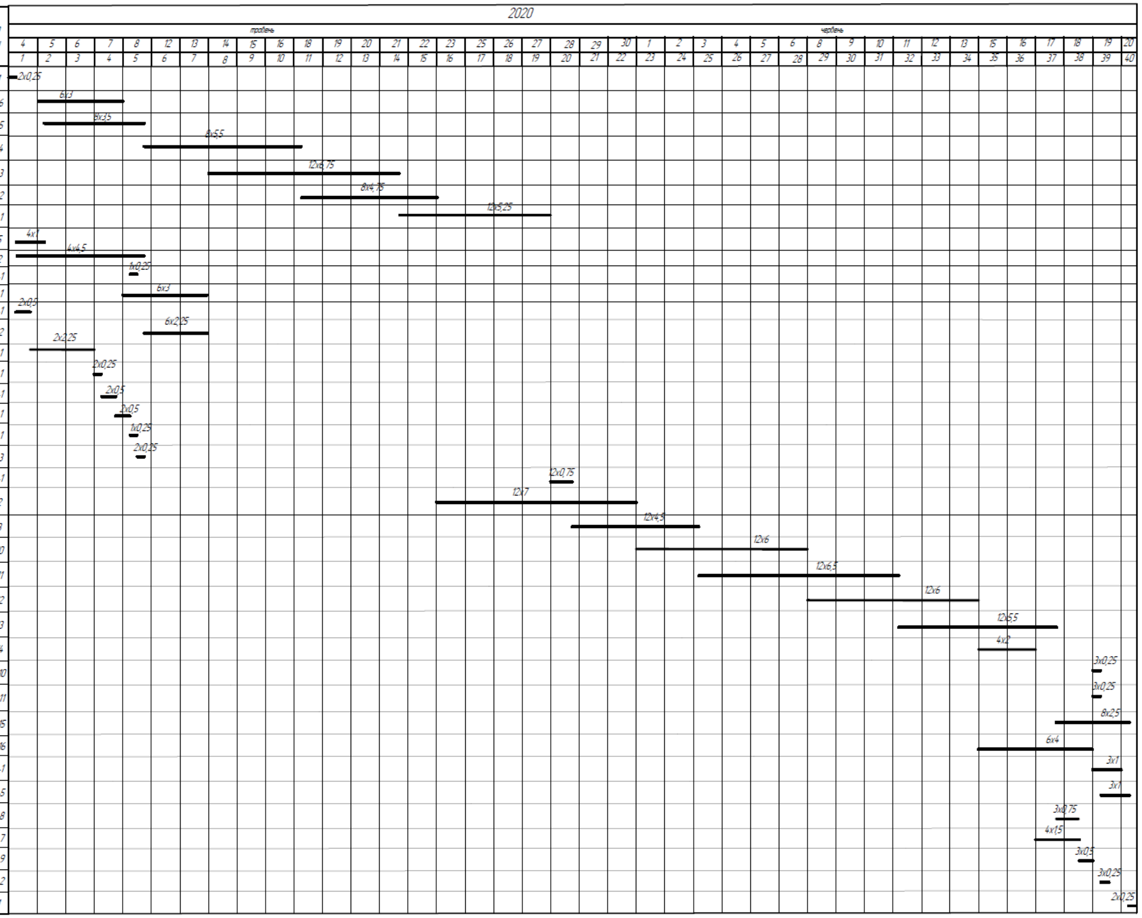
Назва	К-ть
1. Повітропровід	1
2. Шпилька	2
3. Монтажна рейка	2
4. Гайка	4
5. Панель перекриття	1
6. Підвісна стеля	1

Вид В
(1:5)



КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН МОНТАЖУ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

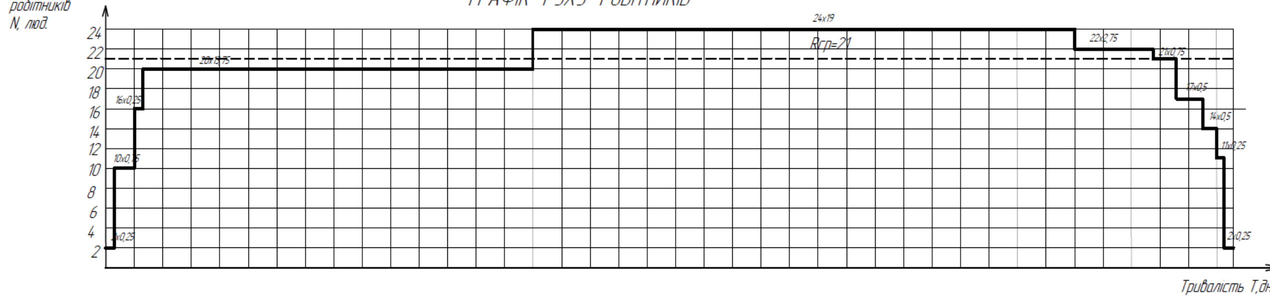
№ п/п	Найменування робіт	Одиниці виміру	Об'єми	Норма часу люд-год	Трудоміс-ткість, люд-дні	Трива-лість, дні	Кіль-ть робіт-ників	Кіль-ть змін	Склад бригади	Шифр РЕКН
1	Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу	т	14,755	2,1	3,52	0,25	2	1	водій кат. С-1 монтажник 3р.-1	Е1-1-1
2	Прокладання трубопроводів опалення із металопластикових труб 40х3,5мм	100м	0,764	229,6	152,53	4,75	4	1	монт.4р.-2, 3р.-2	16-14-6
3	Прокладання трубопроводів опалення із металопластикових труб 32х3 мм	100м	1,493	172,2	223,11	3,5	8	1	монт. 4р.-4, 3р.-4	16-14-5
4	Прокладання трубопроводів опалення із металопластикових труб 26х3 мм	100м	1,946	211,56	358	5,5	8	1	монт. 4р.-4, 3р.-4	16-14-4
5	Прокладання трубопроводів опалення із металопластикових труб 20х2 мм	100м	2,796	268,96	653,92	6,75	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	16-14-3
6	Прокладання трубопроводів опалення із металопластикових труб 18х2 мм	100м	1,291	268,96	301,94	4,75	8	1	монт. 4р.-4, 3р.-4	16-14-2
7	Прокладання трубопроводів опалення із металопластикових труб 16х2 мм	100м	2,25	268,96	526,23	5,25	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	16-14-1
8	Прокладання трубопроводів опалення із сталевих неоцинкованих труб 40 мм	100м	0,776	48,71	32,87	1	4	1	монт. 4р.-2, 3р.-2	16-6-5
9	Встановлення радіаторів	100кВт	1,659	96,92	139,82	4,5	4	1	монт.4р.-2, 3р.-2	18-6-2
10	Встановлення лічильників	шт.	2	0,67	1,17	0,25	1	1	монтажник 5р.-1	16-26-1
11	Встановлення повітрозбірників	шт.	97	1,82	153,51	3	6	1	монт. 5р.-3, 4р.-3	18-17-1
12	Встановлення водомірних вузлів	шт.	1	9,73	8,46	0,5	2	1	монт. 5р.-1, 4р.-1	16-23-1
13	Встановлення вентилів, засувок, клапанів зворотніх, кранів прохідних	шт.	52	2,41	108,97	2,25	6	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	16-15-2
14	Встановлення насосів відцентрових	шт.	2	21,32	37,08	2,25	2	1	монт. 5р.-1, 3р.-1	18-13-1
15	Встановлення вставок віброізолювальних до насосів	шт.	2	3,28	5,7	0,25	2	1	монт. 4р.-1, 3р.-1	18-14-1
16	Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	шт.	6	1,28	6,68	0,5	2	1	монт. 4р.-1, 3р.-1	18-22-1
17	Встановлення грязьовиків	шт.	2	4,33	73,53	0,5	2	1	монт.4р.-1, 3р.-1	18-16-1
18	Встановлення клапанів запобіжних	шт.	1	3,05	2,65	0,25	1	1	монтажник 4р.-1	16-17-1
19	Встановлення фільтрів	10шт.	0,2	14,92	2,59	0,25	2	1	монт. 4р.-1, 3р.-1	18-21-3
20	Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100м	11,316	8,22	80,88	0,75	12	1	монт. 6р.-3, 4р.-3	16-29-1
21	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,5 мм, периметром до 600 мм	$100м^2$	5,34	261,8	174,5	7	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	20-1-2
22	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,5 мм, периметром 800, 1000 мм	$100м^2$	2,51	239,7	72	4,5	12	1	монт. 4р.-2, 3р.-2	20-1-3
23	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,7 мм, периметром 1100-1600 мм	$100м^2$	7,46	207,4	193,4	6	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	20-1-10
24	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,7 мм, периметром до 2400 мм	$100м^2$	9,93	156,06	193,8	6,5	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	20-1-11
25	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,7 мм, периметром до 3200 мм	$100м^2$	9,14	126,14	144,1	6	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	20-1-12
26	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,7 мм, периметром до 3600 мм	$100м^2$	1,27	116,11	143	5,5	12	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	20-1-13
27	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною 0,7 мм, периметром 4000 мм	$100м^2$	0,56	106,08	7,9	2	4	1	монт. 4р.-2, 3р.-2	20-1-14
28	Установлення граток жалюзійних сталевих щілинних регульованих номер 150, розмір 150х150 мм	шт.	60	1,82	13,65	0,25	3	1	монт. 4р.-2, 3р.-1	20-12-10
29	Установлення граток жалюзійних сталевих щілинних регульованих номер 200, розмір 200х200 мм	шт.	47	1,82	10,7	0,25	3	1	монт. 4р.-2, 3р.-1	20-12-11
30	Установлення клапанів вогнезатримуючих периметром до 1600 мм	шт.	39	6,83	33,3	2,5	8	1	монт. 4р.-2, 3р.-2	20-13-15
31	Установлення клапанів вогнезатримуючих периметром до 3200 мм	шт.	27	9,28	31,32	4	6	1	монт. 4р.-3, 3р.-3	20-12-16
32	Установлення клапанів повітряних регулювальних периметром до 2400 мм	шт.	14	2,5	30,43	1	3	1	монт. 4р.-2, 3р.-1	20-34-1
33	Установлення клапанів повітряних регулювальних периметром до 4000 мм	шт.	8	3,76	26,2	1	3	1	монт. 4р.-2 3р.-1	20-26-5
34	Установлення клапанів повітряних регулювальних периметром до 1600 мм	шт.	5	2,01	8,7	0,75	3	1	монт. 4р.-2, 3р.-1	20-14-8
35	Встановлення агрегатів вентиляційних	шт.	4	12,75	7,97	1,5	4	1	монт. 4р.-2, 3р.-2	20-14-7
36	Установка шумоглушників вентиляційних трубчастих типу ГТП 1-5 перерізом 400х400 мм	шт.	4	3,09	10,75	0,5	3	1	монт. 4р.-2, 3р.-1	20-14-9
37	Ізоляція повітропроводів	$10 м^2$	0,65	8,54	5,6	0,25	3	1	монт. 4р.-2, 3р.-1	26-12-2
38	Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу	т	0,4	2,1	0,13	0,25	2	1	водій кат. С-1 монтажник 3р.-1	Е1-1-1



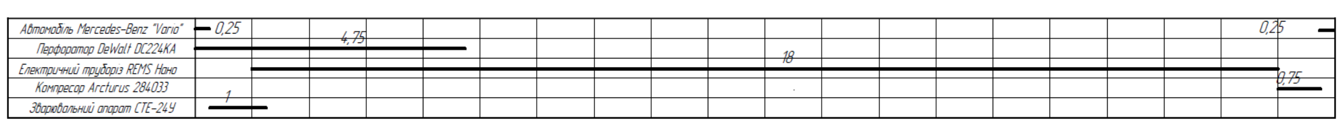
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показник	Формула	Результат
Rср=Qзаг/Tзаг	Rср=837,5/39,5	21
α_1 = Rср/Rmax	α_1 = 21/24	0,875
α_2 = Qнадл/Qзаг	α_2 = 166,4/837,5	0,19
α_3 = Tуст/Tзаг	α_3 = 21,75/39,5	0,55

ГРАФІК РУХУ РОБІТНИКІВ



ГРАФІК РОБОТИ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано використання рекуперації теплоти вентиляційних викидів в якості енергозберігаючого заходу. Проаналізовано існуючі засоби рекуперації теплоти та вибрано конкретний тип рекуператора для найбільш ефективної роботи системи вентиляції.

За аналізом техніко-економічного обґрунтування визначено термін окупності та економії енергії при установці в систему обробки повітря пластинчастого рекуператора. При установці пластинчастого теплоутилізатора відсутні витрати енергії на привід, оскільки у даного типу теплообмінника відсутні рухомі частини. Вартість зекономленої енергії при установці пластинчастого рекуператора становить 74657 грн/рік, а термін окупності складає 0,2 роки.

Для системи опалення виконано наступні розрахунки:

–розрахунок теплового режиму будівлі;

–моделювання гідравлічного режиму системи опалення.

Системи радіаторного опалення будівлі запроєктовані двотрубні з нижньою розводкою подавальних та зворотних трубопроводів, які прокладаються в конструкції підлоги. Радіатори обладнані приєднувальними елементоми RTD-K з попередньо настройкою, перед кожним відгалудженням встановлені автоматичні балансувальні клапани. Для автоматизації системи опалення підібрано обладнання фірм "Willo" та "Danfoss".

Для системи вентиляції виконано наступні розрахунки:

- теплонадходження в приміщення;

- повітрообмін приміщень;

- моделювання аеродинамічного розрахунку системи.

Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Повітрообмін в приміщеннях прийнятий з розрахунку необхідної витрати повітря на людину, і забезпечення видалення теплонадлишків.

Система вентиляції складається з 2 припливно-витяжних систем з пластинчастими рекуператорами в торгових та офісних приміщеннях, та фанкойлів в офісних приміщеннях.

Ділянки повітроводу, які знаходяться ззовні будівлі прокладаються в теплоізоляції. Викид повітря передбачений через покрівлю на висоті 1 м від покрівлі. Для наладки і регулювання системи на кожному відгалуженні встановлені дросель-клапани з розмірами, що відповідають розмірам повітропроводу. Припливно-витяжні установки і чилер з гідромодулем розташовані на даху. Для системи вентиляції підібрано повітропроводи прямокутного перерізу, гратки вентиляційні уніфіковані, припливно-витяжні установки Ventus, фанкойли фірми Galletti, чилер і насосну станцію Clivet.

Під час виконання організаційно-технологічного забезпечення реалізації проєктних рішень було визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем вентиляції та опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала для системи опалення 346,75 люд-дні, для системи вентиляції 1540,5 люд-дні та тривалість виконання монтажних робіт 20 днів та 36,5 днів відповідно.

Визначено основні небезпечні та шкідливі фактори при виконанні монтажу систем вентиляції та опалення. Запропоновані заходи, щодо усунення виявлених факторів. Запропоновано технічні рішення з гігієни праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки. Також проведено розрахунок штучного освітлення приміщення торгівельно-офісного комплексу.

Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальні кошториси для системи опалення та вентиляції. В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 1439852 грн, кошторисна трудомісткість –9590 люд-год, кошторисна заробітна плата –132871 грн.