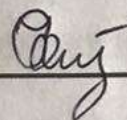


МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Енергоефективна система створення мікроклімату школи з
використанням відновлювальних джерел енергії»

Виконав студент 2 курсу, групи ТГ-23м
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія



Іванішин В. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент кафедри ІСБ

Панкевич О.Д.

(прізвище та ініціали)

«13»

2024 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА

Риндюк С. В.

(прізвище та ініціали)

«12»

2024р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(прізвище та ініціали)

«12»

2024 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра Інженерних систем у будівництві
Рівень вищої освіти II (магістерський)
Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(підпис)
Г.С. Ратушняк 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Іванішина Володимира Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії

керівник роботи Панкевич О. Д., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» вересня 2024 р.
№ 310

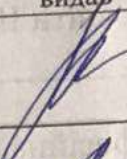
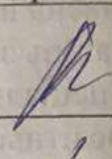
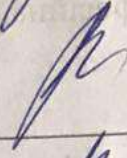
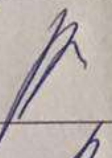
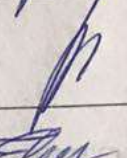
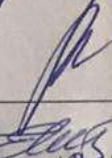
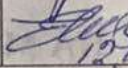
2. Строк подання студентом роботи 03. 12. 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні креслення - плани типових поверхів, конструктивні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій, кліматичні та географічні умови району: м. Київ. Тип будівлі: громадська (заклад освіти). Технічні умови підключення міських інженерних мереж

4. Зміст тестової частини: Вступ, оцінка нинішнього стану енергоефективності в Україні, техніко-економічне обґрунтування використання систем створення мікроклімату із тепловим насосом та рекуператором, моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях школи, розробка проєктних пропозицій систем забезпечення мікроклімату приміщень, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, економічне обґрунтування проєктних рішень систем

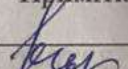
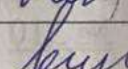
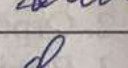
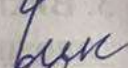
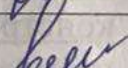
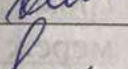
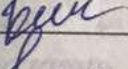
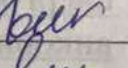
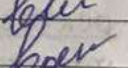
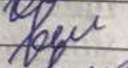
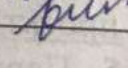
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) схема розміщення елементів систем вентиляції на плані першого поверху, схема розміщення елементів систем вентиляції на плані другого поверху, аксонометричні схеми припливно-витяжних систем вентиляції та повітряного опалення, аксонометричні схеми витяжних систем вентиляції, календарний графік виконання робіт

6. Консультанти розділів роботи

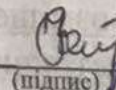
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	Панкевич О. Д. к.т.н., доцент		
Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	Панкевич О. Д. к.т.н., доцент		
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Панкевич О. Д. к.т.н., доцент		
Заходи з енергозбереження та безпеки життєдіяльності	Панкевич О. Д. к.т.н., доцент		
Техніко – економічні показники проєктних рішень	Лялюк О.Г., к.т.н., доцент		 12.12.2024

7. Дата видачі завдання 17.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

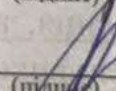
№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	17.09.2024	
2	Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	30.09.2024	
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	10.10.2024	
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	31.10.2024	
5	Заходи з енергозбереження та безпеки життєдіяльності	14.11.2024	
6	Техніко – економічні показники проєктних рішень	21.11.2024	
7	Оформлення графічної частини	28.11.2024	
8	Попередній захист	03.12.2024	
9	Виправлення зауважень	06.12.2024	
10	Відгук опонента (рецензента)	13.12.2024	
11	Захист МКР	17.12.2024	

Магістрант


(підпис)

Іванішин В. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Панкевич О. Д.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.92

Іванішин В. А. Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2024, 117 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 40 назв; рис. 5; табл. 17.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів: аналітичний огляд стану систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях навчальних закладів, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, техніко – економічні показники проєктних рішень. Графічна частина містить плани поверхів з нанесенням елементів систем вентиляції та кондиціонування, аксонометричні схеми, календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів, вузлові креслення.

Графічна частина складається з 10 креслень та презентації.

Ключові слова: система вентиляції, повітряне опалення, енергоефективність, школа, навчальний заклад, рекуперація, тепловий насос.

ABSTRACT

Ivanishyn V. A. Energy-efficient system of microclimate in school using renewable energy sources. Master's thesis on specialty 192 - Construction and civil engineering, educational and professional program - heat and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2024, 117 p.

In Ukrainian, speak. Bibliography: 40 titles; fig. 5; table 17.

The master's thesis consists of five chapters: an analytical review of the state of microclimate systems in educational institutions, theoretical and practical substantiation of the main parameters and characteristics of microclimate systems, organizational and technical support for the implementation of project solutions, occupational health and safety measures in emergency situations, technical and economic indicators of project solutions. The graphic part contains floor plans with drawings of elements of ventilation and air conditioning systems, axonometric diagrams, a calendar plan with a schedule of the movement of workers and a schedule of the movement of machines and mechanisms, node drawings.

The graphic part consists of 10 drawings and a presentation.

Keywords: ventilation system, air heat system, energy efficiency, school, educational institution, recuperation, heat pump.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ	12
1.1 Оцінка нинішнього стану енергоефективності в Україні	12
1.2 Особливості забезпечення мікроклімату навчальних закладів	13
1.3 Сучасні засоби підвищення енергоефективності систем вентиляції та кондиціонування	15
1.4 Техніко-економічне обґрунтування використання систем вентиляції та кондиціонування із тепловим насосом та рекуператором	19
1.5 Висновок до розділу 1.....	21
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ	22
2.1 Вихідні дані для проєктування	22
2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі	23
2.3 Визначення тепловтрат будівлі	27
2.4. Розрахунок теплонадходжень в приміщення.....	29
2.4.1 Теплонадходження від людей	29
2.4.2 Теплонадходження від штучного освітлення	30
2.4.3 Теплонадходження від сонячної радіації.....	32
2.4.4 Теплонадходження через покрівлю та стіни	32
2.5 Розрахунок повітрообміну системи вентиляції та повітряного опалення.....	37
2.6 Розрахунок повітророзподілення	40
2.7 Моделювання аеродинамічного розрахунку	41
2.8 Підбір основного обладнання системи вентиляції	42
2.9 Висновок до розділу 2.....	44

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	45
3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи, що прийнята до монтажу	45
3.2 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів, будівельних машин та енергетичних ресурсів	46
3.2.1 Визначення складу і об'ємів робіт.....	46
3.2.2. Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....	48
3.2.3. Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт складу бригад.....	51
3.3 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів.....	54
3.3.1. Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....	54
3.3.2. Витрата електроенергії та пального.....	56
3.3.3. Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану	57
3.4 Монтажене регулювання і здача систем мікроклімату в експлуатацію...	57
3.5 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт	59
3.6 Охорона праці та пожежна безпека	60
3.6.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі.....	60
3.6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	61
3.6.3 Пожежна безпека.....	64
3.7 Висновок до розділу 3.....	65
4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	67
4.1 Опис заходів з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники енергоефективності.....	67
4.2 Розрахунок ефективності використання рекуператора.....	68
4.3 Охорона довкілля.....	69
4.4 Висновки до розділу 4.....	69
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	70

5.1 Висновок до розділу 5.....	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	74
ДОДАТКИ.....	78
Додаток А Технічне завдання	79
Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат	83
Додаток В Розрахунок тепловтрат	84
Додаток Г Розрахунок повітророзподілення.....	92
Додаток Д Аеродинамічний розрахунок.....	96
Додаток Ж Відомість обладнання та матеріалів.....	102
Додаток З Локальний кошторис.....	112
Графічний матеріал	

ВСТУП

У даній магістерській кваліфікаційній роботі розроблено варіанти енергоефективних технологій в системах мікроклімату школи в місті Київ.

Актуальність теми. Зважаючи на теперішній стан систем теплопостачання в Україні та щорічне зростання цін на енергію, значну увагу слід приділити альтернативним джерелам енергозабезпечення. "Енергетична стратегія України на період до 2030 р." визначає розвиток українського енергетичного сектора. Сьогодні як ніколи гостро постало питання підвищення експлуатаційних характеристик будівель та зниження споживання енергії в будівлі. Саме тому використання відновлювальних джерел енергії в нашій країні набуває розвитку. Зниження енергоспоживання для забезпечення необхідного рівня комфорту в приміщеннях є досить перспективним напрямком. Застосування сучасних енергоефективних технологій дозволить зменшити залежність країни від світових цін на енергоресурси.

При проектуванні систем мікроклімату для економії енергії доцільно використовувати вторинні енергоресурси, такі як теплова енергія повітря, що видаляється з приміщення, та навколишнього середовища. Існує два основних способи зменшення енергоспоживання вентиляційних систем: рециркуляція і теплоутилізація повітря, що видаляється. Оскільки застосування рециркуляції в багатьох випадках обмежується санітарними нормами, особливо коли в повітрі є шкідливі домішки, найбільш ефективним рішенням є використання рекуперативних теплообмінників різних конструкцій.

Зважаючи на те, що капітальні витрати на влаштування систем вентиляції та кондиціювання повітря досягають 20% загальної вартості будівель, а експлуатаційні 30-50%, використання відновлювальних джерел енергії в даних системах є досить актуальним. Доволі актуальним наразі є застосування теплових насосів. Їх енергоефективність в якості джерел тепла і холоду доведеться науковими дослідженнями та світовою практикою використання. Використання повітряних теплообмінників дозволяє зменшити тепловитрати в системах вентиляції на 40-60% при

відносно невеликих капіталовкладеннях.

Зв'язок роботи з науковими темами.

Роботу виконано відповідно до наукового напрямку кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету:

«Розробка наукових основ створення енергозберігаючих процесів і технологій для забезпечення будівельної галузі та житлово-комунального господарства».

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є дослідження наукового обґрунтування впровадження сучасних енергозберігаючих технологій у системах вентиляції та кондиціонування, та створення на його основі проєктних рішень для забезпечення їх ефективної роботи при мінімальних енергетичних затратах.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі задачі:

- оцінити ефективність використання рекуперації теплоти вентиляційних викидів;
- провести аналіз та обґрунтувати вибір найбільш ефективного типу рекуператора для системи вентиляції;
- виконати теплотехнічний розрахунок приміщень будівлі;
- визначити повітрообмін у приміщеннях школи, скласти повітряно-тепловий баланс;
- підібрати розмірів повітропроводів за результатами аеродинамічних розрахунків;
- підібрати вентиляційні установки з рекуператорами та тепловими насосами;
- розробити організаційно-технологічних рішень з монтажу систем;
- розрахувати техніко-економічні показники систем вентиляції та кондиціонування.

Об'єкт дослідження – системи вентиляції та кондиціонування для забезпечення комфортних умов мікроклімату з використанням відновлювальних джерел енергії.

Предмет дослідження – процеси здійснення повітрообміну та

аеродинамічні процеси в системах формування мікроклімату приміщень школи.

Методи дослідження. Системний підхід до вибору варіантів систем створення мікроклімату; огляд енергетичних балансів школи; математичне моделювання аеродинамічних процесів.

Практичне значення. Розроблено конструктивні рішення системи вентиляції з використанням рекуперації тепла. Створено принципову схему та конструктивно-технологічні рішення ресурсозберігаючої технології для забезпечення нормальних мікрокліматичних умов у будівлі школи із використанням відновлювальних джерел енергії.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на науково–технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2024».

1 ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

1.1 Оцінка нинішнього стану енергоефективності в Україні

В Україні за останні роки гостро постало питання енергоефективності та енергонезалежності. Все більшого розвитку набуває використання відновлюваних джерел енергії в Україні, оскільки країна прагне зменшити залежність від викопного палива, посилити енергетичну незалежність та знизити вплив на довкілля. Незважаючи на це, і досі розвиток енергоефективності значно відрізняється між розвиненими країнами та Україною. Україна має дуже високий рівень енергоємності економіки – понад вдвічі вищий, ніж середній рівень країн ЄС. Основні проблеми пов'язані з застарілими технологіями, низьким рівнем модернізації виробництв, поганою теплоізоляцією будівель і великими втратами в мережах. Відповідно до "Енергетичної стратегії України на період до 2050 р." Україна має міжнародні зобов'язання щодо енергоефективності та використання відновлювальних джерел енергії, зменшення викидів парникових газів.

Відновлювані джерела енергії це ті джерела, відновлення яких відбувається в природі самостійно. До сучасних технологій виробництва нетрадиційних відновлювальних джерел енергії відносяться [1]:

- використання сонячної енергії;
- використання геотермальної води;
- використання теплових насосів;
- використання мініГЕС на річках;
- використання вітрогенераторів;
- використання відходів сільськогосподарської продукції

Вищевказані джерела тепла мають певні недоліки, що потребують вдосконалення. Щороку ведуться дослідження та вдосконалюються нові

технології для підтримання кліматичної стабільності нашої країни. Використання теплових насосів дозволяє мінімізувати раніше зазначені проблеми.

Тепловий насос — це пристрій, який працює за зворотним термодинамічним циклом, у якому робоча речовина (холодоагент) поглинає тепло від середовища з низькою температурою та передає його теплоносію з вищою температурою, використовуючи при цьому енергію, здебільшого у вигляді виконуваної роботи [2]. Використання теплонасосних технологій набуло широкого розповсюдження в світі та входить до складу всіх енергозберігаючих програм за кордоном. Системи теплових насосів мають відносно високу вартість, тому доцільність їх використання варто оцінювати, порівнюючи з традиційними джерелами енергії за технічними, економічними, технологічними та екологічними критеріями. Проте з підвищенням цін на енергоносії, теплові насоси стали актуальними для України. Використання тепло насосних установок в системах створення мікроклімату в геокліматичних умовах України має широкі перспективи, зважаючи на їх переваги над традиційними джерелами енергії.

Відомо декілька видів теплових насосів, які різняться за принципом роботи (парокомпресійні, абсорбційні, термоелектричні), по типу приводу компресорів (електроприводи, двигуни внутрішнього згоряння, парові або газові турбіни), за джерелом низькопотенційної теплоти та комбінацією теплоносіїв (вода-вода, повітря-вода, ґрунт-вода, повітря-повітря). Найбільшого застосування здобули саме парокомпресійні теплові насоси. В даній роботі висвітлено використання даного типу теплових насосів у системах створення мікроклімату.

1.2 Особливості забезпечення мікроклімату навчальних закладів

В будівлі школи подачу свіжого повітря в кабінети та видалення з них слід робити припливно-витяжними системами з використанням теплоти витяжного повітря для підігріву припливного [3].

Оптимальна температура для приміщень навчальних закладів [4]:

- температура повітря в класних кімнатах 17-20 °С;
- в майстернях по обробці металу і дерева 16-18 °С;
- в спортивному залі 15-17 °С;
- в роздягальнях при спортивному залі 19-23 °С;
- в актовому залі 17-20 °С;
- в бібліотеці 16-18 °С;
- в медичних кабінетах 21-23 °С;
- в рекреаціях 16-18 °С;
- в спальних приміщеннях 18-20 °С;
- у вестибюлі, гардеробі 16-19 °С;
- в санітарних вузлах 17-21 °С;
- в душових не нижче 25 °С.

Відносну вологість повітря у приміщеннях школи слід приймати 40-60%. Рухливість повітря в зонах перебування учнів не повинна перевищувати 0,25 м/с [4].

Окремі системи вентиляції слід проектувати для:

- приміщень класів, кабінетів, адміністративних приміщень;
- приміщень майстерень;
- приміщення бібліотеки і читального залу;
- виробничих приміщень їдальні;
- обіднього залу їдальні;
- санвузлів, душових;
- спортзалів;
- роздягалень при спортзалах;
- актового залу;
- медичних кабінетів.

У приміщенні кухні слід передбачити місцеву витяжну систему у вигляді теплових зонтів.

Для систем вентиляції та кондиціонування приміщень школи

запропоновано використання установки із тепловим насосом та пластинчастим рекуператором (рис. 1.1).

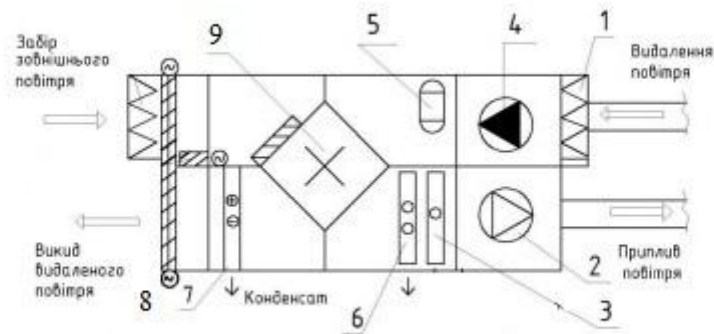


Рис. 1.1 – Схема вентиляційного обладнання для вентиляції та кондиціювання навчального закладу: 1 – повітряний фільтр, 2 – припливний вентилятор, 3 – зимовий догрів, 4 – витяжний вентилятор, 5 – тепловий насос, 6 – теплообмінник теплового насоса 1, 7 – теплообмінник теплового насоса 2, 8 – фільтр зовнішнього повітря, 9 – пластинчастий рекуператор

Перевагами даної системи є [5]: компактність установки; можливість здійснення різних режимів обробки повітря (нагрів, охолодження) для забезпечення потрібних вимог до параметрів внутрішнього повітря та нормам подачі припливного повітря; наявність рекуперації теплоти дозволяє досягти економії енергії до 80%; суміщення системи кондиціювання та вентиляції повітря приміщень.

1.3 Сучасні засоби підвищення енергоефективності систем вентиляції та кондиціювання

У зв'язку із тенденцією утеплення огорожувальних конструкцій та використання ущільнених вікон, постає проблема із доступом свіжого повітря у приміщення. Провітрювання не дозволяє вирішити цю проблему, адже тоді нівелюються здійснені заходи з енергозбереження. Оптимально

розрахована система вентиляції не тільки дозволяє вирішити проблему подачі свіжого повітря в підвищити енергоефективність будівлі.

Встановлено, що на підігрів припливного повітря витрачається до 50% тепла. Тому, відповідно нових норм, у закладах освіти необхідно передбачати припливно-витяжні системи із використанням теплоти витяжного повітря для підігріву припливного повітря у зимовий період та охолодження у літній [4]. Основними способами підвищення енергоефективності в системах мікроклімату є використання рекуператорів та теплових насосів, що дозволяє забезпечити збалансований енергозберігаючий повітрообмін у приміщеннях.

Відомо наступні види рекуператорів в системах вентиляції та кондиціювання [6]:

1. Пластинчасті теплоутилізатори - це рекуператор у якому витяжне і припливне повітря проходить уздовж розділяючих їх площин. Тобто теплпередача відбувається через стінку яка має високу теплопровідність.

Переваги:

- висока ефективність ефективність від 40 до 70% [7].
- простота конструкції.
- відсутність прямого контакту повітряних потоків.
- легкість обслуговування.
- відсутність споживання електроенергії.
- порівняно невисока вартість.
- створюють невеликі втрати тиску.

Недоліки [7]:

- обмерзання, що заважає безперервній дії.
- відсутність волого обміну між потоками повітря.
- можливість утворення конденсату.

2. Роторні рекуператори – це теплообмінники з обертовим акумулятором тепла. Вісь обертання ротора в рекуператорі збігається з

напрямок руху повітря. Ротор складається із з'єднаних пластин, причому одна половина ротора знаходиться в зоні витяжки, інша половина в зоні припливу. Під час обертання барабан ротора спочатку пропускає через себе тепле витяжне повітря, а потім – холодне припливне [8]. Пластини по черзі нагріваються і охолоджуються, передаючи тепло холодному вхідному повітрю та постійно підігрівуючи його, що і спричинює можливість змішування повітряних потоків.

Даний вид тепло утилізаторів має три типи виконання: конденсаційний (виконує в більшій мірі передачу тепла), гігроскопічний (виконує передачу тепла та вологи), сорбційний (в більшій мірі передає вологу). Використання роторних утилізаторів дозволяє підвищити ефективність від 60 до 85%.

Переваги:

- широкий спектр практичного застосування в залежності від типу ротора.
- невеликі габарити.
- управління загальною ефективністю рекуператора, регулюванням швидкості обертання.
- високий ККД.

Недоліки:

- необхідність близького прокладання припливного та витяжного повітропроводу.
- потреба в додатковій витраті електроенергії.
- можливість часткового перетоку забрудненого повітря в припливне.
- складність конструкції.

3. Рекуператор із проміжним теплоносієм – це система із двох теплообмінників, що розміщуються в припливному та витяжному контурі вентиляції відповідно та з'єднані трубопроводами. Теплоносієм, що циркулює між припливним та витяжним контуром здійснює теплообмін із повітрям через теплообмінники [7].

Переваги:

- можливість використання у системах із вдалиеними один від одного припливним та витяжним повітропроводами.

- відсутність перетікання забрудненого повітря.
- можливість використання в існуючих мережах.
- висока ефективність ефективність від 50 до 65%

Недоліки:

- великі місцеві втррати тиску.
- складне обслуговування.
- неможливість використання для малих приміщень.

4. Теплові труби – це фреоновий рекуператор у якому між припливним та витяжним контуром розміщені спеціальні кільцеподібні трубки, заповнені охолоджувальною рідиною (холодоагентом). Витяжне повітря, яке має бути холоднішим за припливне, взаємодіє з нижньою частиною трубок, де міститься рідкий холодоагент. Холодоагент поглинає тепло витяжного потоку, закипає і піднімається в зону припливу. Там він віддає тепло припливному повітрю, а конденсуючись, знову повертається в нижню частину трубок [7].

Переваги:

- ККД до 65%.
- відсутність перетікання забрудненого повітря.
- компактність.
- простота конструкції.

Недоліки:

- необхідність близького прокладання припливного та витяжного повітропроводу.
- складне обслуговування фреонових трубок.

5. Теплова камера - це ємність, яку розділено на дві частини. За допомогою системи клапанів ці частини по чергово заповнюються

припливним і витяжним повітрям, теплопередача здійснюється чотирьох стінку камери з високою теплопровідністю.

Переваги:

- ККД до 80%.
- можливість керування потоком.

Недоліки:

- висока вартість.
- Можливість перетікання забрудненого повітря.

Тепловий насос - пристрій для перенесення теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою.

У системах вентиляції та кондиціонування здебільшого використовують повітряні теплові насоси. Їх основною перевагою є високий коефіцієнт (COP), що варіює від 2 до 5 та визначає кількість виробленої теплової енергії на одиницю витраченої [9]. Це дозволяє значно зменшити витрати на електроенергію, та ставати незалежними від підвищення тарифів на електроенергію. Навколишнє повітря є загальнодоступним джерелом тепла, однак має значні недоліки. В більшості областей України температура навколишнього середовища у зимовий період може сягати нижче 20 градусів. При таких умовах тепловий насос типу «повітря-повітря» або «повітря-вода» є малоефективним і потребує вдосконалення. Проте, значного розвитку набуло теплового насоса з повітряним теплообмінником, що використовує в якості низькопотенційного джерела енергії витяжного повітря [10]. Тепловий насос може використовуватись як на обігрів так і на охолодження приміщень.

1.4 Техніко-економічне обґрунтування використання систем вентиляції та кондиціонування із тепловим насосом та рекуператором

Для прорахунку окупності обладнання потрібно врахувати два чинники: витрати на закупівлю обладнання і його установку, а також розмір

економії, що досягається за їх допомоги. У зв'язку із підвищенням тарифів на енергоносії перевага на боці альтернативних джерел енергії. Проте, вони відрізняються високою собівартістю. Тому основним критерієм у виборі теплового насоса є його термін окупності.

Прийmemo продуктивність установки 1000 м³/год. Вартість вентиляційної установки із тепловим насосом та рекуператором VENTS ВУТР 700 ТН ЕГ ЕС А18 складає 248212 грн. Ефективність теплового насоса COP 3,13. Розрахуємо її термін окупності.

Тоді проведемо розрахунок витрати тепла на нагрів повітря після виходу з рекуператора:

$$Q = \frac{1}{3600} \cdot V \cdot c_p \cdot \rho \cdot \Delta t, \quad (1.1)$$

де V – витрата зовнішнього повітря, м³/год;

ρ – густина зовнішнього повітря, кг/м³;

c_p – питома теплоємність при постійному тиску, кДж/(кгК);

t_{np} – температура припливного повітря, °С;

t_n – температура зовнішнього повітря, °С.

Температура повітря на виході з пластинчатого рекуператора [11]:

$$t_{H2} = t_3 + \varepsilon \cdot (t_e - t_3) \quad (1.2)$$

$$t_{H2} = -22 + 0,7 \cdot (18 - (-22)) = 6 \text{ °С}$$

$$Q = \frac{1}{3600} \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot (18 - 6) = 4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$Q_2 = \frac{1}{3600} \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot (18 + 1,1) = 6,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Річна витрата енергії з урахуванням періоду невикористання

$$Q = 4 \cdot 2512 = 10048 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

$$Q_2 = 6,4 \cdot 2512 = 16076 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Ефективність теплового насоса COP 3,13. Це означає, що із 1 кВт виробляється 3,13 кВт енергії. Тоді річна витрата енергії з використання теплового насоса

$$Q = 3210 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Кількість зекономленої енергії

$$\Delta Q = 16076 - 3210 = 12866 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Вартість зекономленої енергії [13]

$$E = Q \cdot \Pi = 12866 \cdot 5,28 = 67932 \text{ грн} / \text{рік}, \quad (1.3)$$

де Π – вартість електричної енергії, грн /кВт·год;

Термін окупності

$$\tau = \frac{\Pi_y}{E} = \frac{248212}{67932} = 3,6 \text{ роки} \quad (1.4)$$

За отриманими результатами можна зробити висновки: Окупність установки становить менше 5 років, з урахуванням 8-годинної роботи та терміну невикористання у літній період. Чим більший час використання установки тим швидшим буде термін окупності.

1.5 Висновки до розділу 1

Проаналізовано стан енергоефективності в Україні: основні типи відновлювальних джерел енергії та їх використання. Основними факторами, що спонукають до використання альтернативних джерел енергії це: підвищення цін на енергоносії; часте вимкнення електроенергії; нові норми та вимоги до використання енергозберігаючих технологій.

Досліджено особливості забезпечення мікроклімату навчальних закладів. Розглянуто різні типи рекуператорів, проаналізовано їх основні переваги та недоліки. Обрано використання рекуператора пластинчастого типу в комбінації із тепловим насосом.

Обґрунтовано економічну доцільність застосування пластинчастих рекуператорів та теплових повітряних насосів. Розраховано термін окупності припливно-витяжної установки із рекуператором та тепловим насосом.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

2.1 Вихідні дані для проєктування

Географічний пункт будівництва: м.Київ.

Тип будівлі: навчальний заклад.

Кількість поверхів: 2 поверхи.

Висота поверхів: 3,0 м.

Освітлення в приміщеннях суміщене.

Схема системи вентиляції: загальнообмінні припливно-витяжні для навчальних приміщень з влаштуванням припливно-витяжних установок на даху. Місцеві витяжні системи на кухні. Мережа повітроводів розміщена у застельовому просторі приміщень.

Кліматологічна характеристика району будівництва:

Параметри зовнішнього повітря залежить від пори року в теплий період – за параметрами А, в холодний період року – за параметрами Б [12].

Таблиця 2.1

Параметри зовнішнього повітря

Місто	Широта	Період року	Параметри А			Параметри Б			К-сть град. діб опал. сезону
Київ	51°		t, °C	I, кДж/кг	V, м/с	t, °C	I, кДж/кг	V, м/с	3572
		Теплий	23,7	53,6	1	28,7	56,1	1	
		Холодний	-10	-6,7	5,3	-22	-20,7	4,2	

Конструкція зовнішніх стін: кладка з керамічної цегли з мінераловатним утеплювачем та вентильованим фасадом.

Відповідно додатку А ДБН В.2.6-31:2021 м. Київ знаходиться у І архітектурно-будівельному кліматичному районі та І температурній зоні.

Нормативні опори теплопередачі R_o для І зони наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Опори теплопередач захисних конструкцій, $m^2C/Вт$

Найменування	Значення опору теплопередачі, $R_o, m^2C/Вт$
Зовнішня стіна	4,0
Підлога	5,0
Перекриття	6,0
Вікно подвійне металопластикове	0,9
Двері	0,7

2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі

Виходячи з опору теплопередач, підбираємо товщину зовнішніх стін, шар утеплювача перекриття і покриття, тип заповнення світлових прорізів і дверей, що мають дійсний опір теплопередачі, але не менший потрібного, тобто $R_o^{\phi} \geq R$

Розрахуємо термічні опори для усіх огорожувальних конструкцій будівлі.

Для зовнішніх стін необхідно мінімальний термічний опір $4,0 m^2C/Вт$ [13]. Відповідно до цього підбираємо їх конструкцію. Зовнішні стіни з керамічної цегли товщиною 250 мм, утеплені мінераловатними плитами ROCKWOOL VENTROCK PLUS, товщиною 180 мм. Зовнішнє опорядження - система навісних фасадів із клінкерної плитки під цеглу, товщиною 29,5 мм (рис. 2.1).

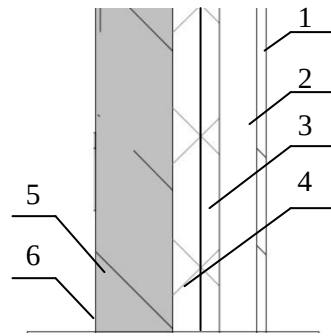


Рис. 2.1 – Конструктивна схема до теплотехнічного розрахунку зовнішніх стін: 1- клінкерна плитка, 2- вентильований прошарок, 3 - мінеральна вата VENITROCK, 4 - мінеральна вата VENITROCK (F) PLUS, 5 - цегла керамічна, 6 - внутрішня штукатурка

Загальний термічний опір стіни [$\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$]:

$$R_0 = R_3 + \frac{\delta_{\text{ш}}}{\lambda_{\text{ш}}} + \frac{\delta_{\text{цк}}}{\lambda_{\text{цк}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + R_6, \quad (2.1)$$

де R_3 – опір тепловіддачі зовнішньої поверхні, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

R_6 – опір тепловому сприйняттю внутрішньої поверхні огороження, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

Результати розрахунків наведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3

Результати розрахунку термічного опору зовнішньої стіни

	Найменування шару	Товщ. шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , $\text{мг}/\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda_{\text{Б}}$, $\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$	Термічний опір шару, $R_{\text{к}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
	$\alpha_3=12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$				0,083
1.	Клінкерна плитка	0,030	-	-	-
2.	Вентильований прошарок	0,050	-	-	-
3.	Мінеральна вата VENITROCK	0,030	0,47	0,039	0,77
4.	Мінеральна вата VENROCK PLUS	0,150	0,47	0,0358	4,2
5.	Цегла керамічна	0,250	0,11	0,81	0,31
6.	Внутрішня штукатурка	0,020	0,09	0,93	0,02
	$\alpha_6=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$				0,115
Термічний опір стіни:					5,50

Коефіцієнт тепловіддачі такої стіни

$$K = 1/5,5 = 0,18 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{С}$$

Моделювання теплотехнічних параметрів вікна

Розрахунок приведенного опору теплопередачі вікон здійснюється згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 [14] та ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022.

Вікна металопластикові, двокамерні.

Розміри двохстулкових вікон ВК-1: 0,91x1,45 м

Коефіцієнт теплопередачі профільних елементів $U = 1,3 \text{ Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Коефіцієнт теплопередачі склопакетів згідно ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022 $U_{сп} = 1,075 \text{ Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Розрахункові площі для ВК-1:

$$F_{сп} = 1,08 \text{ м}^2 ; F_i = 0,24 \text{ м}^2 ; \Sigma F_i = 1,32 \text{ м}^2 ; \Sigma L_j = 1,7 \text{ м.}$$

Приймаємо $\kappa_j = 0,08 \text{ Вт/м} \cdot \text{°К}$.

Приведений опір теплопередачі віконного блоку:

$$U_w = (0,24 \cdot 1,3 + 1,08 \cdot 1,075 + 1,7 \cdot 0,08) / (1,32) = 1,22 \text{ Вт/}(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Моделювання теплотехнічних параметрів перекриття

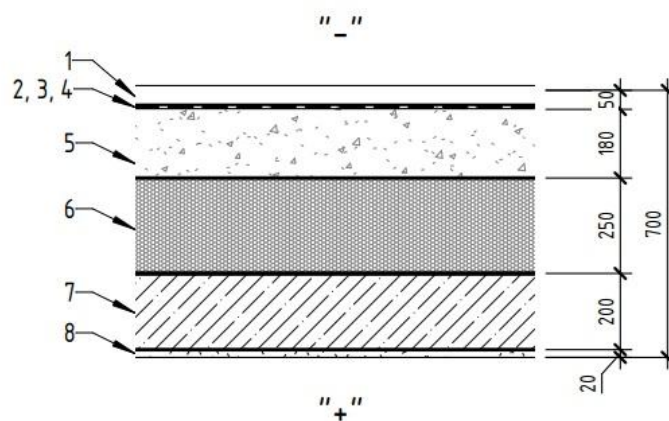


Рис. 2.2 – Конструктивна схема до теплотехнічного розрахунку перекриття: 1 - баластна гравійна засипка, 2 - геотекстиль термос кріплений, 3, 4 - ПВХ-мембрана, 5 - цементно-піщана стяжка, 6 - екструдований пінополістирол, 7 - залізобетонне перекриття, 8 - штукатурка

Покрівля складається із плити перекриття, шару утеплювача у вигляді екструдованого пінополістиролу, цементно-піщаної стяжки, мембрани, шару геотекстилю та шару гравійної засипки. Результати розрахунків наведено в табл. 2.4

Таблиця 2.4

Результати розрахунку термічного опору плоскої покрівлі

	Найменування шару	Товщ. шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м ² ·год·Па	Коефіцієнт теплопровідності, λ_b , Вт/м·°C	Термічний опір шару, R_k , м ² ·°C/Вт
	$\alpha_3=23$ Вт/(м ² ·°K)				0,043
1.	Баластна гравійна засипка	0,050	0,27	0,12	0,42
2.	Геотекстиль термоскріплений	-	-	-	-
3.	ПВХ-мембрана	0,001	0,00011	0,23	0,004
4.	Цементно-піщана стяжка	0,180	0,09	0,93	0,19
5.	Екструдований пінополістирол	0,250	0,008	0,036	6,94
6.	3/6 монолітне перекриття	0,200	0,03	2,04	0,10
7.	Штукатурка	0,020	0,09	0,93	0,022
	$\alpha_b=10$ Вт/(м ² ·°K)				0,1
Термічний опір покриття:					7,82

Коефіцієнт теплопередачі перекриття

$$K = 1/7,82 = 0,13 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Моделювання теплотехнічних параметрів підлоги по ґрунту

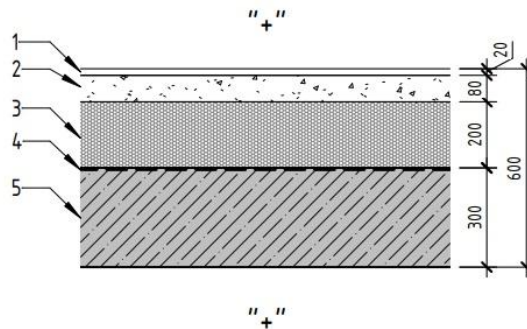


Рис. 2.3 – Конструктивна схема до теплотехнічного розрахунку підлоги:

1 - чиста підлога, 2 - цементно-піщана стяжка, 3- утеплювач, 4-гідроізоляція, 5 – залізобетон

Підлога по ґрунту виконана із шару залізобетону, гідроізоляції, утеплювача товщиною 200 мм, шару цементно-піщаної стяжки та фінішного покриття. Результати розрахунків наведено в табл. 2.5

Таблиця 2.5

Результати розрахунку термічного опору підлоги

	Найменування шару	Товщ. шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м·год·Па	Коефіцієнт теплопровідності, λ_b , Вт/м·°C	Термічний опір шару, R_k , м ² ·°C/Вт
1.	Чиста підлога	0,020	0,00	0,23	0,09
2.	Цементно-піщана стяжка	0,080	0,01	0,93	0,09
3.	Утеплювач STROPROCK G	0,200	0,38	0,0389	5,14
4.	Гідроізоляція	-	-	-	-
5.	З/б шар	0,200	0,03	2,04	0,1
Термічний опір покриття:					5,42

Приведений коефіцієнт теплопередачі підлоги

$$K = 1/5,42 = 0,18 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

2.3 Визначення тепловтрат будівлі

Для досягнення комфортних умов необхідно дотримання теплового балансу будівлі. Тепловий баланс складається із тепло надходжень та тепловтрат. У школі тепловтрати відбуваються крізь, стіни, покрівлю, підлогу, вікна, двері, а також на нагрів припливного повітря. Надходження тепла в приміщення відбуваються від людей, інсоляції, освітлення, техніки і т.д. в залежності від приміщень та робіт які в них виконуються.

Для забезпечення комфортних умов мікроклімату необхідне виконання рівності, Вт [15]:

$$\sum Q = Q_1 + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{інс}} - Q_{\text{ст}} - Q_{\text{підл}} - Q_{\text{вк}} - Q_{\text{зс}} = 0 \quad (2.2)$$

Тепловтрати через зовнішні конструкції знаходять лише при різниці розрахункової температури повітря більше 5 °C.

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з головних $Q_{\text{г}}$ та додаткових $Q_{\text{д}}$.

$$Q_3 = Q_{\text{г}} + Q_{\text{д}} \quad (2.3)$$

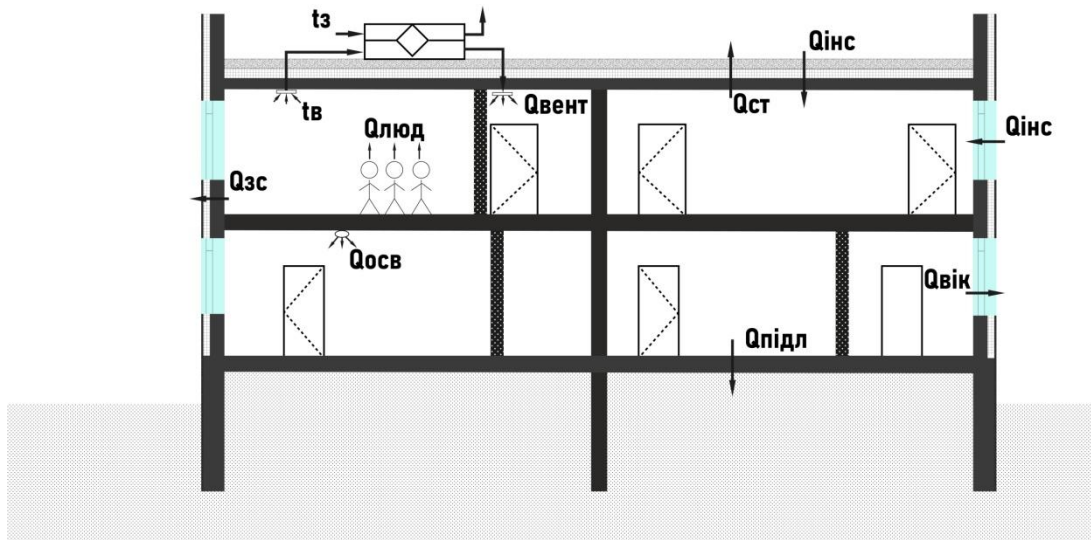


Рис.2.4 – Розрахункова схема до моделювання теплового розрахунку будівлі

Головні тепловтрати Q_{Γ} , Вт, визначають за формулою [16]:

$$Q_{\Gamma} = 1/R_0^{\Phi} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n \quad (2.4)$$

де: F – теплопередаюча поверхня зовнішніх конструкцій, м^2 ;

R_0^{Φ} – термічний опір огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – внутрішня розрахункова температура, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{з}}$ – зовнішня розрахункова температура, $^\circ\text{C}$;

n – коефіцієнт, що враховує додатків захист огорожувальних конструкцій.

Додаткові тепловтрати, що відбуваються крізь зовнішні конструкції приміщень враховуються і обчислюються у відсотках від основних та приймаються в залежності від виду конструкції.

Розрахуємо тепловтрати для приміщення 101. Приміщення має дві зовнішні стіни із вікнами та дверима. Орієнтація стін на захід та південь. Внутрішня температура $+20^\circ\text{C}$, зовнішню приймаємо -22°C . Різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря складає

$$\Delta t = t_{\text{в}} - t_{\text{з}} = 22 - (-20) = 42 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.5)$$

Визначаємо головні тепловтрати зовнішньої стіни 1 за формулою 2.3

$$Q_{\text{с1}} = 0,18 \cdot 8,6 \cdot 42 \cdot 1 = 65 \text{ Вт}$$

Визначаємо головні тепловтрати зовнішньої стіни 2 :

$$Q_{c2} = 0,18 \cdot 21 \cdot 42 \cdot 1 = 158,76 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати визначаєм в %, і залежать від орієнтації приміщення, завітреності територій, кількості зовнішніх стін та дверей. Для зовнішньої стіни сумарні додаткові тепловтрати становлять 5 % від головних для стіни 2, а також наявність дверей додає ще 60%, тоді загальні тепловтрати стіни 2 становитимуть 217,3 Вт.

Для повітряного опалення повні тепловтрати складаються із суми тепловтрат та витрат тепла на нагрів зовнішнього повітря.

Витрати тепла на підігрів зовнішнього повітря, Вт [16]

$$Q_v = 0,337 \cdot A_n \cdot h \cdot (t_v - t_n), \quad (2.6)$$

де A_n - площа підлоги приміщення, кв. м;

h - висота приміщення від підлоги до стелі, м.

$$Q_v = 0,337 \cdot 69,95 \cdot 3,0 \cdot 42 = 2970,2 \text{ Вт}$$

Підсумуємо загальні тепловтрати приміщення 101:

$$Q = 111,7 + 223,1 + 217,3 + 937,2 + 125,9 + 2970,2 = 4585,46 \text{ Вт}$$

Результати розрахунку тепловтрат для інших приміщень наведені в таблиці додатку В.

2.4 Розрахунок теплонадходжень в приміщення

Надходження тепла в приміщення визначають як суму надходжень тепла через прозорі зовнішні огороження, від штучного освітлення, обладнання та обслуговуючого персоналу.

2.4.1 Теплонадходження від людей

Теплові надходження від людей визначаються за формулою [17]:

$$Q_{\text{люд}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \quad (2.7)$$

де $q_{\text{л}}$ – питомі тепло надходження від людини, Вт/люд.;

$n_{\text{л}}$ – кількість людей в приміщенні, люд.

Приміщення 101 це приміщення майстерні розраховане на 20 учнів. Приймемо, що вони виконують легку роботу на виробництві, тоді

теплоннадходження від одного учня становитиме 240 Вт, проте для дітей береться 75% цього значення. Вчитель виконує легку роботу стоячи, і від нього надходить 160 Вт тепла. Розрахуємо тлові надходження від людей для приміщення 101:

$$Q_{\text{люд}} = 20 \cdot 240 \cdot 0,75 + 1 \cdot 160 = 3760 \text{ Вт.}$$

Результати розрахунків для інших приміщень наведено в табл.2.6.

2.4.2 Теплонадходження від штучного освітлення

Розрахуєм тепло надходження від штучного освітлення для приміщення 101 за формулою:

$$Q_{\text{осв}} = F \cdot N \cdot \eta, \quad (2.8)$$

де F – площа кімнати, м^2 ;

N – потужність освітлювальних ламп, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

η – коефіцієнт, який залежить від типу освітлювального приладу.

$$Q_{\text{осв}} = 69,83 \cdot 24 \cdot 0,55 = 921,8 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків для інших приміщень наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Теплонадходження від освітлення та людей

№ приміщення	Призначення	Площа	Кількість людей	Теплонадходження від людей			Тепловиділення від ламп	Теплонадходження від освітлення
				явне	прихов	повне		
1	2	3	4	5	6	7	9	11
101	Майстерня	69,83	16	1360	460	1920	0,071	495,7
102	Майстерня для дівчаток	69,94	12	1300	380	1680	0,071	495,7
103	Рибно-м'ясний цех	11,2	3	360	120	480	0,082	151,5
104	Холодний та гарячий цех	47,46	6	720	120	840	0,082	428,1

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	9	11
105	Столова	127,43	50	5000	240	5240	0,058	739,0
106	Універсальний зал	250	50	5000	240	5240	0,058	1402,5
107	Приміщення охорони	15,2	1	102	28	130	0,082	124,6
108	Вестибюль	209,67	80	7200	1400	8600	0,058	1 216
109	Медичний кабінет	14,25	2	173,4	47,6	221	0,102	159,8
110	Роздягальня дівчаток	15	16	800	60	860	0,071	106
111	Роздягальня хлопчиків	15	16	800	60	860	0,071	106
112	Гімнастична зала	151,71	32	3360	1760	5120	0,058	879,9
113	Кімната викладачів	9,81	3	306	84	390	0,102	165,1
115	Гардероб	10	1	80	26,8	106,8	0,102	56,1
116	Кабінет вчителя праці	14,75	1	102	28	130	0,082	123
201	Лабораторія біології	70,43	42	5040	1680	6720	0,082	577,5
202	Лаборантська	17,54	1	102	28	130	0,082	143,8
203	Клас іноземної мови	52,87	12	1440	480	1920	0,058	306,6
204	Клас української мови	54,27	22	2640	880	3520	0,058	306,6
205	Клас початкової школи	54,27	22	2640	880	3520	0,058	306,6
206	Ресурсна кімната	34,36	10	450	385	835	0,071	243,9
207	Клас історії	51,75	22	2640	880	3520	0,071	367,4
208	Коридор	306,91	80	7200	2400	7200	0,058	1780
209	Вчительська	50,35	14	1428	392	1820	0,071	357,4
210	Кабінет директора	17,1	1	102	28	130	0,071	121,4
211	Кабінет завучів	14,31	2	204	56	260	0,071	101,6

2.4.3 Теплонадходження від сонячної радіації

Кількість тепла, яке проникає через світлові отвори завдяки сонячному випромінюванню, розраховується за формулою:

$$Q = (q_1 F_{01} + q_2 F_{02}) \beta_{c.n.} k_0 + (t_3 - t_6) / R \cdot F, \quad (2.9)$$

де F_{01} - площа світлового прорізу, який опромінюється прямим сонячним випромінюванням, m^2 ;

F_{02} - площа світлового прорізу, який не опромінюється прямим сонячним випромінюванням, m^2 ;

$\beta_{c.n.}$ - коефіцієнт пропускання сонячної радіації сонцезахисними пристроями;

k_0 - коефіцієнт, який залежить від типу скління;

q_1 та q_2 – відповідно кількість тепла, яка надходить через одинарне скління світлових прорізів при прямому і розсіяному сонячному випромінюванню, $Вт/м^2$:

$$q_1 = (q_{e.p.} + q_{e.n.}) k_1 k_2, \quad (2.10)$$

$$q_2 = q_{e.p.} k_1 k_2, \quad (2.11)$$

де $q_{e.p.}$ – надходження тепла через одинарне скління від прямого випромінювання, $Вт/м^2$;

$q_{e.n.}$ – надходження тепла через вертикальне скління від розсіяного сонячного випромінювання, $Вт/м^2$;

k_1 – коефіцієнт, який враховує затемнення прорізів віконними рамами;

k_2 – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла.

Інсоляційне надходження через світлові прорізи приміщень школи наведено в таблиці 2.7.

2.4.4 Теплонадходження через покрівлю та стіни

Теплонадходження що потрапляють в приміщення через стелю під

впливом сонячної радіації, визначається за формулою 2.12 [17]

$$Q_{\text{Стеля}} = \left[\frac{1}{R_0} \cdot (t_z + R_n \cdot \rho \cdot I_{\text{сеп}} - t_g) + \beta \cdot k \cdot \frac{A_{\tau g}}{R_g} \right] \cdot F \quad (2.12)$$

де R_0 - опір теплопередачі покриття будівлі, $\text{м}^2\text{К/Вт}$.

Інсоляційне надходження через стіни будівлі.

Інсоляційне надходження через стіни будівлі визначається за формулою [17]

$$Q = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{R_0} \cdot F, \quad (2.13)$$

де R_0 - опір теплопередачі стін будівлі, $\text{м}^2\text{К/Вт}$;

F – площа стіни, м^2 ;

$\Delta t_1, \Delta t_2$ – еквівалентні різниці температур, що визначаються за формулами:

$$\Delta t_1 = t_{zg} - t_g - AA_{t_n} - B, \quad (2.14)$$

$$\Delta t_2 = \Delta t_3 + \frac{I}{I_0} (\Delta t_4 - \Delta t_3), \quad (2.15)$$

де t_{zg} – розрахункова літня температура зовнішнього повітря, $t_{zg} = 25^\circ\text{C}$;

t_g – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

A і B – коефіцієнти, які залежать від маси 1м^2 стінового огородження
 $A=0$ і $B=0$;

$\Delta t_3, \Delta t_4$ – вихідні еквівалентні розрахункові температури, $^\circ\text{C}$, відповідно для стін у затінку і на сонці [17]

$$\Delta t_3 = 1,1 (^\circ\text{C}), \Delta t_{4\text{пн}} = 1,1 (^\circ\text{C}), \Delta t_{4\text{пд}} = 3,3 (^\circ\text{C}), \Delta t_{4\text{зх,сх}} = 4,4 (^\circ\text{C}).$$

$$\frac{I}{I_0} \text{ пн} = 1,05; \quad \frac{I}{I_0} \text{ пд} = 1,4; \quad \frac{I}{I_0} \text{ зх} = 1,02; \quad \frac{I}{I_0} \text{ сх} = 1,02.$$

Сонячні теплонадходження через стіни шкільних приміщень наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Теплонадходження через огорожувальні конструкції

№ приміщення	Призначення	t _{вн}	Орієнтація	Термічний опір вікн, R	t _{зв}	Площа покрівлі	Площа вікна	Площа стіни	Коефіцієнт теплопередачі, k ₀	β _{сп}	q _{в.п.}	q _{в.р.}	k ₁	k ₂	q ₁	q ₂	Сонячна радіація, I _{спр}	I _{спр} - I _{макс}	Тепло - надходж., Q _{вік} , Вт	Тепло - надходж., Q _{ст} , Вт	Тепло - надходж., Q _{покр} , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
101	Майстерня	20	Пд	0,81	23,7	-	4,8	13,2	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	156,2	18,9	-
		20	Зх	0,81	23,7	-	19,3	15,2	0,8	0,15	65	65	0,7	0,95	86,5	43,2	328	579	288,9	22,6	-
102	Майстерня для дівчаток	20	Пн	0,81	23,7	-	16,8	19,2	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	235,4	16,8	-
		20	Зх	0,81	23,7	-	9,7	7,7	0,8	0,15	65	65	0,7	0,95	86,5	43,2	328	579	145,5	14,2	-
103	Рибно-м'ясний цех	18	Пн	0,81	23,7	-	4,2	5,9	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	69,6	10,9	-
104	Холодний та гарячий	14	Пн	0,81	23,7	-	8,4	10,5	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	180,2	20,6	-
105	Столова	20	Пн	0,81	23,7	-	8,4	10,5	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	117,9	9,2	-
106	Універсальний зал	20	Зх	0,81	23,7	250	98,9	32,5	0,8	0,15	65	65	0,7	0,95	86,5	43,2	328	579	1026,5	48,3	443,2
		20	Пн	0,81	23,7	-	25,8	16,1	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	361,3	23,9	-
107	Приміщення охорони	20	Пн	0,81	23,7	-	-	16,4	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	-	14,3	-
		20	Сх	0,81	23,7	-	2,7	6,5	-	-	106	67	0,7	-	115,0	44,6	328	579	50,1	9,7	-
108	Вестибюль	20	Сх	0,81	23,7	-	20,7	50,9	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	380,9	94,1	-

Продовження табл.2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
109	Медичний кабінет	18	Сх	0,81	23,7	-	2	3	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	42,2	3,4	-
110	Роздягальня дівчат	22	Пд	0,81	23,7	-	4,4	5	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	132,4	25,3	-
			Сх		23,7	-	-	27,7	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	-	31,1	-
111	Роздягальня хлопчиків	22	Пд	0,81	23,7		4	5	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	120,4	3,8	-
112	Гімнастична зала	20	Пд	0,81	23,7		23,3	93,7	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	649,5	134,2	-
113	Кімната викладачів	20	Пд	0,81	23,7	-	4,8	5,57	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	156,2	8,0	-
115	Гардероб	20	Пд	0,81	23,7	-	4,3	2	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	140,0	2,9	-
116	Кабінет вчителя праці	20	Пд	0,81	23,7	-	4,8	5,57	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	156,2	8,0	-
201	Лабораторія біології	20	Зх	0,81	23,7	70,46	18,73	22,22	0,8	0,15	65	65	0,7	0,95	86,5	43,2	328	579	280,4	33,0	124,9
		20	Пд	0,81	23,7		4,68	16,32			273	76	0,7		232,1	50,5		579	152,3	29,3	
202	Лаборантська	18	Зх	0,81	23,7	17,4	4,68	5,82	0,8	0,15	65	65	0,7	0,95	86,5	43,2	328	579	82,0	8,6	35,2
203	Клас іноземної мови	20	Пн	0,81	23,7	32,87	4,89	16,11	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	68,9	14,1	58,3
		20	Сх	0,81	23,7		4,89	14,36	0,8	0,15	106	67	0,7		115,0	44,6	328	579	90,4	21,3	
204	Клас української мови	20	Сх	0,81	23,7	54,27	14,68	16,82	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	270,3	25,0	96,2
205	Клас початкової школи	20	Сх	0,81	23,7	54,27	14,68	16,82	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	270,3	25,0	96,2

Продовження табл.2.7

206	Ресурсна кімната	20	Сх	0,81	23,7	34	8,79	11,21	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	162,0	16,6	60,3
207	Клас історії	20	Сх	0,81	23,7	51,75	14,49	16,31	0,8	0,15	106	67	0,7	0,95	115,0	44,6	328	579	266,8	24,2	91,7
			Пд	0,81	23,7		8,82	12,88	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	286,5	18,5	-
208	Коридор	20	Пн	0,81	23,7	309,9	46,05	65,95	0,8	0,15	59	59	0,7	0,95	78,5	39,2	328	579	644,4	57,6	549
		20	Зх	0,81	23,7		38,64	62,65	0,8	0,15	65	65	0,7	0,95	86,5	43,2	328	579	577,9	93,0	-
209	Вчительська	20	Пд	0,81	23,7	50,43	13,14	18,36	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	426,6	26,3	89,4
210	Кабінет директора	20	Пд	0,81	23,7	17	4,68	5,82	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	152,3	8,3	30,1
211	Кабінет завучів	20	Пд	0,81	23,7	14	4,58	4,07	0,8	0,15	273	76	0,7	0,95	232,1	50,5	328	579	149,1	5,8	24,8

2.5 Розрахунок повітрообміну системи вентиляції та повітряного опалення

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через захисні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в захисних конструкціях (інфільтрація), а також на підігрів зовнішнього повітря. Розрахуємо повітрообмін повітряної системи опалення за тепловтратами, а також повітрообмін системи вентиляції за теплонадлишками.

Повітрообмін для холодного періоду року на випадок повітряного опалення, м³/год [18]:

$$L = L_{oz} + \frac{Q_y}{c_n \rho_{oz} (t_n - t_{p.3})}, \quad (2.16)$$

Необхідний повітрообмін за надлишками тепла визначається, м³/год:

$$L_k = \frac{3,6 \cdot Q_{надл}}{\rho \cdot c (t_g - t_n)}, \quad (2.17)$$

де $Q_{я}^{надл}$ – теплонадходження, які виділяються в приміщенні, Вт;

c_g – масова теплоємність повітря, 1,006 кДж/кг · К;

ρ – густина повітря, кг/м³;

t_g – температура внутрішнього повітря, °С;

t_n – температура припливного повітря, °С [18].

Температура припливного повітря для системи кондиціонування [18]

$$t_n = t_{ext} - \Delta t_1 + 0,001p, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.18)$$

Δt_{ext} – температура зовнішнього повітря, °С;

p – тиск, що створюється вентилятором, 1000 Па;

t_1 – різниця температур зовнішнього повітря та його температури після охолодження за адіабатним циклом, °С [18].

Кількість явного тепла, що відбирається від викидного тепла в холодний період року

$$Q_{\text{я}}^{\text{рек}} = L_{\text{в}} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - 5) = \frac{16470}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1,006 \cdot (23 - 5) = 99 \text{ кВт} \quad (2.19)$$

Таблиця 2.8

Розрахунок повітрообміну загально обмінної системи вентиляції

№ приміщення	Призначення	Площа	Кількість людей	Теплонадходження від людей	Теплонадходження від освітлення	Теплонадходження через стіни	Теплонадходження через вікна	Потужність повітряного опалення	Повітрообмін за теплон, Лт, м³/год	Повітрообмін для повітряного опалення, L _с
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
101	Майстерня	70	16	1920	495,7	41,5	444,4	4585,5	250	250
102	Майстерня для дівчаток	69,8	12	1680	495,7	31	380,9	5201,7	250	250
103	Рибно-м'ясний цех	11,2	3	480	151,5	10,9	69,6	861,4	100	-
104	Холодний та гарячий	47,46	6	840	428,1	20,6	180,2	2537,4	458,1	550,3
105	Їдальня	127,43	50	5240	739	9,2	117,9	8031,0	3150	2000
106	Універсальний зал	250	50	5240	1402,5	515,4	1387,8	19956,4	3585,5	4000
107	Приміщення охорони	15,2	1	130	124,6	24	50,1	2992,2	222,5	313,1
108	Вестибюль	209,67	80	8600	1 216	94,1	380,9	13562,3	1820,0	1872,4
109	Медичний кабінет	14,25	2	221	159,8	3,4	42,2	810,0	128,9	121,8
110	Роздягальня дівчаток	15	16	860	106	56,4	132,4	1270,5	230,5	200
111	Роздягальня хлопчиків	15	16	860	106	3,8	120,4	1029,5	206,4	200
112	Гімнастична зала	151,71	32	5120	879,9	134,2	649,5	17697,4	2528,7	2443,3
113	Кімната викладачів	9,81	3	390	165,1	8,0	156,2	794,8	268,1	109,7
115	Гардероб	10	1	106,8	56,1	2,9	140,0	757,3	80	70
116	Кабінет вчителя праці	14,75	1	130	123	8,0	156,2	1041,9	80	70
201	Лабораторія біології	70,43	32	3840	577,5	187,2	432,7	5331,6	877,8	736,1

Продовження табл.2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
202	Лаборантська	17,54	1	130	143,8	43,8	82,0	1166,5	149,0	161,0
203	Клас іноземної мови	52,87	12	1200	306,6	93,7	159,3	2538,3	655,9	550,4
204	Клас української мови	54,27	22	2640	306,6	121,2	270,3	3754,5	844,3	800
205	Клас початкової школи	54,27	22	2640	306,6	121,2	270,3	3754,5	844,3	800
206	Ресурсна кімната	34,36	10	835	243,9	76,9	162,0	2389,2	401,2	329,9
207	Клас історії	51,75	22	2640	367,4	134,4	553,3	4239,9	777,4	802,4
208	Коридор	306,9	50	4000	1780	699,9	1222	10440	1700	1729,8
209	Вчительська	50,35	14	1820	357,4	115,7	426,6	3504,5	622,1	680,6
210	Кабінет директора	17,1	1	130	121,4	38,4	152,3	1189,6	163,7	197,1
211	Кабінет завучів	14,31	2	260	101,6	30,6	149,1	1018,4	122,8	168,7

Для гарячого цеху їдальні проведемо розрахунки місцевої витяжної системи. В цеху знаходиться 3 плити розміром 0,8х0,8 м і висотою 1,5 м, температура зовнішньої поверхні - 50°C.

Максимальна тепловіддача від однієї печі: $Q_{\max}=900$ Вт.

Еквівалентний діаметр печі розраховується за формулою

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{a \cdot b} = 1,13 \cdot \sqrt{0,8 \cdot 0,8} = 0,9 \text{ м} \quad (2.20)$$

Швидкість на осі в конвективному потоці на рівні всмоктування буде розраховуватись:

$$v_l = 0.068 Q^{1/3} \left(\frac{l}{b}\right)^{0,38} = 0.068 \cdot 900^{1/3} \cdot \left(\frac{0,4}{0,8}\right)^{0,38} = 0.4 \text{ м/с} \quad (2.21)$$

де l - відстань від плити до зонта, м.

Кількість повітря, що видаляється з приміщення одним зонтом [19]:

$$L_0 = 945 \cdot d_e^2 \cdot v_l = 945 \cdot 0,9^2 \cdot 0,4 = 307 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.22)$$

Визначаємо відстань на яку зонт виступає за плиту:

$$\Delta = 2,14 \left(\frac{v_B}{v_1} \right)^2 \cdot \frac{l^2}{d_e} = 2,14 \left(\frac{0,5}{0,4} \right)^2 \cdot \frac{0,4^2}{0,9} = 0,22 \text{ м} \quad (2.23)$$

Довжина і ширина зонта відповідно:

$$A = a + 2\Delta = 0,8 + 2 \cdot 0,22 = 1,24 \text{ м} \quad (2.24)$$

$$B = b + 2\Delta = 0,8 + 2 \cdot 0,22 = 1,24 \text{ м}; \quad (2.25)$$

Перераховуємо витрату повітря:

$$L = L_0 \cdot k_\epsilon = 307 \cdot 1,5 = 460 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.26)$$

Для трьох кухонних плит :

$$L = 3 \cdot 460 = 1380 \text{ м}^3/\text{год}$$

де k_B - коефіцієнт, що визначається за формулою [19]:

$$k_B = \left(1 + \frac{2\Delta}{d_e} \right)^2 = \left(1 + \frac{0,22}{0,9} \right)^2 = 1,5 \quad (2.27)$$

Встановлюємо над кожною плитою по одному зонту. Мінімальна швидкість у зонті $v_{min} = 6 \text{ м/с}$.

2.6 Розрахунок повітророзподілення

Для забезпечення продуктивності припливної системи, яка становить $3150 \text{ м}^3/\text{год}$, а також витяжної системи $2000 \text{ м}^3/\text{год}$, в їдальні припливне повітря подається та видаляється дифузорами, розташованими у верхній частині.

Основні параметри припливних повітророзподільників:

Тип: ПДК-20

Розміри: 485x485

Межі витрат: 500-900 $\text{м}^3/\text{год}$

Кількість повітророзподільників: 8 шт

Діаметр під'єднання: 250мм

Швидкість витоку з повітророзподілювача 0,51 м/с.

Розрахункова швидкість на осі струминки на вході в робочу зону дорівнює $0,23 \text{ м/с}$, що не перевищує нормативного значення для

їдальні (0,25 м/с).

Витрата повітря на один дифузор рівна $788 \text{ м}^3/\text{год}$ і знаходиться у межах $500 \leq 788 \leq 900 \text{ м}^3/\text{год}$, а отже, припливні дифузори підібрано вірно.

Видалення повітря здійснюється за допомогою прямокутних дифузорів, розташованих верхній частині приміщення. Кількість повітря, яку видаляє витяжна система в їдальні складає $2000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Основні параметри витяжних дифузорів:

Тип: ПДК-14

Переріз: 350x350

Площа: $A_0 = 0,075 \text{ м}^2$

Межі витрат: $150\text{--}500 \text{ м}^3/\text{год}$

Швидкість: 1,16 м/с

Визначаємо кількість решіток за формулою:

$$N = 2000 / 3600 \cdot 0,075 \cdot 1,5 = 5 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість решіток $n = 5 \text{ шт.}$

Перевіряємо витрату однієї решітки:

$$L_{\text{реш}} = 2000 / 5 = 400 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата однієї решітки знаходиться у межах $150 \leq 400 \leq 500 \text{ м}^3/\text{год}$, отже, дифузори підібрано вірно.

Розрахунок повітророзподілення припливної системи кондиціонування їдальні та інших систем, виконаних за допомогою програмного забезпечення Ms Excel представлено в таблиці додатку Г.

2.7 Моделювання аеродинамічного розрахунку

Аеродинамічний розрахунок виконано згідно аксонометричних схем системи вентиляції (аркуші 3-9).

Площа поперечного перерізу ділянок повітропроводу визначається за формулою:

$$F_p = \frac{L_p}{V}, \text{ м}^2 \quad (2.28)$$

де L_p - розрахункова витрата повітря на ділянці, $\text{м}^3/\text{с}$

V - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, $\text{м}/\text{с}$.

За отриманими значеннями F_p підбираємо стандартні розміри повітропроводу.

Далі визначимо фактичну швидкість руху повітря на ділянках

$$V_i = \frac{L_p^i}{F_p^i}, \text{ м}/\text{с} \quad (2.29)$$

Втрати тиску на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi P_o \quad (2.30)$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів [20].

Загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі:

$$P_i = P + Z, \text{ Па} \quad (2.31)$$

За результатами розрахунків тиску і продуктивності підбираємо вентилятор та двигун.

2.8 Підбір основного обладнання системи вентиляції

Відповідно [3] окремі вентиляційні системи розроблено для: майстерень, спортзалу, їдальні, санвузлів, роздягальні та аудиторій. Всі припливні, припливно-витяжні, витяжні установки встановлено у венткамерах розташованих на покрівлі. Повітроводи, які прокладаються по покрівлі ізолюються фольговою теплоізоляцією із мінеральної вати товщиною 30мм типу Conlit фірми Rockwool, яка також забезпечує вогнетривкість повітроводам до класу EI60.

Для майстерень використаємо припливно-витяжну установку Aerostar із пластинчатим рекуператором, з такими характеристиками [21]:

Марка- GreenSTR-7;

Продуктивність—100-750 $\text{м}^3/\text{год}$;

Потужність – 3 кВт;

Габаритні розміри: $1400 \times 730 \times 300$.

Для компенсації тепловтрат для підігріву повітря використовують електричні калорифери.

Для гімнастичної зали підібрано припливно-витяжну установку Aerostar із рекуператором та тепловим насосом для підігріву повітря Mitsubishi Electric [22], з такими характеристиками:

Марка вент. установки- GreenSTR-3;

Марка теплового насоса - PUNZ-RP35/50;

Продуктивність– $2550 \text{ м}^3/\text{год}$;

Теплопродуктивність – 4 кВт;

Холодопродуктивність – 3,5 кВт;

Габаритні розміри установки: $4008 \times 720 \times 1120$.

Для їдальні підібрано припливно-витяжну установку з рекуператором тепла та тепловим насосом для опалення та кондиціонування приміщень, з характеристиками:

Марка вент. установки- GreenSTR-7;

Марка теплового насоса - PUNZ- RP60VHA4;

Продуктивність– $6300 \text{ м}^3/\text{год}$;

Теплопродуктивність – 7 кВт;

Холодопродуктивність – 6 кВт;

Габаритні розміри установки: $2586 \times 1030 \times 1700$

Для аудиторій використано припливно-витяжні установки з рекуператором тепла та тепловим насосом для опалення та кондиціонування приміщень, з характеристиками:

Марка вент. установки- АСМ-8;

Марка теплового насоса - PUNZ- RP100VKA;

Продуктивність– $8000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Теплопродуктивність – 11,2 кВт;

Холодопродуктивність – 10 кВт;

Габаритні розміри установки: $5008 \times 720 \times 1120$

Також для гарячого цеху підбрано витяжні зонти, а також осьові витяжні вентилятори для санвузлів.

Для балансування систем вентиляції використовуємо дросель-клапани. Нев'язка не повинна перевищувати 15%.

Аеродинамічні розрахунки виконані за допомогою ПЗ «Ms Excel» і наведені в таблицях додатка Г.

2.9 Висновки до розділу 2

В даному розділі запропоновано варіанти систем повітряного опалення та вентиляції школи в м. Київ.

Виконано розрахунки:

- теплонадходжень;
- тепловтрат;
- повітрообміну приміщень;
- моделювання аеродинамічного розрахунку системи.

Загальна потужність повітряного опалення становить 47543 Вт. Для системи вентиляції підбрано повітропроводи прямокутного перерізу, припливні та витяжні дифузори, решітки та анемостати, припливно-витяжні установки Aerostar та АСМ, теплові насоси Mitsubishi Electric, а також електроконвектори.

Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи, що прийнята до монтажу

В розділі розробляється технологія монтажу системи повітряного опалення, вентиляції та кондиціонування школи в м. Київ. Кількість поверхів 2, висотою 3,0 м, висота універсального залу - 4,35 м. Джерелами тепло забезпечення вентиляційні припливно-витяжні установки з рекуперацією та тепловим насосом, допоміжним обладнанням для опалення слугують електроконвектори.

Енергоефективна система створення мікроклімату школи складається з таких елементів: 1. Припливні повітророзподільники: дифузори GSN [23], ґратки вентиляційні регульовані РВ 2. Повітророзподільчі пристрої витяжні: дифузори та вентиляційні ґратки GSN, анемостати DVS. 3. Мережа повітропроводів. 4. Дросельні клапани круглі ДКК. 5. Вентиляційні установки Aerostar та АСМ в комплекті з тепловими насосами. Передбачається припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням. Припливно-витяжні, припливні та витяжні установки розташовані на даху та в за стельовому просторі. Повітроводи запроектовано з оцинкованої сталі, класу щільності А, а дифузори під'єднуються гнучкими повітропроводами. Подача повітря здійснюється через дифузори типу ПДК та вентиляційні ґратки РВ. Видалення повітря здійснюється через дифузори типу ПДК та анемостати.

Для налагодження і регулювання системи на кожному відгалуженні встановлені дросель-клапани ДКК для круглих повітропроводів, відповідно з розмірами, що відповідають розмірам повітропроводу . Припливні повітроводи від повітрозабірних ґраток до припливної установки, а також витяжні від установки до місця проходу через перекриття

ізолюються фольговою теплоізоляцією із мінеральної вати товщиною 50мм. В місцях перетину огорожуючих конструкцій з нормованою вогнестійкістю передбачено встановлення вогнезатримуючих клапанів з електроприводами.

3.2 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів, будівельних машин та енергетичних ресурсів

3.2.1 Визначення складу і об'ємів робіт

В таблиці 3.1 та 3.2 наведено об'єми робіт для енергоефективної системи створення мікроклімату з використанням теплового насосу. Склад робіт для виконання монтажу систем повітряного опалення та вентиляції школи в місті Київ та вид робіт, що включає в себе перераховані роботи та шифр ресурсу представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Об'єм робіт на влаштування системи вентиляції

№ п/п	Назва роботи	Одини ці виміру	Об'єм
1	3	4	5
1	Доставлення деталей на робочий майданчик	т	19,26
2	Прокладання гнучких повітропроводів повітропроводів діаметром до Ø 250 мм	100м ²	0,66
3	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм діаметром до Ø 200 мм	100м ²	1,06
4	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм діаметром до 400 мм	100м ²	1,07
5	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100м ²	4,1
6	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм периметром до 1000 мм	100м ²	3,3
7	Встановлення дифузорів ПДК-6 розміром 150×150 мм	1шт	33

Продовження таблиці 3.1

1	3	4	5
8	Встановлення дифузорів ПДК-9 розміром 225×225 мм	1шт	28
9	Встановлення дифузорів ПДК-12 розміром 300×300 мм	1шт	3
10	Встановлення дифузорів ПДК-14 розміром 350×350 мм	1шт	5
11	Встановлення дифузорів ПДК-16 розміром 400×400 мм	1шт	16
12	Встановлення дифузорів ПДК-20 розміром 485×485 мм	1шт	8
13	Встановлення круглих дифузорів SD Ø 250/G	1шт	10
14	Встановлення анемостатів DVS 100	1шт	20
15	Встановлення вентиляційних решіток Р 100х100	1шт	3
16	Встановлення вентиляційних решіток Р 150х100	1шт	3
17	Встановлення вентиляційних решіток Р 400х250	1шт	7
18	Встановлення вентиляційних решіток Р 500х250	1шт	3
19	Встановлення зовнішніх вентиляційних решіток Р 300х300	1шт	2
20	Встановлення вогнезатриуючих клапанів периметром до 1600мм	1шт	17
21	Встановлення дросель-клапанів до 600мм	1шт	118
22	Встановлення зворотніх клапанів	1шт	6
23	Встановлення обладнання	1шт	13
24	Встановлення шумоглушників вентиляційних	1шт	6
25	Ізоляція повітропроводів	10м ³	2,65
26	Вивезення обладнання	кг	300

3.2.2 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Таблиця 3.2

Відомість потреби в основних матеріалах

№ пп	Найменуванняматеріалу	Од. вимі р.	Кіль- кість	Маса одини- ці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Припливно-витяжна установка L= 8000 м ³ /год,	шт.	1	1086	1086
2	Припливно-витяжна установка L=550м ³ /год	шт.	1	131	131
3	Припливно-витяжна установка L=4000 м ³ /год	шт.	1	590	590
4	Припливно-витяжна установка L=2800 м ³ /год	шт.	1	751	751
5	Припливно-витяжна установка L=6300 м ³ /год	шт.	1	988	988
6	Припливна установка L=1720 м ³ /год	шт.	1	231	231
7	Витяжний осьовий вентилятор RV 100L	шт.	2	3	3
8	Витяжний осьовий вентилятор RV 160L	шт.	2	4	4
9	Витяжний осьовий вентилятор RV 200 L	шт.	1	5	5
10	Відцентровий вентилятор	шт.	1	32	32
11	Гнучкий повітропровід діаметром до Ø 250 мм	м	250	0,4	100
12	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 100 мм	м	60	1,6	96
13	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 125 мм	м	61	1,9	116
14	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 150 мм	м	66	2,5	165
15	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 200 м	м	11	3,5	39

Продовження таблиці 3.2

16	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 250 мм	м	42	5,5	231
17	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 315 мм	м	18	6,2	112
18	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 400 мм	м	23	7,8	180
19	Повітропровід з оцинкованої сталі 400x200 мм	м	190	8,6	14060
20	Повітропровід з оцинкованої сталі 500x200 мм	м	54	9,3	502
21	Повітропровід з оцинкованої сталі 500x250 мм	м	14	9,9	180
22	Повітропровід з оцинкованої сталі 600x250 мм	м	60	10,5	630
23	Повітропровід з оцинкованої сталі 700x250 мм	м	2	11,8	24
24	Повітропровід з оцинкованої сталі 800x250 мм	м	7	12,1	85
25	Повітропровід з оцинкованої сталі 900x300 мм	м	8	13,2	106
26	Повітропровід з оцинкованої сталі 900x500 мм	м	12	15,44	186
27	Дифузор ПДК-6 розміром 150×150 мм	шт	33	0,3	10
28	Дифузор ПДК-9 розміром 225×225 мм	шт	28	1,2	33,6
29	Дифузор ПДК-12 розміром 300×300 мм	шт	3	1,5	4,5
30	Дифузор ПДК-14 розміром 350×350 мм	шт	5	1,8	9
31	Дифузор ПДК-16 розміром 400×400 мм	шт	16	2,8	44,8
32	Дифузор ПДК-20 розміром 485×485 мм	шт	8	3,9	31,2
33	Круглий дифузор SD Ø 250/G	шт	10	0,9	9
34	Анемостат DVS 100	шт	20	0,1	2
35	Вентиляційна решітка Р 100x100	шт	3	0,2	6

Продовження таблиці 3.2

36	Вентиляційна решітка Р 150x100	шт	3	0,3	9
37	Вентиляційна решітка Р 400x250	шт	7	1,03	7,2
38	Вентиляційна решітка Р 500x250	шт	3	1,3	3,9
39	Зовнішня вентиляційна решітка Р 300x300	шт	2	0,3	6
40	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 100	шт	31	1,1	34
41	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 250	шт	44	4,3	189,2
42	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 315	шт	19	5,5	104,5
43	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 400	шт	24	9,1	218,4
44	FPD-90-700x250-O-M24-T-2F	шт.	4	2,2	8,8
45	FPD-90-500x250-O-M24-T-2F	шт.	2	1,5	3
46	FPD-90-600x250-O-M24-T-2F	шт.	2	1,8	3,6
47	FPD-90-600x500-O-M24-T-2F	шт.	2	2,2	4,4
48	FPD-90-900x500-O-M24-T-2F	шт.	2	3,1	6,2
49	КПУ-1Н-О-Н-100-2*ф-1*МП24	шт.	2	1,1	2,2
50	КПУ-1Н-О-Н-160-2*ф-1*МП24	шт.	2	1,4	2,8
51	КПУ-1Н-О-Н-200-2*ф-1*МП24	шт.	1	1,7	1,7
52	Зворотній клапан ЗК 100	шт.	3	0,9	2,7
53	Зворотній клапан ЗК 160	шт.	2	1,2	2,4
54	Зворотній клапан ЗК 200	шт.	1	1,4	1,4
55	Шумоглушник	шт.	4	2,21	8,84
56	Решітка зовнішня 300x300мм	шт.	1	0,4	0,4
57	Ізоляція	м ³	25,75	0,1	2,6

Таблиця 3.3

Відомість потреби в допоміжних матеріалах

№	Шифр ресурсу	Найменування	Кількість	Маса, кг
1	2	3	4	5
1	111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	0,556 т	556
2	130-0966	Фланці плоскі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 50 мм	0,473 т	473
3	130-0969	Фланці плоскі приварні зі сталі діаметр 100 мм	0,273 т	273
4	130-0963	Фланці плоскі приварні зі сталі, діаметр 25 мм	0,761 т	761
5	111-1846	Болти анкерні	0,005 т	5
6	111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Е42	0,0414 т	41,4
7	111-1519	Електроди, діаметр 4 мм, марка Е55	0,006 т	6
8	111-1521	Електроди, діаметр 5 мм, марка Е42	0,007 т	7
9	111-0319	Картон будівельний прокладочний строительный, марка Б	0,002 т	2
10	111-1151	Прокат для армування з/б конструкцій	0,689 т	689
11	111-1644	Клей гумовий	0,07 кг	0,07
12	106216-01	Подовжувальний кабель	16 шт	0,64
13	130-0950	Фланці пласкі приварні зі сталі	67 шт	134
14	130-0968	Переходи з круглого на прямокутний перерізи	26 шт	83,2
15	130-0969	Гнучкі вставки	10 шт	8

Специфікація обладнання наведено в додатку Ж.

Маса допоміжних та основних матеріалів складає [24]:

$$M_{\text{осн.мат}} + M_{\text{доп.мат}} = 21,4 + 3,1 = 24,5 \text{ т}$$

3.2.3 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад

Трудомісткість:

$$Q = H_q \times V / 1,15 \quad (3.1)$$

Тривалість робочих днів:

$$T=Q/(8 \times n \times k), \quad (3.2)$$

де n – кількість працівників;

k – коефіцієнт перевиконання;

$N_{\text{ч}}$ – норма часу;

V – об'єм робіт.

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Трудовісткість і тривалість виконання монтажних робіт

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо- містк люд/дні	Виконавці		Тривл і сть, дні
					кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей на робочий майданчик	т	24,5	2,1	44,7	6	1 водій 3р. МОНТ.	1
Прокладання гнучких повітропроводів діаметром до Ø 250 мм	100 м	0,26	261,6	59,1	4	5р. - 1 4 р. – 1 3 р. -2	2,5
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм діаметром до Ø 200 мм	100 м	1,93	261,8	439,4	10	5р. - 1 4 р. – 1 3 р. -2	7
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм діаметром до 400 мм	100 м	0,31	261,8	70,6	4	5р. - 1 4 р. – 1 3 р. -2.	3
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100 м	3,2	239,7	667,0	10	5р. - 1 4 р. – 1 3 р. -2	10,5

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм периметром до 1000 мм	100м	0,3	261,8	68,3	6	5 р. - 3 4 р. - 3 3 р. - 6	2
Встановлення дифузорів ПДК-6 розміром 150×150 мм	1шт	33	2,07	59,4	3	4 р. - 1 3 р. - 2	3
Встановлення дифузорів ПДК-9 розміром 225×225 мм	1шт	28	2,07	50,4	3	4 р. - 1 3 р. - 2	3
Встановлення дифузорів ПДК-12 розміром 300×300 мм	1шт	3	2,07	5,4	3	4 р. - 1 3 р. - 2	0,5
Встановлення дифузорів ПДК-14 розміром 350×350 мм	1шт	5	2,27	9,9	3	4 р. - 1 3 р. - 2	0,5
Встановлення дифузорів ПДК-16 розміром 400×400 мм	1шт	16	2,27	31,6	3	4 р. - 1 3 р. - 2	1,5
Встановлення дифузорів ПДК-20 розміром 485×485 мм	1шт	8	1,82	12,7	3	4 р. - 1 3 р. - 2	1
Встановлення круглих дифузорів SD Ø 250/G	1шт	10	1,82	15,8	3	4 р. - 1 3 р. - 2	1
Встановлення анемостатів DVS 100	1шт	20	1,82	31,7	3	4 р. - 1 3 р. - 2	1,5
Встановлення вентиляційних решіток	1шт	16	1,82	25,3	3	4 р. - 1 3 р. - 2	1,5
Встановлення зовнішніх вентиляційних решіток Р 300х300	1шт	2	2,3	4,0	1	4 р. - 1	1
Встановлення вогнезатрируючих клапанів периметром до 1600мм	1шт	17	8,53	126,1	4	5р. - 2 4 р. - 2	5
Встановлення дросель-клапанів до 400мм	1шт	118	5,34	547,9	12	5р. - 3 4 р. - 3 3 р. - 6	7

Продовження таблиці 3.4

Встановлення зворотніх клапанів	1шт	6	116,11	605,8	12	5р. - 3 4р. – 3 3р. -6	6
Встановлення обладнання	1шт	13	12,75	144,1	6	4р. -3 5р. -3	4
Встановлення шумоглушників вентиляційних	1шт	6	8,53	44,5	4	4р. -1 5р. -1	1,5
Ізоляція повітропроводів	10м ²	109	2,4	227,5	6	3р. – 3 2р. -3	6
Аеродинамічне випробування	1 сист	6	14,87	77,6	3	4р. -2 5р. -1	4
Вивезення обладнання	т	0,3	2,1	0,5	3	1 – водій 2 –монт.	1

На аркуші 10 представлено календарний план виконання робіт, за розрахунками трудомісткості та тривалості виконання робіт.

3.3 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів

3.3.1 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань

Повітропроводи, деталі, конструкції та допоміжні матеріали завозиться автомашиною MAN TGA, обладнання завозиться машиною Renault Master.

Технічні характеристики автомашини MAN TGA [25]:

Вантажопідйомність – 11700 кг;

Кількість осей – 2шт;

Вантажна висота – 2200 мм;

Найбільша швидкість – 90 км/год;

Колісна формула – 4х2;

Витрата палива – 45 л/100 км;

Габаритні розміри:

довжина – 9517 мм;

ширина – 2550 мм;

висота– 3352 мм;

Маса– 18000 кг.

Технічні характеристики автомашини Renault Master [26]:

Вантажопідйомність – 5000 кг;

Вантажна висота – 2600 мм;

Найбільша швидкість– 145 км/год;

Колісна формула – 4х2;

Витрата палива – 7,1 л/100 км;

Габаритні розміри:

довжина– 5075 мм;

ширина– 2470 мм;

висота– 2310 мм;

Маса– 3500 кг

Отвори для прокладання повітропроводів в стінах виконуються за допомогою перфоратора Bosch GBH 5-40 DCE Professional [27].

Його характеристики:

Напруга – 24 В;

Потужність – 1150 Вт;

Число обертів - 170-340 об/хв;

Енергія удару – 8,8 Дж;

Кількість ударів за хвилину - 1500 -2900 уд/хв;

Патрон - SDS-max;

Макс.діаметр свердлення для бетону – 40 мм;

Маса - 6.8 кг;

Розміри - 487х105х261.

Для збирання систем вентиляції використовують шуруповерт DF0300 Makita, з такими характеристиками [28]:

Потужність – 320 Вт;

Число обертів - 1500 об/хв;

Маса – 1,2 кг;

Патрон – діаметр 8 мм.

Характеристики компресора Fiac CUBY 6, для випробування систем вентиляції [29]:

Напруга – 220 В;

Потужність - 1.1 кВт;

Об'єм ресивера – 6 л;

Продуктивність – 160 л/хв;

Максимальний тиск – 8 бар;

Вага – 10 кг.

3.3.2 Витрата електроенергії та пального

На роботу електроприладів витрачається електроенергія, яку розраховують за формулою:

$$E = P \cdot \tau \cdot k, \quad (3.3)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Електроенергія спожита перфоратором Bosch GBH 5-40 DCE Professional:

$$E = 1150 \cdot 40 \cdot 0,4 = 18,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Електроенергія спожита шуруповерта DF0300 Makita:

$$E = 320 \cdot 54 \cdot 0,8 = 13,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Електроенергія спожита компресором Fiac CUBY 6:

$$E = 1100 \cdot 30 \cdot 0,8 = 26,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Сумарні витрати електроенергії становлять:

$$E = 18,4 + 13,8 + 26,4 = 58,6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 30 км, кількість ходок $n = 1$, витрата пального $Q_1 = 45 \text{ л/100 км}$ та $Q_2 = 7,1 \text{ л/100 км}$.

Необхідна кількість пального для доставки визначається за формулою

$$Q=2Q_{nl}=2\cdot 0,07\cdot 1\cdot 30+2\cdot 0,45\cdot 1\cdot 30=31 \text{ л} \quad (3.4)$$

3.3.3 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Термін будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 38 \text{ днів}$$

Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 780,7 \text{ люд}\cdot\text{дні}$$

Середня чисельність робочих [60]:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 780,7 / 38 = 21 \text{ робітників} \quad (3.5)$$

Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{max.}} = 28 \text{ робітників}$$

Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 80 \text{ люд}\cdot\text{дні}$$

Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{max.}} = 21 / 28 = 0,75 \quad (3.6)$$

Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}} = 80 / 780,7 = 0,1 \quad (3.7)$$

Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва [49] :

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}} / T_{\text{заг.}} = 27,5 / 38 = 0,72 \quad (3.8)$$

3.4 Монтажене регулювання і здача систем мікроклімату в експлуатацію

Після закінчення монтажних робіт, виконують випробування системи. До проведення випробування необхідно щоб вентиляційні установки

неперервно працювали протягом семи годин. Обкатування проводять після ревізії обладнання: знімання консерванту з деталей, заміряння електричного опору ізоляції електродвигунів, перевірки змащення підшипників двигунів, клапанів редукторів.

Обкатку починають із короткочасного запуску вентилятора, щоб перевірити напрямок обертання робочого колеса. Вентилятор повинен бути підключений до повітропроводів, а температура його підшипників і підшипників двигуна не повинна перевищувати 85°C. Процес обкатки проводиться у присутності замовника та генпідрядника і оформлюється відповідним актом.

До початку випробувань перевіряють [30]:

- Відповідність встановленого обладнання проєктним даним;
- Якість збирання повітропроводів і з'єднання їх з обладнанням;
- Закінченість будівельних робіт у венткамерах;
- Експлуатаційну готовність обладнання.

Усі дефекти повинні усунутись до початку проведення випробувань.

Під час випробувань перевіряють [30]:

- Продуктивність вентиляційних установок та їх відповідність проєктним даним;
- Продуктивність повітророзподільних і повітровсмоктувальних пристроїв по окремим приміщеннях і їх відповідність проєктним даним;
- Швидкість витікання повітря з припливних отворів;
- Негерметичність повітропроводів та інших елементів системи.

Допустимі відхилення продуктивності від проєктних показників, виявлені під час випробувань, не можуть перевищувати 10%.

В рамках випробувань вентиляційних систем також здійснюється перевірка герметичності ділянок повітропроводів, розташованих у будівельних конструкціях.

За результатами перевірки складають відповідний акт.

Витрату повітря в системах налаштовують дросельними клапанами,

які встановлюються між фланцями, або ж змінюють частоту обертання робочого колеса вентилятора.

Також налаштовують повітророзподільні пристрої, місцеві витяжки, калорифери.

По завершенню обкатування, передпускових випробувань і регулювання на кожну вентиляційну систему складають паспорт, де вказуються результати передпускових випробувань і регулювання системи, а також основні дані вентиляційного обладнання.

3.5 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Прийняті в проекті рішення по опаленню, вентиляції та кондиціюванню повітря направлені на забезпечення безпечних умов навчання та праці, підтримання нормального стану середовища приміщень, здійснення оптимальних умов на робочих місцях та в навчальних приміщеннях. Цим забезпечуються умови для збереження здоров'я учнів, викладачів та допоміжного персоналу, підвищення продуктивності навчання.

На постійних робочих місцях підтримується нормована допустима температура робочої зони.

Опалювальні прилади розміщуються в місцях, що забезпечують їх безпечну експлуатацію.

Застосовані вентилятори не мають відкритих частин, які обертаються.

З метою зрівнювання потенціалів металеве обладнання та повітропроводи систем приєднуються до існуючого заземлюючого пристрою.

Необхідно облаштувати спеціальні місця для паління, щоб попередити пожежі, а також зберігати вогнебезпечні матеріали в спеціальних приміщеннях. Не допускається ставити велику кількість легкозаймистих матеріалів на монтажному майданчику. Обов'язково на майданчику слід

мати засоби для тушіння пожежі: вогнегасники та ящики з піском.

Все освітлення та електрообладнання після завершення робочої зміни необхідно вимикати. Електромережа повинна бути в справному стані.

Проектом передбачається:

- теплова ізоляцію обладнання;
- заходи із зменшення шуму;
- занулення обладнання та аварійне освітлення.

Усхі робітників потрібно забезпечити спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту та інш., відповідно до діючих норм.

3.6 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі дослідження ефективності системи

3.6.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Перед тим як приступити до виконання монтажних робіт, необхідно оглянути все обладнання та устаткування та перевірити його на справність. Перевірити правильність складування заготівель і напівфабрикатів. Монтаж системи вентиляції необхідно виконувати у відповідності із ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та технічними умовами на монтаж обладнання [32]. Потрібно організувати проходи між обладнанням.

При монтажі, потрібно дотримуватись всіх правил використання технологічного устаткування, безпечної експлуатації транспортних засобів, тари та вантажо-підіймальних механізмів, дотримуватися вказівок про безпечне утримання робочого місця. Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і повітропроводів до їх остаточного закріплення. Перед початком монтажу обладнання і повітропроводів поблизу електричних мереж, потрібно зняти напрузі. Відповідно ДБН А.3.2-2-2009 п.19.3 під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню [34]. Для запобігання випадкового обвалення відрізнаних елементів потрібно вжити заходів при різанні елементів конструкцій. Робочі

місця зварювальників у приміщенні при зварюванні відкритою дугою повинні бути відгороджені від суміжних робочих місць і проходів негорючими та такими, що не пропускають світло екранами (ширмами, щитами) висотою не менше 1,8 м. Місця виконання зварювальних робіт повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння та витяжною вентиляцією.

Електробезпека

Приміщення, в яких виконуються монтажні роботи, належать до категорії підвищеної небезпеки щодо ураження електричним струмом. Це пов'язано з тим, що роботи виконуються в теплий період року, коли температура повітря може підвищуватися до 28°C, а працівники можуть одночасно контактувати з корпусами електрообладнання та металоконструкціями, що мають з'єднання із землею [34].

Електрична мережа, яка забезпечує живлення обладнання в будівлі (зокрема, припливної вентиляційної установки, електродвигунів вентиляторів, світильників для робочого та зовнішнього освітлення), є трифазною, чотирипровідною мережею напругою 380/220 В (фазна напруга – 220 В, лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю. Живлення будівлі здійснюється від двох незалежних джерел.

3.6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Монтажні роботи згідно з календарним планом проводяться в теплий період року. Основними показниками мікроклімату є температура повітря, відносна вологість, інтенсивність теплового випромінювання та швидкість руху повітря. Для нормалізації параметрів мікроклімату застосовується комплекс заходів і засобів, які включають санітарно-гігієнічні, організаційно-технологічні та інші методи захисту працівників. При монтажі обладнання виконуються роботи: прокладання повітропроводів, встановлення вентиляційних решіток, монтаж засобів автоматизації системи

вентиляції та припливно-витяжних установок, що відносяться до категорії робіт Пб.

Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій та зовнішніх поверхонь обладнання у робочій зоні, при дотриманні допустимих параметрів мікроклімату, не повинна перевищувати встановлені норми більш ніж на 2°C. У разі, якщо температура поверхонь виходить за межі допустимих значень температури повітря, робочі місця мають бути розташовані на безпечній відстані від цих поверхонь.

В проєкті передбачено заходи, що забезпечують необхідні параметри та склад повітря: влаштування тимчасового повітропроводу розміром 150x100 мм, що прокладається по периметру приміщення на висоті 1300 мм. Тимчасова вентиляція здійснює подачу в робочу зону холодного повітря з температурою 16-18°C, та видалення зайвої вологості та тепловидлишків.

Монтажні роботи супроводжуються виділенням пилу та оксиду вуглецю, які за ГДК відносяться до 4 класу небезпеки (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Гранично допустимі норми виробничого пилу, окису азоту, оксиду вуглецю

Назва речовини	Гранично допустима концентрація, мг/м ³	Ступінь небезпеки
Виробничий пил	4,0	3
Оксид вуглецю	20	1

Робочим рекомендується використання респіраторних масок, щитків, захисного одягу, взуття та рукавиць, щоб перешкодити потраплянню пилу в дихальні шляхи.

Виробниче освітлення

Роботи, що виконуються на об'єкті, належать до середньої точності, оскільки під час монтажу системи вентиляції необхідно розрізняти деталі розміром 0,5–1 мм (наприклад, різьбові з'єднання). Воно повинно відповідати встановленим нормам і вимогам до зорової виробничої

діяльності, зокрема: забезпечувати рівномірність і сталість освітлення; уникати переадаптації зору; не створювати сліпучої дії від джерел світла та об'єктів у полі зору; мінімізувати різкі й глибокі тіні на робочих поверхнях; забезпечувати рівномірне розподілення світла.

Таблиця 3.6

Характеристика зорової роботи [36]

Характеристи-ка зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розрізнення мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Конт-раст об'єкту розрізн. з фоном	Характеристика фону	КПО е, %	Штучне освітлення, лк	
							загальне	комбіноване
середньої точності	0,5-1	IV	A	середній	Темні	1,0	300	400

Для освітлення робочих місць монтажника використовують як загальне, так і місцеве освітлення. Для досягнення нормативного рівня освітлення передбачено:

- обладнання віконних прорізів регульованими пристроями (жалюзі, завісами, зовнішніми козирками);
- створення штучного освітлення, яке забезпечує чітку видимість у приміщенні та на робочих місцях;
- застосування систем загального рівномірного освітлення, а за потреби комбінованого (поєднання загального і місцевого);
- розташування світильників у вигляді суцільних або переривчастих ліній з боку робочих місць (зазвичай ліворуч), паралельно до лінії зору працівників.

Виробничий шум і вібрація

Зона простору, у якій поширюються звукові хвилі, зветься звуковим полем. Рівень ультразвуку, що генерують прилади при контакті рук та інших частин тіла людини з робочими органами, не повинен перевищувати

110 дБ. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях приймаються у відповідності до ДСН 3.3.6-039-99 [37].

При монтажі системи використовуються такі інструменти, що створюють шум як: Перфоратор «Bosch», Шуруповерт «DF0300 Makita» та Компресор «Fiac CUBY 6». Систематичний вплив вібрації призводить до різноманітних порушень здоров'я і може стати причиною його погіршення. Впливу зазнають нервова система, серце, вестибулярний апарат, може порушитись обмін речовин, сон людини і т.д.

Загальна вібрація на виробничій дільниці по джерелу виникнення відноситься до категорії третього типу «а» - технологічна, критерій оцінки – межа зниження продуктивності праці. Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого при тривалості зміни 8 годин [37]

Вібрація	Напрямок дії	Кориговані, еквівалентні кориговані рівні, дБекв			
		По віброприскоренню		По швидкості	
		$m \cdot c^{-2}$	дБ	$m \cdot c^{-1} \cdot 10^{-2}$	дБ
Локальна	X_L, Y_L, Z_L	2,0	126	2,0	112

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих, вживають такі методи та заходи: використання вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція, своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації.

3.6.3 Пожежна безпека

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 приміщення відноситься до категорії Г [39]. До неї відносяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких

супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Межі вогнестійкості задовольняють мінімальні значення II ступеня вогнестійкості, які наведені в таблиці 4.5. Зовнішні огорожуючі конструкції складаються з цегли ($\delta = 510$ мм), вогнестійкість якої 220 хв. Перекриття будинку виконано із залізобетонних пустотних плит ($\delta_n = 0,22$ м), вогнестійкість яких 30 хв. Перегородки виконані з цегли ($\delta_{oe} = 120$ мм) вогнестійкість 60 хв.

Для забезпечення вибухопожежобезпеки передбачаються такі заходи:

- вентиляційне та теплове обладнання розташовуються в окремих приміщеннях.
- місця перетинання повітроводами протипожежних перегородок ущільнюються негорючими матеріалами з межею вогнестійкості не меншою, ніж нормована межа протипожежної перешкоди;
- заземлення повітропроводів;
- усі системи механічної вентиляції автоматично відключаються при пожежі;
- в місцях перетину повітроводами перекриттів і протипожежних перегородок передбачається встановлення вогнезатримуючих клапанів з електроприводом (ступінь вогнестійкості клапана відповідає ступені вогнестійкості перегородок і стін).

3.7 Висновки до розділу 3

У організаційно-технологічному розділі розроблено проєкт технології монтажу систем створення мікроклімату в приміщеннях школи в м. Київ. Визначено потрібну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем, потребу в допоміжних матеріалах, підібрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Також

побудовано графік руху робітників і графік використання машин та механізмів (аркуш 10).

Проаналізовано вплив на організм працівників таких чинників, як виробничий пил, шум, вібрація, можливість ураження електричним струмом і невідповідність параметрам мікроклімату. Розроблено технічні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії для забезпечення безпеки виконання монтажних робіт систем створення мікроклімату школи у м. Київ. Визначено шкідливі та небезпечні виробничі чинники, категорію важкості робіт, а також аспекти електробезпеки. Для штучного освітлення передбачено використання люмінесцентних ламп. Установлено гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Виконано розрахунок техніко-економічних показників, за результатами якого загальна трудомісткість виконання робіт складає 780,7 люд-дні, а тривалість виконання монтажних робіт складає 38 днів.

4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Опис заходів з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники енергоефективності

З метою мінімізації витрат та підвищення ефективності використання теплоти та електроенергії в системах опалення, вентиляції та кондиціонування проєктом прийняті наступні технічні рішення:

- регулювання на дходження теплової енергії до приміщень – місцеве автоматичне регулювання з комунікацією між контролерами та центральною системою контролю;
- регулювання періодичності зниження споживання енергії системами – автоматичне програмоване за розкладом, з оптимізацією моментів включення та виключення;
- система вентиляції – припливно-витяжна, механічна, з рекуперацією тепла;
- регулювання витрати повітря здійснюється з урахуванням фактичної потреби (згідно з якістю повітря);
- регулювання витрати повітря при його підготовці – автоматичне;
- захист теплообмінників від переохолодження та перегріву – наявний;
- передбачено використання повітря з низькою температурою для кондиціонування приміщень;
- регулювання вологості повітря у приміщенні – відсутнє;
- локальна система автоматизації та управління будівлею централізовано оптимізується до споживчих потреб;
- передбачено визначення несправностей систем та забезпечення допомоги в їх діагностуванні;

Для забезпечення надійної роботи опалювально-вентиляційних систем,

що проєктуються та економії теплоти та електроенергії, проєктом передбачені такі заходи:

- автоматичне пониження температури в приміщеннях в неробочий час;
- захист калориферів припливних установок від замерзання;
- запуск вентилятора і відкриття повітряних клапанів після прогрівання калорифера в холодний період року;
- відключення вентилятора і закриття повітряних клапанів перед припиненням теплопостачання калорифера в холодний період року;
- робота вентиляційних установок по графіку з вимкненням в неробочий час;
- блокування систем вентиляції з автоматичною пожежною сигналізацією на відключення систем в разі пожежі;
- контроль температури повітря в припливних установках.

4.2 Розрахунок ефективності використання рекуператора

Зробимо розрахунок пластинчастого рекуператора для системи ПВ-1. Витрата повітря в системі 550 м³/год.

Розрахунок потужності рекуператора визначається за формулою:

$$Q = L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_n) \quad (4.1)$$

Розрахунок температури припливного повітря після рекуператора визначається за формулою:

$$t_p = K \cdot (t_v - t_n) + t_n \quad (4.2)$$

Результати розрахунків наведено в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Результати підбору пластинчатого рекуператора

Пласти́нчатий рекуператор			
SR 40-20 + Отвод 45° 0.55 на шине № 20 (400x200) Р (1к-т 4 шт.)			
N°1 APHE A 40 5 17.4			
Витрата приточного повітря	550 m³/h	Витрата витяжного повітря	470 m³/h
Зимові умови			
Температура повітря на вході	-22 °C	Температура повітря на вході	18 °C
Відносна вологість на вході	80 %	Відносна вологість на вході	50 %
Температура повітря на виході	-3.93 °C	Температура повітря на виході	3.65 °C
Вологість повітря на вході	15.29 %	Вологість повітря на вході	81.83 %
Витрата тиску	86 Pa	Втрата тиску на викиді	72 Pa
Зовнішня в.т. (ρ повітря 1.2 кг/м³)	97 Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м³)	74 Pa
Швидкість повітря	2.02 m/s	Швидкість повітря	1.78 m/s
Ефективність рекуперації	3.34 kW	ККД	40/45 %
		ККД по волозі	40/53 %
		Кількість конденсату	1.3 кг/год
ККД (сухий) для збалансованого об'єму повітря	42.22 %		
Літні умови			
Температура повітря на вході	35 °C	Температура повітря на вході	24 °C
Відносна вологість на вході	40 %	Відносна вологість на вході	50 %
Температура повітря на виході	30.66 °C	Температура повітря на виході	29.11 °C
Вологість повітря на вході	51.02 %	Вологість повітря на вході	37.02 %
Витрата тиску	105 Pa	Втрата тиску на викиді	77 Pa
Зовнішня в.т. (ρ повітря 1.2 кг/м³)	100 Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м³)	75 Pa
Швидкість повітря	2.32 m/s	Швидкість повітря	1.96 m/s
Ефективність рекуперації	0.82 kW	ККД	39/40 %
		ККД по волозі	46/40 %
Пласти́нчатий рекуператор з алюм. листів			
з корпусом із Алюмінія			
Габарити секції (Ш/В/Д): 940/240/940 mm			

4.3 Охорона довкілля

Для даної офісної будівлі шкідливими викидами є здебільшого асимільоване витяжним повітрям надлишкове тепло, волога, вуглекислий газ. Концентрація цих шкідливостей не перевищує гранично-допустимі норми, встановлені санітарною епідеміологічною станцією, тому не потрібно встановлювати очисні пристрої. До того ж припливно-витяжні установки оснащені фільтрами.

4.4 Висновки до розділу 4

У розділі розроблено заходи з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники енергоефективності, а саме регулювання температури та витрати повітря у робочий та неробочий періоди. Розраховано розміри пластинчатого рекуператора, температуру на виході та ефективність рекуперації, яка в зимовий період становить 3340 Вт.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторсних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 і використовували програму “АВК” [40].

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, що містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України.

Локальний кошторис складений на монтаж системи вентиляції та опалення школи (табл.5.2). Склад, об’єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у розділі 3 даного проекту. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації. Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Значення
Кошторисна вартість	грн	9672188
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн.	9493790
Кошторисна заробітна плата	грн	219245
Кошторисна трудомісткість	грн люд.-год.	4569

Локальний кошторис наведено у додатку К.

5.1 Висновок до розділу 5

В даному розділі проведено розрахунок локального кошторису на влаштування теплонасосно-рекуператорної системи повітряного опалення та вентиляції школи, наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витратпо кошторису – 9777131 грн, кошторисна трудомісткість – 4569 люд-год, кошторисна заробітна плата –219245 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У цій роботі обґрунтовано доцільність використання рекуперації теплоти вентиляційних викидів як енергозберігаючого заходу. Проведено аналіз існуючих методів рекуперації теплоти та обрано оптимальний тип рекуператора для забезпечення максимальної ефективності роботи системи вентиляції.

На основі техніко-економічного обґрунтування визначено термін окупності та рівень економії енергії при впровадженні пластинчастого рекуператора в систему обробки повітря. Вартість зекономленої енергії при використанні теплонасосно-рекуператорної системи становить 67932 грн/рік, а термін окупності складає 3,6 роки.

Виконано розрахунки тепловтрат та тепло надходжень в приміщення, повітрообмін приміщень, повітророзподілення, аеродинамічний розрахунок систем. Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів. Система мікроклімату складається з чотирьох припливно-витяжних систем з пластинчастими рекуператорами та тепловим насосом, однієї припливно-витяжної системи з пластинчатим рекуператором, однієї припливної та шести витяжних систем. Усі повітроводи припливно-витяжних систем прокладаються в теплоізоляції, для запобігання тепловтратам у витяжних та припливних каналах. 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 розташовані у венткамері на даху. Підібрано вентиляційні установки фірми Aerostar та теплові насоси фірми Mitsubishi Electric.

У організаційно-технологічній частині забезпечення реалізації проєктних рішень визначено потрібну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем, 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 780 люд-дні, а тривалість виконання монтажних робіт 38 днів (аркуш 10).

У четвертому розділі визначено шкідливі та небезпечні виробничі чинники, категорію важкості робіт, гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Оцінено умови праці за класами напруженості та важкості.

Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальний кошторис. В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 9777131 грн, кошторисна трудомісткість – 4569 люд-год, кошторисна заробітна плата –219245 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. [Електронний ресурс]- Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/analiz-suchasnogo-stanu-alternativnoi-energetiki-ta-rekomendatsii-po-ekologizatsii-palivno-e>.
2. Ратушняк Г.С., Джеджула В. В., Анохіна К. В. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ. 2010. 29 с.
3. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. [Чинний від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 63 с. (Інформація та документація).
4. Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти: Наказ Міністерства охорони здоров'я від 01.08.2022 р. № 1371. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 листопада 2020 р. за № 1111/35394. С. 30.
5. В. А. Іванішин, О. Д. Панкевич. Використання теплових насосів у енергоефективних системах створення мікроклімату школи. Матеріали науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві-2024». Вінниця, 20-22 листопада 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/viewFile/22575/18>
6. Боженко М.Ф. Енергозбереження в теплопостачанні: текст лекцій для студентів. Київ: НТУУ «КПІ», ТЕФ. 2015. 225 с.
7. Роторні рекуператори [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://aerostar.ua/ua/news/novosti/rotornij-rekuperator-visokofunkcionalnij-regenerativnij-teploobminnik.htm>
8. Безродний М.К., Притула Н. О. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: підручник. Київ. НТУУ «КПІ». 2016. 272 с.
9. Sharmaa V.M., Shena B. J. Reports at the 12th IEA Heat Pump Conference.

Rotterdam. 2017. pp. 29-80.

10. Безродний М.К., Галан М. А. Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення та вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря. Енергетика: економіка, технології, екологія. КП. 2012. № 1. С.15-25.
11. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: навч. посіб. для студ. ВНЗ. №3. Харків. Бурун і К. 2006. 319 с.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Київ. 2010 р. 128 с.
13. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021- 05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.
14. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010. Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей. [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 32 с.
15. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. К.: Мінрегіон України, 2013, 141 с.
16. Ратушняк Г. С. , Ратушняк О. Г. Управління енергозберігаючими проектами термореновації будівель: навч. посібник. Вінниця: УніверсумВінниця, 2009. 131с.
17. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2004. 121 с.
18. Контроль подачі повітря для підвищення рівня енергоефективності в системах примусової вентиляції. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27222/1/Fedorchuk_magistr.pdf
19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Вентиляція та кондиціонування повітря промислових об'єктів» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія». Уклад. В. В. Джеджула. Вінниця. ВНТУ. 2018. 44 с.
20. Шульга М.О., Юхно І.П. Вентиляція та кондиціонування повітря. Навчальний посібник. Харків. ХНАМГ. 2004. 148 с.
21. Вентиляційні установки Aerostar [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. –

- Режим доступу: <https://aerostar.ua/ua/catalogue>.
22. Тепловий насос для підігріву повітря Mitsubishi Electric [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.mitsubishielectric.com.ua/pdf/puhz-shw.pdf>
 23. Каталог дифузорів GSN [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://gsn.net.ua/catalog/anemostaty/>.
 24. Механізовані інструменти [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://leg.co.ua/info/instrumenty-i-mehanizmy/elektricheskie-ruchnyemashiny-i-porohovoy-instrument-dlya-montazha-sistem-avtomatizacii.html>
 25. Технічні характеристики автомашини MAN TGA [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://www.truck1.com.ua/tyagachi/man-tga-33-480-6x4-manuell-a8454427.html>.
 26. Технічні характеристики автомашини Renault Master [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://www.renault.ua/offers/save-buy-new-master.html>.
 27. Перфоратор Bosch GBH 5-40 DCE Professional [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://www.bosch-online.kiev.ua/p11/bosch-gbh5-40dce-0611264000>.
 28. Шуруповерт DF0300 Makita [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://makita.market/elektroinstryment/shurupoverty>.
 29. Компресор Fiac CUBY 6 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://fiac-ukraine.com.ua/ua/p2104119084-bezmaslyanyj-porshnevoj-kompressor.html>
 30. Панкевич. О. Д. Організація будівництва: навчальний посібник. Вінниця. ВНТУ. 2007. 86 с.
 31. Дембіцька С.В., Кобилянська І.М., Кобилянський О.В. Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в кваліфікацій-них роботах здобувачів освітнього ступеня магістра галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво». Вінниця. ВНТУ. 2023. 61 с.

32. ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем [Чинний від 2014-01-01]. Київ. Мінрегіон України, 2013, 29 с.
33. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Чинний від 2012-04-01]. Київ. Мінрегіон України, 2012, 34 с.
34. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
35. ДСН 3.3.6.042–99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>
36. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с
37. ДСН 3.3.6.039–99 " Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації" [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://arm.te.ua/docs/DSN_3.3.6.039-99.pdf
38. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=58073.
39. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 34 с.
40. Лялюк. О.Г. Економіка будівництва: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Вінниця. ВНТУ. 2003. 26с.

ДОДАТКИ

Додаток А – Технічне завдання
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
за темою: «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ
МІКРОКЛІМАТУ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ»

Розробив

ст. гр. ТГ-23м

Іванішин В. А.

Керівник

к.т.н., доц.

Панкевич О. Д.

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи створення мікроклімату призначені для створення оптимальних та комфортних умов, підтримання температурного балансу в приміщеннях будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

МКР виконується згідно теми, затвердженої наказом ректора № 310 від «17» вересня 2024 р., на підставі завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка проектного рішення щодо створення системи мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні креслення, технологічне завдання та нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до система мікроклімату школи наведено в такій нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67-2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»;
- ДСТУ 9191 : 2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;
- ДБН В.2.2-3-2018 «Заклади освіти»;
- ДБН В.1.2-7-2008 «Пожежна безпека»;
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем» .

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробці систем необхідно використовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу систем та можливість їх ремонту чи заміни.

7. Вимоги до систем вентиляції та опалення.

Санітарно – гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур та якості атмосферного повітря.

Економічні – забезпечення мінімуму приведених затрат.

Будівельні – ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем вентиляції та опалення індустриальними методами.

Експлуатаційні – простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність і безперебійність їх роботи.

Естетичні – гармонійне співвідношення із внутрішнім архітектурним дизайном приміщення.

Обов'язковими є такі показники надійності:

- середня виробка обладнання на відмову, яке складає не менше 10 років.

- середній повний строк служби не менше 20 років.

- на виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

Ергономічні вимоги :

- розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби.

- виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточняється на стадії приймальних випробуваннях.

Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в періоді експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО; строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати зі строками обслуговування базового обладнання.

8. Порядок розробки випробувань, приймання систем ТГПів:

На стадії розробки встановлюють відповідно з ДБНВ.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря», ДБН В.2.2-3-2018

9. Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розробка та затвердження із замовником функціональних та принципів схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

Дане технічне завдання може узгоджуватися та доповнюватися в процесі проектування.

10. Етапи при виконання МКР.

Етапи виконання робіт наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Етапи виконання робіт МКР

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	17.09.2024	Виконано
2	Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	30.09.2024	Виконано
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	10.10.2024	Виконано
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	31.10.2024	Виконано
5	Заходи з енергозбереження та безпеки життєдіяльності	14.11.2024	Виконано
6	Техніко – економічні показники проєктних рішень	21.11.2024	Виконано
7	Оформлення графічної частини	28.11.2024	Виконано
8	Попередній захист	03.12.2024	Виконано
9	Виправлення зауважень	06.12.2024	Виконано
10	Відгук опонента (рецензента)	13.12.2024	Виконано
11	Захист МКР	17.12.2024	Виконано

Додаток Б
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра ІСБ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності TURNITIN

Оригінальність 87% Схожість 13%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

☐

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направили на розгляд експертної комісії кафедри.

☐

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку



Слободян Н.М.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою TURNITIN щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Іванішин В. А.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Панкевич О. Д.
(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК В РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ

Таблиця В.1 – Тепловтрати першого поверху

Номер приміщення	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	Найменування захисної конструкції	Орієнтація за сторонами світу	Розмір захисної конструкції, м		Площа захисної конструкції, F, m^2	Коефіцієнт теплопередачі $K=1/R$ $0\text{ф}, \text{Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$	Різниця температур $t_z, ^\circ\text{C}$	Поправочний коефіцієнт, η	Додаткові тепловтрати захисної конструкції, % орієнт вітер зовн стіни двері				сума додат. Втрат	Тепловтрати констр.	Тепловтрати приміщень	S при міщень	h при міщень	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати
101 майстерня		ст	Пд	6,0	3,0	13,2	0,18	42	1	0	5	5	0	10,0	109,5	1987,2	70,0	3,0	2970,2	4957,4
		вк	Пд	2,3	2,1	4,8	1,22	42	1	0	5	0	0	5,0	259,9					
	20	ст	Зх	11,5	3,0	15,2	0,18	42	1	5	5	5	60	75,0	200,8					
		вк	Зх	2,3	2,1	19,3	1,22	42	1	5	5	0	0	10,0	1089,0					
		підл				70,0	0,18	42	1		0			0,0	528,8					
102 майстерня	20	ст	Пн	12,0	3,0	19,2	0,18	42	1	10	5	5	0	20,0	174,2	2236,5	69,8	3,0	2965,1	5201,7
		вк	Пн	2,0	2,1	16,8	1,22	42	1	10	5	0	0	15,0	990,0					
		ст	Зх	5,8	3,0	7,7	0,18	42	1	5	5	5	60	75,0	102,4					
		вк	Зх	2,3	2,1	9,7	1,22	42	1	5	5	0	0	10,0	544,5					
		підл				69,8	0,18	42	1		0			0,0	527,9					
рибно-м'ясний	18	ст	Пн	3,4	3,0	5,9	0,18	42	1	10	5	0	0	15,0	51,6	384,1	11,2	3,0	477,3	861,4
103		вк	Пн	2,0	2,1	4,2	1,22	42	1	10	5	0	0	15,0	247,5					

Продовження таблиці В.1

		підл				11,2	0,18	42	1		0			0,0	85,0					
104																810,1	47,5	3,0	1727,4	2537,4
		ст	Пн	6,0	3,2	10,5	0,18	36	1	10	5	0	0	15,0	78,2					
хол цех	14	вк	Пн	2,0	2,1	8,4	1,22	36	1	10	5	0	0	15,0	424,3					
		підл				47,5	0,18	36	1		0			0,0	307,5					
105																2620,0	127,4	3,0	5410,9	8031,0
		ст	Пн	6,0	3,2	10,5	0,18	42	1	10	5	0	0	15,0	91,3					
столова	20	вк	Пн	2,0	2,1	8,4	1,22	42	1	10	5	0	0	15,0	495,0					
		підл				127,4	0,38	42	1		0			0,0	2033,8					
106		ст	Зх	30,0	3,0	12,9	0,18	42	1	5	5	5	0	15,0	112,2	9340,9	250	3,0	10615,5	19956,4
універс		вк	Зх	23,0	3,0	69,0	1,22	42	1	5	5	0	0	10,0	3889,1					
альний		дв	Зх	1,8	2,2	8,1	1,43	42	1	5	5		0	10,0	534,9					
зал	20	ст	Пн	9,0	3,0	9,0	0,18	42	1	10	5	5	0	20,0	81,6					
		вк	Пн	6,0	3,0	18,0	1,22	42	1	10	5	0	0	15,0	1060,7					
		стел я				250, 0	0,13	42	1						1365,0					
		під.			1	60,0	0,48	42	1						1209,6					
					2	60,0	0,23	42	1						579,6					
					3	60,0	0,12	42	1						302,4					
					4	70,0	0,07	42	1						205,8					
																				86
107		ст	Сх	2,9	3,2	6,5	0,18	42	1	5	5	0	0	10	53,8	746,4	52,9	3,0	2245,8	2992,2
охор	20	вк	Сх	1,3	2,1	2,7	1,22	42	1	5	5	0	0	10	150,3					
		ст	Пн	5,2	3,2	16,4	0,18	42	1	10	5	0	0	15	142,4					
		під.				52,9	0,18	42	1		0			0	399,8					

Продовження таблиці В.1

108 вестиб		ст	Сх	9,0	3,2	12,3	0,18	42	1	5	5	5	0	15	107,3	4645,2				
		вк	Сх	2,1	2,5	5,2	1,22	42	1	5	5	0	0	10	293,5		210, 0	3,0	8917,0	13562,3
	20	дв	Сх	2,0	2,7	10,8	1,43	42	1	5	5	0	0	10	713,5					
		ст	Сх	6,0	3,0	7,7	0,18	15	1	5	5	5	0	15	24,0					
		дв	Сх	1,9	2,7	10,3	1,43	15	1	5	5	0	0	10	242,1					
		ст	Сх	6,0	3,0	18,0	0,18	15	1	5	5	5	0	15	55,9					
		ст	Сх	9,0	3,2	12,8	0,18	42	1	5	5	5	0	15	111,4					
		вк	Сх	2,1	2,5	5,2	1,22	42	1	5	5	0	0	10	292,4					
		дв	Сх	2,0	2,7	10,8	1,43	42	1	5	5	0	0	10	713,5					
		підл			1	60,0	0,48	42	1	0	0			0	1209,6					
					2	50,0	0,23	42	1						483,0					
					3	50,0	0,12	42	1						252,0					
					4	50,0	0,07	42	1						147,0					
109		ст	Сх	2,7	3,0	3,0	0,18	40	1	5	5	0	0	10	23,8					
мед.	18	вк	Сх	1,9	2,1	2,0	1,22	40	1	5	5	0	0	10	107,4	233,7	14,3	3,0	576,3	810,0
		під.				14,3	0,18	40	1						102,6					
110		ст	Сх	8,8	3,2	27,7	0,18	42	1	5	5	5	0	15	241,0	633,6	15,0	3,0	636,9	1270,5
роздяга		ст	Пд	3,0	3,2	5,0	0,18	42	1	0	5	5	0	10	41,9					
льня	22	вк	Пд	2,1	2,1	4,4	1,22	42	1	0	5	0	0	5	237,3					
		підл				15,0	0,18	42	1		0			0	113,4					
																				87
111		ст	Пд	3,0	3,2	5,0	0,18	42	1	0	5	5	0	10	41,9	392,6	15,0	3,0	636,9	1029,5
роздяга	22	вк	Пд	2,1	2,1	4,4	1,22	42	1	0	5	0	0	5	237,3					
льня		підл				15,0	0,18	42	1		0			0	113,4					

Продовження таблиці В.1

112		ст	Пд	18,0	6,5	93,7	0,18	42	1	0	5	0	0	5	743,7	3740,8	151,7	6,5	13956,6	17697,4
гімнаст	20	вк	Пд	1,9	2,1	23,3	1,22	42	1	0	5	0	0	5	1254,1					
зала		підл			зо	50,0	0,48	42	1		0			0	1008,0					
					зон	50,0	0,23	42	1						483,0					
						50,0	0,12	42	1						252,0					
113 виклад		ст	Пд	3,3	3,2	5,57	0,18	42	1	0	5	0	0	5	44,2	378,2	9,8	3,0	416,6	794,8
	20	вк	Пд	2,3	2,1	4,8	1,22	42	1	0	5	0	0	5	259,9					
		підл				9,8	0,18	42	1		0			0	74,2					
		ст	Пд	2,0	3,2	2,5	0,18	40	1	0	5	0	0	5	19,1	521,9	15,0	3,0	606,6	1128,5
114 завант	18	дв	Пд	1,8	2,1	3,8	1,22	40	1	0	5	0	70	75	322,8					
		підл				15,0	0,18	40	1	0	0	0	0	0	108,0					
		стеля				15,0	0,12	40	1	0	0	0	0	0	72,0					
115		ст	Пд	2,0	3,2	2,0	0,18	42	1	0	5	0	60	65	24,7	332,7	10,0	3,0	424,6	757,3
гардероб	20	вк	Пд	1,6	2,7	4,3	1,22	42	1	0	5	0	0	5	232,4					
		підл				10,0	0,18	42	1		0			0	75,6					
116		ст	Пд	3,3	3,2	5,57	0,18	42	1	0	5	0	0	5	44,2	415,5	14,8	3,0	626,3	1041,9
праця	20	вк	Пд	2,3	2,1	4,8	1,22	42	1	0	5	0	0	5	259,9					
		підл				14,8	0,18	42	1		0			0	111,5					

Таблиця В.2 – Тепловтрати другого поверху

Номер приміщення	$t_v, ^\circ\text{C}$	Найменування захисної конструкції	Орієнтація за сторонами світу	Розмір захисної конструкції, м		Площа захисної конструкції, F, m^2	Коефіцієнт теплопередачі $K=1/R$ $0\text{ф, Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$	Різниця температур $t_z, ^\circ\text{C}$	Поправочний коефіцієнт, n	Додаткові тепловтрати захисної конструкції, % орієнт вітер зовн стіни двері				сума додат. Втрат	Тепловтрати констр.	Тепловтрати приміщень	S приміщень	h приміщень	Тепловтрати на вентиляцію	Загальні тепловтрати
	20	ст	Зх	11,7	3,5	22,22	0,18	42	1	5	5	5	0	15	193,2	2040,6	70,46	3,3	3291,1	5331,6
201		вк	Зх	2,2	2,1	18,73	1,22	42	1	5	5	0	0	10	1055,8					
біологія		ст	Пд	6,0	3,5	16,32	0,18	42	1	0	5	5	0	10	135,7					
		вк	Пд	2,2	2,1	4,68	1,22	42	1	0	5	0	0	5	252,0					
		стеля				70,46	0,13	42	1		5			5	403,9					
	18	ст	Зх	3,0	3,5	5,82	0,18	40	1	5	5	0	0	10	46,1	392,5	17,40	3,3	774,0	1166,5
202		вк	Зх	2,2	2,1	4,68	1,22	40	1	5	5	0	0	10	251,4					
лаборант		стеля				17,4	0,13	40	1		5			5	95,0					
203 іноземна		ст	Сх	5,5	3,5	14,36	0,18	42	1	5	5	0	0	10	119,4	1003,0				
		вк	Сх	2,3	2,1	4,89	1,22	42	1	5	5	0	0	10	275,8		32,87	3,3	1535,3	2538,3
	20	ст	Пн	6,0	3,5	16,11	0,18	42	1	10	5	0	0	15	140,0					
		вк	Пн	2,3	2,1	4,89	1,22	42	1	10	5	0	0	15	288,3					
		стеля				32,87	0,13	42	1		0			0	179,5					
204 укр мова		ст	Сх	9,0	3,5	16,82	0,18	42	1	0	5	0	0	5	133,5	1219,6				
		вк	Сх	2,3	2,1	14,68	1,22	42	1	0	5	0	0	5	789,8		54,27	3,3	2534,9	3754,5

		стеля				54,27	0,13	42	1		0			0	296,3					
205 укр мова		ст	Сх	9,0	3,5	16,82	0,18	42	1	0	5	0	0	5	133,5	1219,6				
		вк	Сх	2,3	2,1	14,68	1,22	42	1	0	5	0	0	5	789,8		54,27	3,3	2534,9	3754,5
	20	стеля				54,27	0,13	42	1		0			0	296,3					
206 ресурсна кімната		ст	Сх	6,0	3,5	11,21	0,18	42	1	0	5	0	0	5	89,0	801,2				
		вк	Сх	2,3	2,1	9,79	1,22	42	1	0	5	0	0	5	526,5		34,00	3,3	1588,1	2389,2
	20	стеля				34	0,13	42	1		0			0	185,6					
207 історія		ст	Сх	8,8	3,5	16,31	0,18	42	1	5	5	5	0	15	141,8	1822,7				
		вк	Сх	2,3	2,1	14,49	1,22	42	1	5	5	0	0	10	816,7		51,75	3,3	2417,1	4239,9
	20	стеля				51,75	0,13	42	1	0	0	0	0	0	282,6					
		ст	Пд	6,2	3,5	12,88	0,18	42	1	0	5	5	0	10	107,1					
		вк	Пд	2,1	2,1	8,82	1,22	42	1	0	5	0	0	5	474,5					
		ст	Пн	3,0	3,5	5,82	0,18	42	1	10	5	5	0	20	52,8	7710,3	306,9 1	3,3	2730,5	10440,8
208 коридор	20	вк	Пн	2,2	2,1	4,68	1,22	42	1	10	5	0	0	15	276,0					
		ст	Пн	29,0	3,5	60,13	0,18	42	1	10	5	5	0	20	545,5					
		вк	Пн	2,0	2,1	41,37	1,22	42	1	10	5	0	0	15	2437,8					
		ст	Зх	28,9	3,5	62,65	0,18	42	1	5	5	5	0	15	544,7					
		вк	Зх	1,8	2,1	38,64	1,22	42	1	5	5	0	0	10	2177,9					
		стеля				306,91	0,13	42	1		0			0	1675,7					

[illegible]

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 Розрахунок повітророзподілення майстерні
розрахунок повітророзподілення
припливні повітророзподільники

кількість повітророзподільників 5

розрахункова продуктивність, м3/ 510

припливне повітря, м3/год 510

витяжне повітря, м3/год

к-ть повітря на 1 повітророзп., м3 102

розрахункова площа однієї решітки 0,16

розрахунковий діаметр решітки, м 0,451

розрахунковий діаметр решітки, мм 451

фактична площа решітки, м2 0,02

еквівалентний діаметр решітки, м 0,15

еквівалентний діаметр решітки, мм

або розм
0,0225
0,15
0,15

задана шв витікання з повітророзп. 1,5

фактична шв витоку з повітророзп. 1,60

відстань від повітророзподільника до
робочої зони, м 3,00

шв на осі струмини в т. входу в Рс 0,21

нормативна шв входу (за ДБН), м 0,12-0,24

Таблиця Г.2 Розрахунок повітророзподілення спортзалу
 розрахунок повітророзподілення
 припливні повітророзподільники

кількість повітророзподільників 5

розрахункова продуктивність, м3/ 2550
 припливне повітря, м3/год 2550
 витяжне повітря, м3/год

к-ть повітря на 1 повітророзп., м3 510

розрахункова площа однієї решітки 0,25
 розрахунковий діаметр решітки, м 0,564
 розрахунковий діаметр решітки, м 250

фактична площа решітки, м2	0,25	або розм 0,23523
еквівалентний діаметр решітки, м	0,564	0,485
еквівалентний діаметр решітки, мм		0,485

задана шв витікання з повітророзп 1,5
 фактична шв витоку з повітророзп 0,57

відстань від повітророзподільника до
 робочої зони, м 6,00

шв на осі струмини в т. входу в Рс 0,13
 нормативна шв входу (за ДБН), м 0,12-0,24

Таблиця Г.3 Розрахунок повітророзподілення універсального холу
 розрахунок повітророзподілення
 припливні повітророзподільники

кількість повітророзподільників 8

розрахункова продуктивність, м3/ 4000
 припливне повітря, м3/год 4000
 витяжне повітря, м3/год

к-ть повітря на 1 повітророзп., м3 500

розрахункова площа однієї решітки 0,16
 розрахунковий діаметр решітки, м 0,451
 розрахунковий діаметр решітки, м 451

фактична площа решітки, м2 0,16
 еквівалентний діаметр решітки, м 0,4
 еквівалентний діаметр решітки, мм

або розм	
0,16	0,16
0,4	0,4
0,4	0,4

задана шв витікання з повітророзп 1,5
 фактична шв витоку з повітророзп 1,11

відстань від повітророзподільника до
 робочої зони, м 3,80

шв на осі струмینی в т. входу в Рс 0,25
 нормативна шв входу (за ДБН), м 0,12-0,24

Таблиця Г.4 Розрахунок повітророзподілення їдальні
 розрахунок повітророзподілення
 припливні повітророзподільники

кількість повітророзподільників 8

розрахункова продуктивність, м3/ 6300
 припливне повітря, м3/год 6300
 витяжне повітря, м3/год

к-ть повітря на 1 повітророзп., м3 787,5

розрахункова площа однієї решітк 0,235
 розрахунковий діаметр решітки, м 0,547
 розрахунковий діаметр решітки, м 547

фактична площа решітки, м2	0,24	або розм 0,23523
еквівалентний діаметр решітки, м	0,49	0,485
еквівалентний діаметр решітки, мм		0,485

задана шв витікання з повітророзп 1,5

фактична шв витоку з повітророзп 1,16

відстань від повітророзподільника до
 робочої зони, м 2,80

шв на осі струмینی в т. входу в Рс 0,25

нормативна шв входу (за ДБН), м 0,12-0,24

ДОДАТОК Д

Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

							Припливна система П	ПВ1								
№	витрата	довжина	сума кмо		b або діам	Fроз	Fстанд	Vреком	vфакт	гідр радіус DL	Re	шорсткiсть	лямбда	Рд	повні втрати дельта Р	
0-1	110	5,00	4,2		125	0,006	0,012	5,00	2,49	0,13	19960	0,1	0,1041	0,0	0,0	
1-2	220	4,00	1,2		160	0,012	0,020	5,00	3,04	0,16	31188	0,1	0,0979	0,0	0,0	
2-3	440	1,50	1,5		200	0,024	0,031	5,00	3,89	0,20	49901	0,1	0,0926	0,0	0,0	
3-4	510	2,00	9,3		200	0,028	0,031	5,00	4,51	0,20	57840	0,1	0,0926	0,0	0,0	
							Відгалуження									0,0
5-6	110	2,50	1,2		125	0,006	0,012	5,00	2,49	0,13	19960	0,1	0,1041	0,0	0,0	
6-2	220	7,80	3,5		160	0,012	0,020	5,00	3,04	0,16	31188	0,1	0,0979	0,0	0,0	
							Вігалудження									
7-3	70	9,10	2,4		100	0,004	0,008	5,00	2,48	0,10	15878	0,1	0,1101	3,7	45,7	
							Витяжна система	ПВ1								
0-1	110	5,50	4,2		125	0,006	0,012	5,00	2,49	0,13	19960	0,1	0,1041	0,0	0,0	
1-2	220	10,00	2,7		160	0,012	0,020	5,00	3,04	0,16	31188	0,1	0,0979	5,5	48,9	
2-3	510	2,00	9,3		200	0,028	0,031	5,00	4,51	0,20	57840	0,1	0,0926	12,2	124,9	
							Відгалуження									173,8
4-5	110	3,80	1,2		125	0,006	0,012	5,00	2,49	0,13	19960	0,1	0,1041	3,7	16,3	
5-6	220	3,00	1,5		160	0,012	0,020	5,00	3,04	0,16	31188	0,1	0,0979	5,5	18,5	
6-3	290	1,00	1,5		160	0,016	0,020	5,00	4,01	0,16	41112	0,1	0,0979	9,6	20,4	
							Припливна система П	ПВ2								
0-1	500	3,00	4,2		250	0,028	0,049	5,00	2,83	0,25	45364	0,1	0,0876	4,8	25,2	
1-2	1000	3,00	1,7	300	250	0,056	0,075	5,00	3,70	0,27	64747	0,1	0,0857	8,2	21,7	
2-3	1500	3,00	1,7	400	250	0,083	0,100	5,00	4,17	0,31	82179	0,1	0,0831	10,4	26,1	
3-4	2000	3,00	1,7	500	250	0,111	0,125	5,00	4,44	0,33	94963	0,1	0,0815	11,9	28,8	
4-5	2500	2,50	1,3	600	250	0,139	0,150	5,00	4,63	0,35	104739	0,1	0,0803	12,9	24,0	
5-6	2550	9,00	9,3	600	250	0,142	0,150	5,00	4,72	0,35	106833	0,1	0,0803	13,4	151,8	
							Відгалуження									277,8
7-2	500	2,00	1,2		250	0,028	0,049	5,00	2,83	0,25	45364	0,1	0,0876	4,8	9,1	
							Відгалуження									
8-5	50	7,20	1,2		100	0,003	0,008	5,00	1,77	0,10	11341	0,1	0,1102	1,9	17,2	
							Витяжна система	ПВ2								

0-1	600	1,20	4,2		315	0,033	0,078	5,00	2,14	0,32	43204	0,1	0,0827	2,7	12,4
1-2	1200	1,20	1,7	600	250	0,067	0,150	5,00	2,22	0,35	50275	0,1	0,0803	3,0	5,8
2-3	1800	2,50	1,3	600	250	0,100	0,150	5,00	3,33	0,35	75412	0,1	0,0803	6,7	12,5
3-4	2400	9,00	2,5	600	250	0,133	0,150	5,00	4,44	0,35	100549	0,1	0,0803	11,9	53,9
4-5	2450		9,3	600	250	0,136	0,150	5,00	4,54	0,35	102644	0,1	0,0803	12,4	114,9
							Відгалудження								199,5
6-3	50	6,00	1,5		250	0,003	0,049	5,00	0,28	0,25	4536	0,1	0,0883	0,0	0,2
							Припливна система П	ПВ3							
0-1	750	3,50	4,2		400	0,042	0,126	5,00	1,66	0,40	42529	0,1	0,0779	1,7	8,1
1-2	1550	3,00	1,7	600	250	0,086	0,150	5,00	2,87	0,25	45998	0,1	0,0876	0,0	0,0
2-3	2350	3,00	1,3	700	250	0,131	0,175	5,00	3,73	0,25	59776	0,1	0,0875	0,0	0,0
3-4	3150	4,50	9,2	700	250	0,175	0,175	5,00	4,80	0,25	76920	0,1	0,0875	0,0	0,0
4-5	6300	1,50	1,3	700	500	0,350	0,350	5,00	5,00	0,50	160250	0,1	0,0736	0,0	0,0
							Відгалудження								8,1
6-7	750	3,50	4,2		400	0,042	0,126	5,00	1,66	0,40	42529	0,1	0,0779	1,7	8,1
7-8	1550	3,00	1,7	600	250	0,086	0,150	5,00	2,87	0,25	45998	0,1	0,0876	0,0	0,0
8-9	2350	3,00	1,3	700	250	0,131	0,175	5,00	3,73	0,25	59776	0,1	0,0875	0,0	0,0
9-4	3150	2,50	9,2	700	250	0,175	0,175	5,00	4,80	0,25	76920	0,1	0,0875	0,0	0,0
							Витяжна система	ПВ3							
0-1	400	2,90	4,2		250	0,022	0,049	5,00	1,89	0,25	30287	0,1	0,0876	2,1	11,2
1-2	800	2,00	1,3	400	250	0,044	0,100	5,00	2,22	0,25	35611	0,1	0,0876	0,0	0,0
2-3	1200	2,00	1,7	400	250	0,067	0,100	5,00	3,33	0,25	53417	0,1	0,0875	0,0	0,0
3-4	1600	2,00	1,3	500	250	0,089	0,125	5,00	3,56	0,25	56978	0,1	0,0875	0,0	0,0
4-5	2000	5,50	9,3	500	250	0,111	0,125	5,00	4,44	0,25	71222	0,1	0,0875	0,0	0,0
															11,2
							Припливна система П	ПВ4							
0-1	500	4,00	4,9		400	0,028	0,126	5,00	1,11	0,40	28353	0,1	0,0780	0,7	4,2
1-2	1000	3,00	1,7	400	250	0,056	0,100	5,00	2,78	0,25	44514	0,1	0,0876	4,6	12,7
2-3	1500	3,00	1,7	500	250	0,083	0,125	5,00	3,33	0,25	53417	0,1	0,0875	6,7	18,3
3-4	2000	2,20	0,5	600	250	0,111	0,150	5,00	3,70	0,25	59352	0,1	0,0875	8,2	10,5
4-5	4000	4,00	8,50	600	500	0,222	0,300	5,00	3,70	0,50	118704	0,1	0,0736	8,2	74,8
							Відгалудження								120,5
6-7	500	4,00	4,9		400	0,028	0,126	5,00	1,11	0,40	28353	0,1	0,0780	0,7	4,2
7-8	1000	3,00	1,7	500	250	0,056	0,125	5,00	2,22	0,25	35611	0,1	0,0876	3,0	8,2
8-9	1500	3,00	1,7	600	250	0,083	0,150	5,00	2,78	0,25	44514	0,1	0,0876	4,6	12,7
9-4	2000	2,70	0,5	600	500	0,111	0,300	5,00	4,80	0,50	153840	0,1	0,0736	13,8	12,4
							Витяжна система	ПВ4							
0-1	500	4,00	4,2		400	0,028	0,126	5,00	1,11	0,40	28353	0,1	0,0780	0,7	3,7
1-2	1000	3,00	1,7	400	250	0,056	0,100	5,00	2,78	0,25	44514	0,1	0,0876	4,6	12,7
2-3	1500	3,00	1,7	500	250	0,083	0,125	5,00	3,33	0,25	53417	0,1	0,0875	6,7	18,3
3-4	2000	2,50	0,5	600	250	0,111	0,150	5,00	3,70	0,25	59352	0,1	0,0875	8,2	11,3

4-5	4000	4,00	8,50	600	500	0,222	0,300	5,00	3,70	0,50	118704	0,1	0,0736	8,2	74,8
							Відгалудження								120,9
6-7	500	4,00	4,2		400	0,028	0,126	5,00	1,11	0,40	28353	0,1	0,0780	0,7	3,7
7-8	1000	3,00	1,7	500	250	0,056	0,125	5,00	2,22	0,25	35611	0,1	0,0876	3,0	8,2
8-9	1500	3,00	1,7	600	250	0,083	0,150	5,00	2,78	0,25	44514	0,1	0,0876	4,6	12,7
9-4	2000	2,30	0,5	600	500	0,111	0,300	5,00	4,80	0,50	153840	0,1	0,0736	13,8	11,6
							Припливна система П	ПВ5							
0-1	300	8,00	4,2	400	200	0,017	0,080	5,00	1,04	0,20	13354	0,1	0,0927	0,7	5,1
1-2	675	4,00	0,5	400	200	0,038	0,080	5,00	2,34	0,20	30047	0,1	0,0926	3,3	7,8
2-3	1050	4,50	0,1	500	200	0,058	0,100	5,00	2,92	0,20	37392	0,1	0,0926	5,1	11,1
3-4	1425	5,40	0,5	500	200	0,079	0,100	5,00	3,96	0,20	50746	0,1	0,0926	9,4	28,2
4-5	1800	4,50	0,4	500	250	0,100	0,125	5,00	4,00	0,25	64100	0,1	0,0875	9,6	19,0
5-6	2175	3,50	0,5	600	250	0,121	0,150	5,00	4,03	0,25	64545	0,1	0,0875	9,7	16,8
6-7	2295	6,00	8,0	600	250	0,128	0,150	5,00	4,25	0,25	68106	0,1	0,0875	10,8	109,5
7-8	5570	4,50	1,3	900	300	0,309	0,270	5,00	4,80	0,30	92304	0,1	0,0836	13,8	35,3
8-32	7400	6,00	8,5	900	500	0,411	0,450	5,00	4,80	0,50	153840	0,1	0,0736	13,8	129,7
							Відгалудження								362,5
22-23	300	3,00	4,5	400	200	0,017	0,080	5,00	1,04	0,20	13354	0,1	0,0927	0,7	3,8
23-24	600	9,00	1,6	400	200	0,033	0,080	5,00	2,08	0,20	26708	0,1	0,0926	2,6	15,0
24-25	1400	9,00	1,8	500	200	0,078	0,100	5,00	3,89	0,20	49856	0,1	0,0926	9,1	54,1
25-26	2200	9,50	1,8	600	250	0,122	0,150	5,00	4,07	0,25	65287	0,1	0,0875	10,0	51,1
26-7	2550	5,00	1,80	600	250	0,142	0,150	5,00	4,72	0,25	75674	0,1	0,0875	13,4	47,5
							Відгалудження								
27-28	400	3,00	3,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	5,7
28-24	800	3,00	0,7	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	9,7
							Відгалудження								
29-30	400	3,00	3,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	5,7
30-25	800	3,00	0,7	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	9,7
		4,00			315		Відгалудження								
9-10	400	5,00	4,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	7,9
10-11	800	13,00	1,1	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	33,0
11-12	1200	7,50	1,7	500	200	0,067	0,100	5,00	3,33	0,20	42733	0,1	0,0926	6,7	34,5
12-13	1255	4,50	1,3	500	200	0,070	0,100	5,00	3,49	0,20	44692	0,1	0,0926	7,3	24,7
13-14	1310	3,50	1,30	500	200	0,073	0,100	5,00	3,64	0,20	46651	0,1	0,0926	7,9	23,2
14-15	2010	4,00	1,7	600	250	0,112	0,150	5,00	3,72	0,25	59649	0,1	0,0875	8,3	25,8
15-16	2065	3,50	1,3	600	250	0,115	0,150	5,00	3,82	0,25	61281	0,1	0,0875	8,8	22,2
16-17	2320	15,20	1,3	600	250	0,129	0,150	5,00	4,30	0,25	68848	0,1	0,0875	11,1	73,3
17-8	3120	2,00	1,7	700	250	0,173	0,175	5,00	4,95	0,25	79362	0,1	0,0875	14,7	35,3
							Відгалудження								
18-19	200	6,00	4,5		250	0,011	0,049	5,00	1,13	0,25	18146	0,1	0,0877	0,8	5,1
19-11	400	15,00	3,7	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	12,3
							Відгалудження								

20-21	350	4,50	4,5	400	200	0,019	0,080	5,00	1,22	0,20	15580	0,1	0,0927	0,9	5,8
21-14	700	12,00	1,7	400	200	0,039	0,080	5,00	2,43	0,20	31160	0,1	0,0926	3,5	25,7
							Відгалудження								
31-32	400	3,00	4,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	6,8
32-17	800	10,30	3,3	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	37,4
							Витяжна система	ПВ5							
0-1	300	9,00	8,2	400	200	0,017	0,080	5,00	1,04	0,20	13354	0,1	0,0927	0,7	8,1
1-2	800	5,00	1,8	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	19,0
2-3	1300	6,50	1,3	500	200	0,072	0,100	5,00	3,61	0,20	46294	0,1	0,0926	7,8	33,7
3-4	1800	9,50	1,3	500	250	0,100	0,125	5,00	4,00	0,25	64100	0,1	0,0875	9,6	44,4
4-5	4350	3,00	7,6	900	300	0,242	0,270	5,00	4,48	0,30	86060	0,1	0,0836	12,0	101,4
5-20	7370	6,00	8,5	900	500	0,409	0,450	5,00	4,55	0,50	145808	0,1	0,0736	12,4	116,5
							Відгалудження								323,1
15-16	300	3,00	4,5	400	200	0,017	0,080	5,00	1,04	0,20	13354	0,1	0,0927	0,7	3,8
16-17	600	12,00	1,7	400	200	0,033	0,080	5,00	2,08	0,20	26708	0,1	0,0926	2,6	18,9
17-18	1400	8,50	1,7	500	200	0,078	0,100	5,00	3,89	0,20	49856	0,1	0,0926	9,1	51,1
18-19	2200	3,00	1,3	600	250	0,122	0,150	5,00	4,07	0,25	65287	0,1	0,0875	10,0	23,4
19-4	2550	3,00	1,3	600	250	0,142	0,150	5,00	4,72	0,25	75674	0,1	0,0875	13,4	31,4
							Відгалудження								
29-30	400	3,00	4,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	6,8
30-17	800	3,00	0,5	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	8,7
							Відгалудження								
31-32	400	3,00	4,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	6,8
32-18	800	3,00	0,5	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	8,7
							Відгалудження								
35-19	350	9,00	4,5		250	0,019	0,049	5,00	1,98	0,25	31755	0,1	0,0876	2,4	18,0
							Відгалудження								
6-7	400	5,00	8,2	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	12,2
7-8	800	12,00	4,2	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	45,2
8-9	855	3,00	1,7	400	200	0,048	0,080	5,00	2,97	0,20	38059	0,1	0,0926	5,3	16,3
9-10	1255	1,50	1,3	500	200	0,070	0,100	5,00	3,49	0,20	44692	0,1	0,0926	7,3	14,5
10-11	1310	4,50	1,3	500	200	0,073	0,100	5,00	3,64	0,20	46651	0,1	0,0926	7,9	26,9
11-12	2110	3,00	1,7	600	250	0,117	0,150	5,00	3,91	0,25	62616	0,1	0,0875	9,2	25,2
12-13	2165	3,50	1,3	600	250	0,120	0,150	5,00	4,01	0,25	64248	0,1	0,0875	9,6	24,4
13-14	2220	17,00	1,3	600	250	0,123	0,150	5,00	4,11	0,25	65881	0,1	0,0875	10,1	73,5
14-5	3020	6,50	2,1	800	250	0,168	0,200	5,00	4,19	0,25	67216	0,1	0,0875	10,6	46,2
															284,4
							Відгалудження								
22-23	200	1,00	4,5		250	0,011	0,049	5,00	1,13	0,25	18146	0,1	0,0877	0,8	3,7
23-9	400	9,50	1,5	400	200	0,022	0,080	5,00	1,39	0,20	17806	0,1	0,0927	1,2	6,8
							Відгалудження								

24-25	350	7,00	4,5		250	0,019	0,049	5,00	1,98	0,25	31755	0,1	0,0876	2,4	16,4
25-26	700	4,00	0,5	400	200	0,039	0,080	5,00	2,43	0,20	31160	0,1	0,0926	3,5	8,3
26-11	800	3,50	0,5	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	9,8
							Відгалуження								
27-28	400	3,00	4,5		250	0,022	0,049	5,00	2,26	0,25	36292	0,1	0,0876	3,1	17,1
28-14	800	14,00	4,2	400	200	0,044	0,080	5,00	2,78	0,20	35611	0,1	0,0926	4,6	49,4
							Припливна система П	П1							#ДЕЛ/0!
0-1	460	1,00	2,1	500	200	0,026	0,100	5,00	1,28	0,20	16381	0,1	0,0927	1,0	2,5
1-2	920	1,00	0,8	500	200	0,051	0,100	5,00	2,56	0,20	32762	0,1	0,0926	3,9	4,9
2-3	1380	7,50	3,2	500	200	0,077	0,100	5,00	3,83	0,20	49143	0,1	0,0926	8,8	58,8
3-4	1580	4,50	2,8	500	200	0,088	0,100	5,00	4,39	0,20	56266	0,1	0,0926	11,6	56,4
4-5	1720	4,50	7,6	500	200	0,096	0,100	5,00	4,78	0,20	61251	0,1	0,0925	13,7	132,6
							Витяжна система	B1							
0-1	100	12,00	13,5		100	0,006	0,008	5,00	3,54	0,10	22682	0,1	0,1101	7,5	200,7
							Витяжна система	B2							
0-1	25	1,00	4,5		100	0,001	0,008	5,00	0,88	0,10	5671	0,1	0,1103	0,5	2,6
1-2	50	1,50	1,7		100	0,003	0,008	5,00	1,77	0,10	11341	0,1	0,1102	1,9	6,3
2-3	100	4,50	1,5		100	0,006	0,008	5,00	3,54	0,10	22682	0,1	0,1101	7,5	48,5
3-4	200	22,00	7,6		160	0,011	0,020	5,00	2,76	0,16	28353	0,1	0,0979	4,6	96,6
							Витяжна система	м.в							154,0
0-1	460	1,00	6,5		250	0,026	0,049	5,00	2,60	0,25	41735	0,1	0,0876	4,1	27,9
1-2	920	1,50	1,7		315	0,051	0,078	5,00	3,28	0,32	66247	0,1	0,0826	6,5	13,5
2-3	1380	4,50	1,5		315	0,077	0,078	5,00	4,92	0,32	99370	0,1	0,0826	14,5	38,9
							Витяжна система	B3							
0-1	50	1,00	3,2		100	0,003	0,008	5,00	1,77	0,10	11341	0,1	0,1102	1,9	8,1
1-2	100	2,00	1,7		125	0,006	0,012	5,00	2,26	0,13	18146	0,1	0,1042	3,1	10,4
2-3	150	8,00	1,5		125	0,008	0,012	5,00	3,40	0,13	27219	0,1	0,1041	6,9	56,5
3-4	250	14,00	7,6		160	0,014	0,020	5,00	3,46	0,16	35441	0,1	0,0979	7,2	115,8
							Витяжна система	B4							
0-1	100	1,00	3,2		100	0,006	0,008	5,00	3,54	0,10	22682	0,1	0,1101	7,5	32,3
1-2	170	34,00	7,7		125	0,009	0,012	5,00	3,85	0,13	30848	0,1	0,1041	8,9	320,3
							Витяжна система	B5							
0-1	30	1,00	3,2		100	0,002	0,008	5,00	1,06	0,10	6805	0,1	0,1103	0,7	2,9
1-2	60	3,00	1,7		100	0,003	0,008	5,00	2,12	0,10	13609	0,1	0,1101	2,7	13,5
2-3	110	5,00	3,2		100	0,006	0,008	5,00	3,89	0,10	24950	0,1	0,1101	9,1	79,1
3-4	140	5,00	7,3		100	0,008	0,008	5,00	4,95	0,10	31755	0,1	0,1101	14,7	188,5
							Витяжна система	B6							
0-1	50	2,00	3,2		100	0,003	0,008	5,00	1,77	0,10	11341	0,1	0,1102	1,9	10,1
1-2	100	10,00	1,7		100	0,006	0,008	5,00	3,54	0,10	22682	0,1	0,1101	7,5	95,5
2-3	200	2,00	1,7		160	0,011	0,020	5,00	2,76	0,16	28353	0,1	0,0979	4,6	13,4
3-4	300	2,00	1,3		160	0,017	0,020	5,00	4,15	0,16	42529	0,1	0,0979	10,3	26,0

[illegible]

ДОДАТОК Ж

Відомість обладнання та матеріалів

								110
Пози- ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виrodu, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини- ця вимірю- вання	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
PB1	Припливно-витяжна установка в складі:	GreenSTR-7		Aerostar	компл.	1	107	
	-вставки гнучкі;							
	-клапани RDES 200–220;							
	- електричні калорифери;							
	-фільтри G4 ;							
	-пластинчатий рекупатор;							
	- припливний вентилятор;							
	- витяжний вентилятор							
	Дифузор стельовий 150х150 з підключенням Ø125	ПДК-6		ФОП Григоренко	шт	8		
	Дифузор стельовий 150х150 з підключенням Ø100	ПДК-6			шт	2		
	Решітка зовнішня	ЗР 300х300			шт	2		
	Дросель клапан Ø125	ДКК 125			шт	8		
	Дросель клапан Ø100	ДКК 100			шт	2		
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø100				м	13		
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø125				м	22		
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø160				м	26		
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø200				м	30		
	Гнучкий повітровід терmostійку ізольований Ø100				м	1		
	Гнучкий повітровід терmostійку ізольований Ø125				м	4		
	Рулонна самоклеюча теплоізоляція δ=10мм	K-FLEX ST DUCT ALU AD			м³	0,6		
	Шумоглушник Ø200	RMN 200/S		Aerostar	шт	2		

інф. № ориг.

Підпис і дата

Зам. інф. №

Змін

Кільк

Арк

№ док

Підпис

Дата

Арк.

1

									111
Пози- ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини- ця вимірю- вання	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ПВ2	Припливно-витяжна установка в складі:	GreenSTR-3		Aerostar	компл.	1	699		
	–вставки гнучкі;								
	–клапани регулюючі 460х350;								
	–фільтри G4 там M5 ;								
	–пластинчатий рекуператор;								
	– тепловий насос;								
	– припливний вентилятор;								
	– витяжний вентилятор;								
	– шумопоглиначі;								
	– автоматика								
	Дифузор стельовий круглий з підключенням Ø250	SDØ250/G			шт	9			
	Дифузор стельовий 150х150 з підключенням Ø100	ПДК-6		ФОП Григоренко	шт	2			
	Дросель клапан Ø100	ДКК 100			шт	2			
	Дросель клапан Ø250	ДКК 250			шт	9			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В” Ø100				м	20			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В” Ø250				м	11			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В” 300х250				м	3,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В” 400х250				м	3,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В” 500х250				м	3,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В” 700х250				м	26			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований Ø100				м	1			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований Ø250				м	2,5			
Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
			Змін	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	2

Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

						Арк.
Змін	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	3

									113
Пози- ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини- ця вимірю- вання	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Рулонна самоклеюча теплоізоляція δ=10мм	K-FLEX ST DUCT ALU AD			м³	1,35			
	Мат прошивний з мінвати δ=30мм				м³	1,2			
	Сітка металева кр. 10х10мм оцинкована				м2	2			
	Лючки для заміру параметрів повітря	ЛП			шт	3			
	Клапан універсальний протипожежний EI 90 нормально відкритий	FPD-90-500х250-0-M24-T-2F		ТОВ "Вент-Сервіс"	шт	1			
	Клапан універсальний протипожежний EI 90 нормально відкритий	FPD-90-700х250-0-M24-T-2F			шт	2			
ПВ4	Припливно-витяжна установка в складі:	GreenSTR-7		Aerostar	компл.	1			
	-вставки гнучкі;								
	-клапани регулюючі 670х530;								
	- тепловий насос;								
	-фільтри G4 та M5 ;								
	-пластинчатий рекуператор;								
	-зовнішній блок;								
	- припливний вентилятор;								
	- шумоглушники;								
	- автоматика;								
	- витяжний вентилятор								
	Дифузор стельовий 400х400 з підключенням Ø200	ПДК-16		ФОП Григоренко	шт	16			
	Сітка металева кр. 10х10мм оцинкована				м2	2			
	Дросель клапан Ø400	ДКК 400			шт	16			
	Клапан універсальний протипожежний EI 90 нормально відкритий	FPD-90-600х500-0-M24-T-2F		ТОВ "Вент-Сервіс"	шт	2			
Інв. № орг.	Підпис і дата								Арк.
Змін	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата				4

									114
Пози- ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини- ця вимірю- вання	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" ϕ100				м	21	1086		
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" 500х250				м	13			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" 400х250				м	13,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" 600х250				м	12,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" 600х500				м	23			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований ϕ400				м	8			
	Рулонна самоклеюча теплоізоляція δ=10мм	K-FLEX ST DUCT ALU AD			м ³	0,4			
	Мат прошивний з мінвати δ=30мм				м ³	0,9			
PB5	Припливно-витяжна установка в складі:	GreenSTR-7		Aerostar	компл.	1			
	-вставки гнучкі;								
	-клапани регулюючі 670х530;								
	- тепловий насос;								
	-фільтри G4 та M5 ;								
	-пластинчатий рекуператор;								
	-зовнішній блок;								
	- припливний вентилятор;								
	- шумоглушники;								
	- атоматика;								
	- витяжний вентилятор								
	Анемостат	DVS100			шт	2			
	Дифузор стельовий 150х150	ПДК-6		ФОП Григоренко	шт	16			
	Дифузор стельовий 225х225	ПДК-9			шт	25			
	Дифузор стельовий 300х300	ПДК-12			шт	3			
	вентиляційна решітка	P 400х150			шт	5			
						шт	16		
Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
			Змін	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	5

Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

							Арк.
Змін	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата		7

									116
Пози-ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини-ця вимірю-вання	Кіль-кість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
В1	Вентилятор відцентровий каналний	RV 100L		Aerostar	шт	1			
	Гнучка вставка				шт	2			
	Клапан протипожежний	КПУ-1Н-О-Н-100-2*ф-1*МП24			шт	1			
	Клапан зворотній	ЗК100			шт	1			
	Дифузор стельовий 150х150 з підключенням Ø100	ПДК-6		ФОП Григоренко	шт	1			
	Дросель клапан Ø100	ДКК 100			шт	1			
	Вентиляційний зонт				шт	1			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований Ø100				м	0,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø100				м	10			
В2	Вентилятор відцентровий каналний	RV 160L		Aerostar	шт	1			
	Гнучка вставка				шт	2			
	Шумоглушник для круглих повітроводів				шт	1			
	Клапан протипожежний	КПУ-1Н-О-Н-160-2*ф-1*МП24			шт	1			
	Клапан зворотній	ЗК160			шт	1			
	Витяжний тарільчатий анемостат	DVS-100			шт	3			
	Дросель клапан Ø100	ДКК 100			шт	3			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований Ø100				м	1,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø100				м	5,5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В" Ø160				м	13,5			

																				117	
Пози- ція		Найменування та технічна характеристика		Тип, марка позначення документа, опитувального листа		Код обладнання, виробу, матеріалу		Завод – виготовлювач		Одини- ця вимірю- вання		Кіль- кість		Маса одиниці, кг		Примітка					
1		2		3		4		5		6		7		8		9					
В3	Вентилятор відцентровий каналний		RV 160L				Aerostar		шт		1										
	Гнучка вставка								шт		2										
	Шумоглушник для круглих повітроводів								шт		1										
	Клапан протипожежний		КПУ-1Н-О-Н-160-2*ф-1*МП24						шт		1										
	Клапан зворотній		ЗК160						шт		1										
	Витяжний тарільчатий анемостат		DVS-100						шт		5										
	Дросель клапан		φ100	ДКК 100						шт		5									
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований		φ100							м		2,5									
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"		φ125							м		8,5									
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"		φ160							м		13,5									
	В4	Вентилятор відцентровий каналний		RV 125L				Aerostar		шт		1									
Гнучка вставка								шт		2											
Шумоглушник для круглих повітроводів								шт		1											
Клапан протипожежний		КПУ-1Н-О-Н-125-2*ф-1*МП24						шт		1											
Клапан зворотній		ЗК125						шт		1											
Решітка вентиляційна		Р 100x100						шт		1											
Решітка вентиляційна		Р 150x150						шт		1											
Гнучкий повітровод термостійкий ізольований		φ100							м		1										
Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"		φ100							м		4										
Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"		φ125							м		6										

118									
Пози- ція	Найменування та технічна характеристика	Тип, марка позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод – виготовлювач	Одини- ця вимірю- вання	Кіль- кість	Маса одиниці, кг	Примітка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
B5	Вентилятор відцентровий каналний	RV 100L		Aerostar	шт	1			
	Гнучка вставка				шт	2			
	Клапан зворотній	ЗК100			шт	1			
	Решітка вентиляційна	Р 100х100			шт	4			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований	Ø100			м	2			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"	Ø100			м	8,5			
B6	Вентилятор відцентровий каналний	RV 200L		Aerostar	шт	1			
	Гнучка вставка				шт	2			
	Шумоглушник для круглих повітроводів				шт	1			
	Клапан протипожежний	КПУ-1Н-О-Н-200-2*ф-1*МП24			шт	1			
	Клапан зворотній	ЗК200			шт	1			
	Витяжний тарільчатий анемостат	DVS-100			шт	10			
	Дросель клапан	Ø100 ДКК 100			шт	10			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований	Ø100			м	5			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"	Ø100			м	15			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"	Ø160			м	3			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"	Ø200			м	3			
	B7	Вентилятор відцентровий	ВЦР 150 1ф		Aerostar	шт	1		
Гнучка вставка					шт	1			
Витяжний зонт					шт	3			
Дросель клапан		Ø250 ДКК 250			шт	3			
Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"		Ø250			м	7,5			
Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності "В"		Ø315			м	4			

										119		
Пози-ція	Найменування та технічна характеристика		Тип, марка позначення документа, опитувального листа		Код обладнання, виробу, матеріалу		Завод – виготовлювач		Одини-ця вимірю-вання	Кіль-кість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	φ100	ДКК 10В		4	5	шт	16	8	9		
	Дросель клапан											
	Дросель клапан		φ250	ДКК 250				шт	25			
	Дросель клапан		φ315	ДКК 315				шт	5			
	Клапан універсальний протипожежний EI 90 нормально відкритий		FPD-90-500x250-0-M24-T-2F			ТОВ “Вент-Сервіс”	шт	1				
	Клапан універсальний протипожежний EI 90 нормально відкритий		FPD-90-600x250-0-M24-T-2F			ТОВ “Вент-Сервіс”	шт	2				
	Клапан універсальний протипожежний EI 90 нормально відкритий		FPD-90-900x500-0-M24-T-2F			ТОВ “Вент-Сервіс”	шт	2				
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		φ250					м	26			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		φ315					м	15			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		400x200					м	190			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		500x200					м	54			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		500x250					м	14			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		600x250					м	60			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		700x250					м	2			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		800x250					м	7			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		900x300					м	8			
	Повітроводи з оцинкованої сталі клас щільності “В”		900x500					м	12			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований		φ100					м	5			
	Гнучкий повітровод термостійкий ізольований		φ250					м	15			
	Сітка металева кр. 10x10мм оцинкована						м2	2				
	Вогнезахисна штукатурна суміш FIBROGAINE δ=2мм						м2	15				
	Мат прошивний з мінвати δ=30мм						м³	2,95				
Інв. № орг.	Зам. інв. №	Підпис і дата										Арк.
												6

ДОДАТОК 3

5 Програмний комплекс АВК_5 (3.4.2*)укр.

19_СД_ЛСССР

(назва організації,що затверджує)

" _____ " _____ 20__р.

Будова – Система створення мікроклімату школи в м. Київ

Локальний кошторис на будівельні роботи №2-1-1

Основа:
креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість 9672,188 тис.грн.
Кошториснатрудомісткість 4,569 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 219,245 тис.грн.
Середній розряд робіт 3,4розряд

Складений в поточних цінах станомна “21 листопада”2024 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників,люд.-год.	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати				тих,що обслуговують машини на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-1-1	Перевезення устаткування та будівельних	т	24,5	150,5	61,30	3687	1 940	1502	1,6	39,2

		машин транспортного загального призначення на відстань 30 км			79,20	20,21			495	1	24,5
2	E20-3-2	Прокладання гнучких повітропроводів діаметром до Ø 250 мм	100м2	0,66	<u>15463,6</u> 14231,8	<u>16,03</u> 11,33	10206	9392	<u>11</u> 8	<u>260,52</u> 0,58	<u>171,9</u> 0,38
3	E20-3-3	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм діаметром до Ø 200 мм	100м2	1,06	<u>14175,5</u> 13424,5	<u>16,03</u> 11,33	15026	14230	<u>36</u> 12	<u>228,12</u> 0,58	<u>241,8</u> 0,62
4	E20-3-3	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм діаметром Ø 400 мм	100м2	1,07	<u>14075,7</u> 12224,5	<u>26,38</u> 11,22	15061	13079	<u>28</u> 12	<u>205,12</u> 0,58	<u>219,5</u> 0,62
5	E20-3-9	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100м2	4,1	<u>14075,7</u> 12224,5	<u>15,03</u> 10,33	57710	50120	<u>66</u> 42	<u>205,12</u> 0,58	<u>1388,5</u> 3,09
6	E20-3-10	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм периметром до 1000 мм	100м2	3,3	<u>13647,4</u> 10596,2	<u>36,38</u> 12,22	45036	34967	<u>120</u> 40	<u>154,32</u> 0,58	<u>509,3</u> 1,91
7	C130-1125	Гнучкий повітропровід діаметром до Ø 250 мм	м2	66	<u>159,70</u>	- -	10540	-	-	-	-
8	C130-1125	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм діаметром до Ø 200 мм	м ²	106	<u>159,70</u>	- -	16928	-	-	-	-
9	C130-1125	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм діаметром до 400 мм	м ²	107	<u>169,94</u>	- -	18183	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	C130-1128	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	м ²	410	<u>169,94</u>	-	69675	-	-	-	-
11	C130-1128	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,7 мм периметром до 1000 мм	м ²	330	<u>169,94</u>	-	56080	-	-	-	-
12	E20-11-1	Встановлення дифузорів	1 шт	123	<u>150,01</u> <u>144,59</u>	<u>17,7</u> 0,13	18451	17784	<u>2170</u> 16	<u>2,53</u> -	<u>311,19</u>
13	C130-585- 1	Дифузор ПДК-6 розміром 150×150 мм	1 шт	33	<u>489,00</u>	-	16137	-	-	-	-
14	C130-585- 2	Дифузор ПДК-9 розміром 225×225 мм	1 шт	28	<u>716,00</u>	-	20048	-	-	-	-
15	C130-585- 3	Дифузор ПДК-12 розміром 300×300 мм	1 шт	3	<u>928,00</u>	-	2784	-	-	-	-
16	C130-585- 4	Дифузор ПДК-14 розміром 350×350 мм	1 шт	5	<u>1161,00</u>	-	5805	-	-	-	-
17	C130-585- 5	Дифузор ПДК-16 розміром 400×400 мм	1 шт	16	<u>1419,00</u>	-	22704	-	-	-	-
18	C130-585- 6	Дифузор ПДК-20 розміром 485×485 мм	1 шт	8	<u>1829,00</u>	-	14632	-	-	-	-
19	C130-585- 7	Круглий дифузор SD Ø 250/G	1 шт	10	<u>555,00</u>	-	5550	-	-	-	-
20	E20-11-2	Встановлення вентиляційних решіток	1 шт	16	<u>150,01</u> <u>144,59</u>	<u>1,77</u> 0,13	2400	2313	<u>28</u> 2	<u>2,53</u> -	<u>40,4</u>
21	C130-595- 6	Анемостат DVS 100	шт	20	<u>142,00</u>	-	2840	-	-	-	-

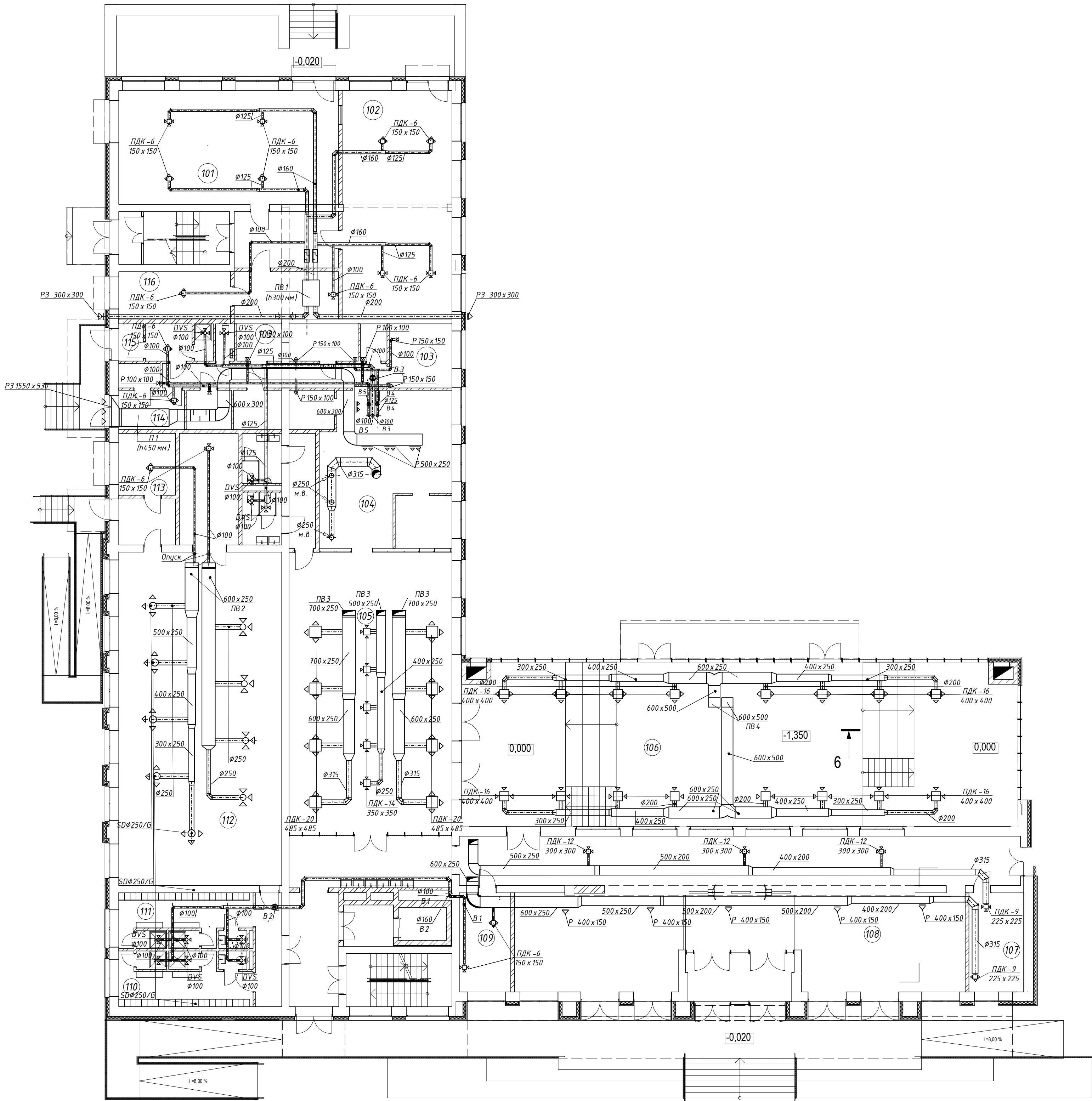
22	C130-595- 1	Вентиляційна решітка Р 100х100	шт	3	<u>313,00</u>	-	939	-	-	-	-
23	C130-595- 2	Вентиляційна решітка Р 150х100	шт	3	<u>331,00</u>	-	993	-	-	-	-
24	C130-595- 3	Вентиляційна решітка Р 400х250	шт	7	<u>581,00</u>	-	4067	-	-	-	-
25	C130-595- 4	Вентиляційна решітка Р 500х250	шт	3	<u>855,00</u>	-	2565	-	-	-	-
26	E20-11-1	Встановлення зовнішніх вентиляційних решіток Р 300х300	1шт	2	<u>150,01</u> <u>144,59</u>	<u>1,77</u> <u>0,13</u>	300	288	<u>4</u>	<u>2,53</u> <u>-</u>	<u>5,06</u>
27	C130-595- 5	Решітка вентиляційна зовнішня Р 300х300	шт	2	<u>1645,00</u>	-	3290	-	-	-	-
28	E20-13-15	Встановлення вогнезатримуючих клапанів периметром до 1600мм	1шт	17	<u>404,28</u> <u>377,96</u>	- -	6872	6425	-	<u>6,53</u> <u>-</u>	<u>111,01</u>
29	C130-376- 1	Клапан вогнезатримний FPD-90-700х250-О-М24-Т-2F	шт.	4	<u>26000,0</u>	-	104000	-	-	-	-
30	C130-376- 2	Клапан вогнезатримний FPD-90-500х250-О-М24-Т-2F	шт.	2	<u>19840,0</u>	-	39680	-	-	-	-
31	C130-376- 3	Клапан вогнезатримний FPD-90-600х250-О-М24-Т-2F	шт.	2	<u>25400,0</u>	-	50800	-	-	-	-
32	C130-376- 4	Клапан вогнезатримний FPD-90-600х500-О-М24-Т-2F	шт.	2	<u>24640,0</u>	-	49280	-	-	-	-
33	C130-376- 5	Клапан вогнезатримний FPD-90-900х500-О-М24-Т-2F	шт.	2	<u>26360,0</u>	-	52720	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
34	C130-376- 6	Клапан вогнезатримний КПУ-1Н-О-Н-100-2*ф-1*МП24	шт.	2	<u>16000</u>	-	32000	-	-	-	-
35	C130-376- 7	Клапан вогнезатримний КПУ-1Н-О-Н-160-2*ф-1*МП24	шт.	2	<u>16600</u>	-	33200	-	-	-	-
36	C130-376- 8	Клапан вогнезатримний КПУ-1Н-О-Н-200-2*ф-1*МП24	шт.	1	<u>17040</u>	-	17040	-	-	-	-
37	E20-15-1	Встановлення дросель-клапанів до 400мм	1шт	118	<u>183,39</u> <u>126,87</u>	-	21640	14970	-	<u>2,22</u>	<u>261,96</u>
38	C1630-479-1	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 100	шт	31	<u>1801,00</u>	-	55831	-	-	-	-
39	C1630-479-2	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 250	шт	44	<u>1951,00</u>	-	85844	-	-	-	-
40	C1630-479-3	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 315	шт	19	<u>2558,00</u>	-	48602	-	-	-	-
41	C1630-479-4	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 400	шт	24	<u>2858,00</u>	-	68592	-	-	-	-
42	E20-14-8	Встановлення зворотніх клапанів	1шт	6	<u>119,31</u> <u>89,15</u> <u>363</u>	-	715	534	-	<u>1,56</u>	<u>9,36</u>
43	C130-388- 1	Зворотній клапан ЗК 100	шт.	3	<u>763</u>	-	1089	-	-	-	-
44	C130-388- 2	Зворотній клапан ЗК 160	шт.	2	<u>1163</u>	-	1526	-	-	-	-
45	C130-388- 3	Зворотній клапан ЗК 200	шт.	1	<u>650,30</u> <u>40,08</u>	-	1163	-	-	-	-
46	E20-26-5	Встановлення шумоглушників вентиляційних	1шт	6	<u>2,49</u> 0,83	3901	240	<u>15</u> 5	<u>3,09</u> 0,07	<u>18</u>	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47	C1630-1142	Шумоглушник	шт.	4	<u>697,96</u>	-	27915	-	-	-	-
48	E20-34-1	Встановлення обладнання	1шт	13	<u>12,75</u>	-	55831	-	-	-	-
49	C130-1-1	Припливно-витяжна установка L= 8000 м ³ /год,	шт.	1	<u>2578660</u>	-	2578660	-	-	-	-
50	C130-1-2	Припливно-витяжна установка L=550 м ³ /год	шт.	1	<u>55307,0</u>	-	55307	-	-	-	-
51	C130-1-3	Припливно-витяжна установка з тепловим насосом L=4000 м ³ /год	шт.	1	<u>1842540</u>	-	1842540	-	-	-	-
52	C130-1-4	Припливно-витяжна установка з тепловим насосом L=2800 м ³ /год	шт.	1	<u>1562570</u>	-	1562570	-	-	-	-
53	C130-1-5	Припливно-витяжна установка з тепловим насосом L=6300 м ³ /год	шт.	1	<u>2155540</u>	-	2155540	-	-	-	-
54	C130-1-6	Припливна установка L=1720 м ³ /год	шт.	1	<u>51435,0</u>	-	51435	-	-	-	-
55	C130-62-1	Витяжний осьовий вентилятор RV 100L	шт.	2	<u>17106,0</u>	-	34212	-	-	-	-
56	C130-62-2	Витяжний осьовий вентилятор RV 160L	шт.	2	<u>19437,0</u>	-	38874	-	-	-	-
57	C130-62-3	Витяжний осьовий вентилятор RV 200 L	шт.	1	<u>26239,0</u>	-	26239	-	-	-	-

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11
72	C130-62-4	Відцентровий вентилятор	шт.	1	<u>52425,0</u>	-	52425	-	-	-	-
73	E20-34-1	Ізоляція повітропроводів	10м ²	109		-	68592	-	-	-	-
74	C114-8-У1	Плити мінераловатні	м3	25,75	<u>218,14</u> <u>116,31</u>	<u>73,19</u> <u>24,42</u>	5617	2994	<u>1884</u> <u>628</u>	<u>8,54</u> <u>1,96</u>	<u>219</u> <u>50</u>
75	ПЗ-12-12	Аеродинамічне випробування	1 сист	13	<u>19,60</u> <u>19,60</u>	- -	254	254	-	<u>0,7</u> -	9,1
76	E1-1-1	Вивезення обладнання	т	0,3	<u>150,50</u> <u>79,20</u>	<u>71,30</u> <u>22,21</u>	45	24	<u>21</u> <u>7</u>	<u>1,6</u> <u>1</u>	<u>0,48</u> -
		Разом прямі витрати, грн.					967	16	<u>16940</u> <u>5267</u>		<u>3556</u> <u>81</u>
		Прямі витрати будівельних робіт, грн.					2188	9554			
		в тому числі:					9672188				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					9493790				
		вартість ЕММ, грн.					16940				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ, грн					5267				
		Заробітна плата робітників, грн					169554				
		Загальновиробничі витрати, грн					99894				
		Трудовітність в загальновиробничих витратах, люд год					395,79				
		Заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн					49671				
		Всього по кошторису, грн					9777131				
		Кошторисна трудовітність, люд-год _____					4569.20				
		Кошторисна заробітна плата, грн					219245				

Схема розташування елементів систем мікроклімату на плані 1-го поверху



Експлікація приміщень 1-го поверху			
№	Найменування	Площа(м2)	Категорія приміщення
1.01	Тамбур головного входу	14,12	
1.02	Вестибюль з бібліотекою	209,67	
1.03	Гардероб	57,10	
1.04	Коридор	4,03	
1.05	Санітарний вузол (Ч)	1,76	
1.06	Санітарний вузол для МНГ	4,37	
1.07	Санітарний вузол (Ч)	1,76	
1.08	Сходово-клітка №1 (тип СК-1)	13,19	
1.09	Тамбур	3,20	
1.10	Санітарний вузол (Ж)	14,27	
1.11	Санітарний вузол (Ч)	15,03	
1.12	Санітарний вузол для вчителів	2,28	
1.13	Клас початкової школи	52,05	
1.14	Клас початкової школи	52,89	
1.15	Клас початкової школи	52,28	
1.16	Клас початкової школи	53,95	
1.17	Рекреація	184,34	
1.18	Кабінет викладів	15,69	
1.19	Клас для відпочинку	34,05	
1.20	Клас початкової школи	53,63	
1.21	Клас початкової школи	53,63	
1.22	Коридор	54,83	
1.23	Універсальний зал	250,09	
1.24	Сходово-клітка №3	15,68	
1.25	Тамбур шляхо 1-го типу	5,84	
1.26	Коридор	23,51	
1.27	Коридор	8,41	
1.28	Роздягальня (Ж)	14,83	
1.29	Душові (Ж)	3,24	
1.30	Санітарний вузол	1,45	
1.31	Роздягальня (Ч)	14,90	
1.32	Душові (Ч)	3,24	
1.33	Санітарний вузол	1,45	
1.34	Гимнастична зала	151,71	
1.35	Столова	127,43	
1.36	Коридор	7,26	
1.37	Кімната викладів	9,81	
1.38	Снявдяня	18,32	
1.39	Санітарний вузол (Ж)	5,76	
1.40	Санітарний вузол (Ч)	5,55	
1.41	Коридор	8,51	
1.42	Холодний та гарячий цех	47,46	
1.43	Мийня столового посуду	8,39	
1.44	Завантажувальня	7,22	
1.45	Комора сухих продуктів	4,83	
1.46	Комора додаткового запасу	5,36	
1.47	Мийня кухонного посуду	4,99	
1.48	Склад тари	2,84	
1.49	Коридор	8,19	
1.50	Коридор	6,73	
1.51	М'ясо-рибний цех	11,24	
1.52	Комора	2,76	
1.53	Овочевий цех	7,19	
1.54	Комора овочів	4,68	
1.55	Санітарний вузол персоналу	1,97	
1.56	Душова персоналу	1,97	
1.57	Гардероб персоналу	4,83	
1.58	Тамбур	2,55	
1.59	Кабінет вчителя праці	14,75	
1.60	Комора кабінету праці	13,75	
1.61	Тамбур	3,36	
1.62	Сходово-клітка №2 (тип СК-1)	12,74	
1.63	Коридор	16,39	
1.64	Комбінована майстерня для хлопців	69,94	
1.65	Комбінована майстерня для дівчат	69,83	
1.66	Тераса	21,73	
1.67	Тераса	28,00	
1.68	Тераса	44,69	
1.69	Медичний кабінет	14,25	
1.70	Приміщення охорони, посту СПЗ, відеонагляду, ОС	15,20	
1.71	Тамбур	15,65	
		2 098,58 м	

						08-13. МКР.005.01.000 ОВ			
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Іванішин В.А.						П	1	10
Перевірив	Панкевич О.Д.								
Н.контроль	Панкевич О.Д.					Схема розташування елементів систем мікроклімату на плані 1-го поверху			
Опонент	Риндюк С. В.					ВНТУ, гр. ТГ-23 м			
Затвердив	Ратушняк Г. С.								

Схема розташування елементів систем мікроклімату на плані 2-го поверху

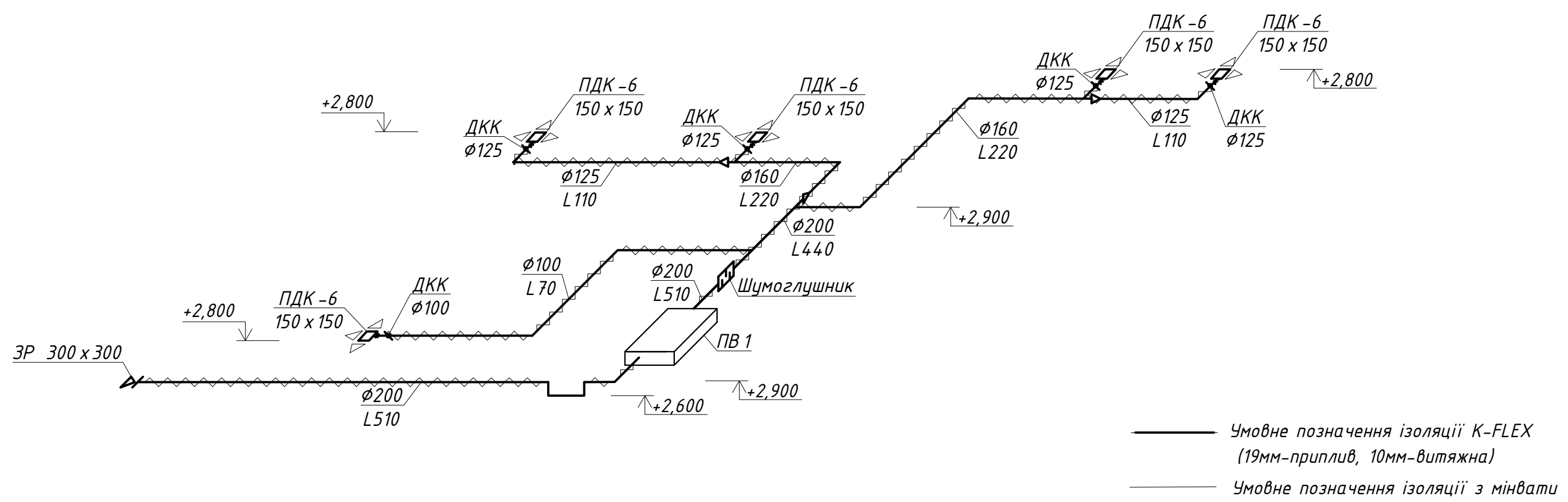


Експлікація приміщень 2-го поверху

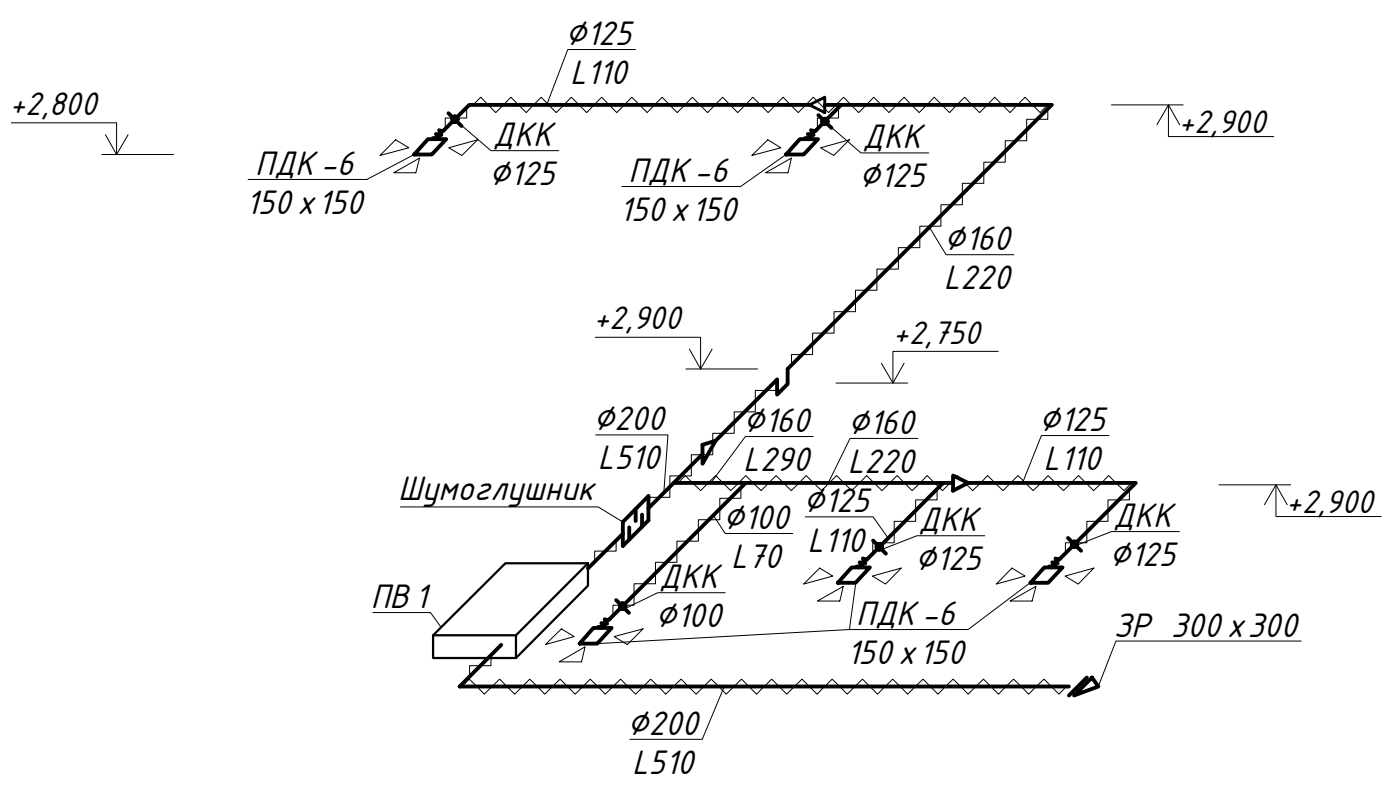
№	Найменування	Площа(м2)	Категорія приміщення
2.01	Тамбур шлюз 1-го типу	5,84	
2.02	Сходова клітка №3	15,68	
2.03	Ресурсна кімната	34,36	
2.04	Клас української мови	54,27	
2.05	Клас української мови	54,27	
2.06	Клас іноземної мови	52,87	
2.07	Клас іноземної мови	54,69	
2.08	Сходова клітка №1 (тип СК-1)	16,83	
2.09	Санітарний вузол (Ж)	14,16	
2.10	Санітарний вузол (Ч)	14,04	
2.11	Клас математики	54,09	
2.12	Санітарний вузол для вчителів	2,38	
2.13	Клас математики	51,54	
2.14	Рекреація	278,18	
2.15	Лаборантська інформатики	16,86	
2.16	Клас інформатики	72,72	
2.17	Клас географії	53,90	
2.18	Кабінет завуча	12,95	
2.19	Лабораторія хімії	73,58	
2.20	Лаборантська хімії	17,54	
2.21	Лабораторія фізики	73,35	
2.22	Лаборантська фізики	17,51	
2.23	Лабораторія біології	70,43	
2.24	Лаборантська біології	17,40	
2.25	Сходова клітка №2 (тип СК-1)	16,38	
2.26	Приміщення/канцелярія	15,92	
2.27	Кабінет директора	17,10	
2.28	Коридор	5,39	
2.29	Комора приберального інвентарю	4,92	
2.30	Кабінет завучів школи	14,31	
2.31	Вчительська з методичним кабінетом	33,35	
2.32	Кімната відпочинку	17,43	
2.33	Бухгалтерія	15,62	
2.34	Кабінет логопеда	12,67	
2.35	Кабінет психолога	12,57	
2.36	Коридор	306,91	
2.37	Санітарний вузол для вчителів	1,88	
2.38	Санітарний вузол для МНГ	5,01	
2.39	Санітарний вузол (Ч)	10,67	
2.40	Санітарний вузол (Ж)	11,43	
2.41	Клас історії	51,75	
2.42	Кімната персоналу	9,58	
		1 692,33 м ²	

							08-13. МКР.005.02.000 ОВ			
							Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підп.	Дата		Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Іванішин В.А.							П	2	10
Перевірив	Панкевич О.Д.									
Н.контроль	Панкевич О.Д.									
Опонент	Риндюк С. В.						Схема розташування елементів систем мікроклімату на плані 2-го поверху	ВНТУ, гр. ТГ-23 м		
Затвердив	Ратушняк Г. С.									

Аксометрична схема припливної системи ПВ1



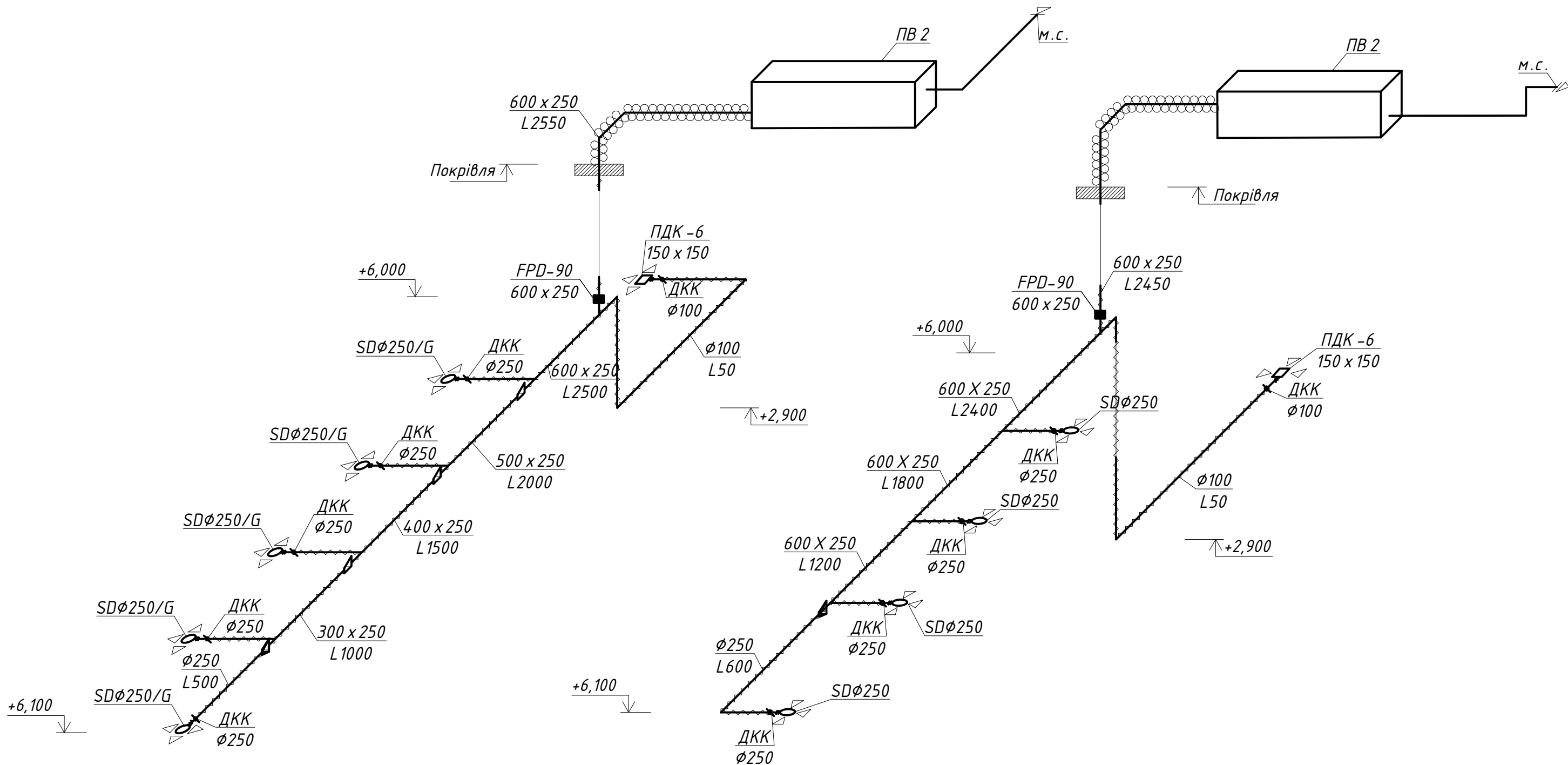
Аксометрична схема витяжної системи ПВ1



						08-13. МКР.005.03.000 ОВ			
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Іванішин В.А.						П	3	11
Перевірив	Панкевич О.Д.								
Н.контроль	Панкевич О.Д.					Аксометрична схема припливно-витяжної системи ПВ-1	ВНТУ, гр. ТГ-23 м		
Опонент	Риндюк С.В.								
Затвердив	Ратушняк Г.С.								

Взам. інв. №	
Інв. № оригінал. Підпис і дата	
Інв. № оригінал.	

Аксометрична схема припливної системи ПВ2 Аксометрична схема витяжної системи ПВ2



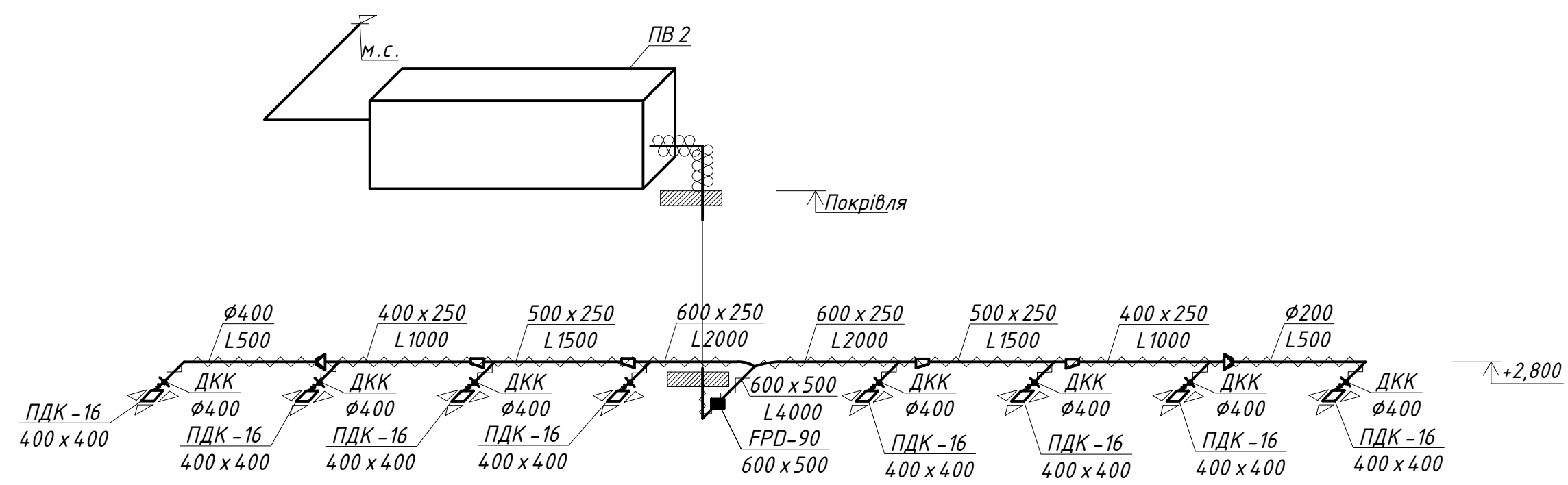
—●—●—●—●— Умовне позначення FIBROGAINE
○○○○○○ Умовне позначення ізоляції з мінвати

						08-13. МКР.005.04.000 ОВ				
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії				
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підп.	Дата					
Розробив	Іванішин В.А.					Система вентиляції		Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Панкевич О.Д.									
Н.контроль	Панкевич О.Д.									
						Аксометрична схема припливно-витяжної системи ПВ-2		ВНТУ, гр. ТГ-23 м		
Опонент	Риндюк С. В.									
Затвердив	Ратушняк Г. С									

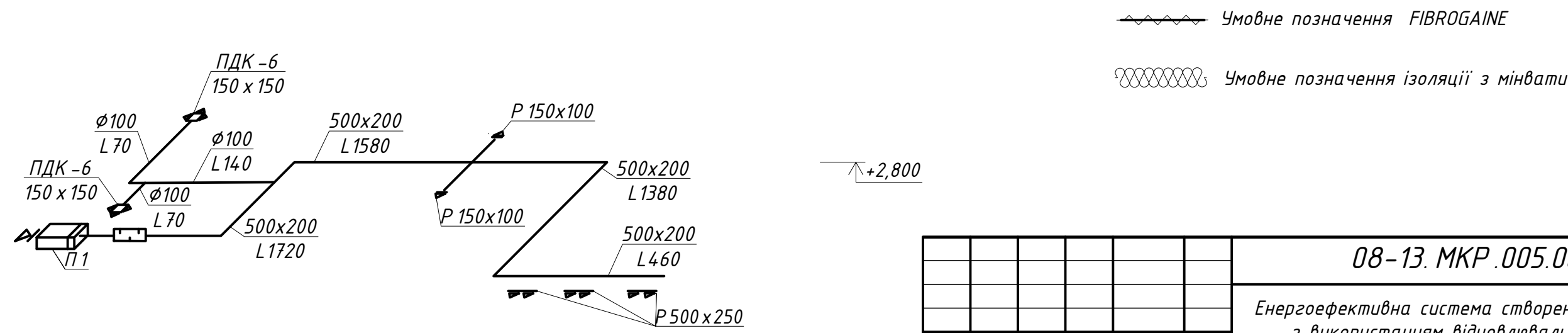
Інв. № оригінал. Підпис і дата

Взам. інв. №

Аксометрична схема припливної системи ПВ4



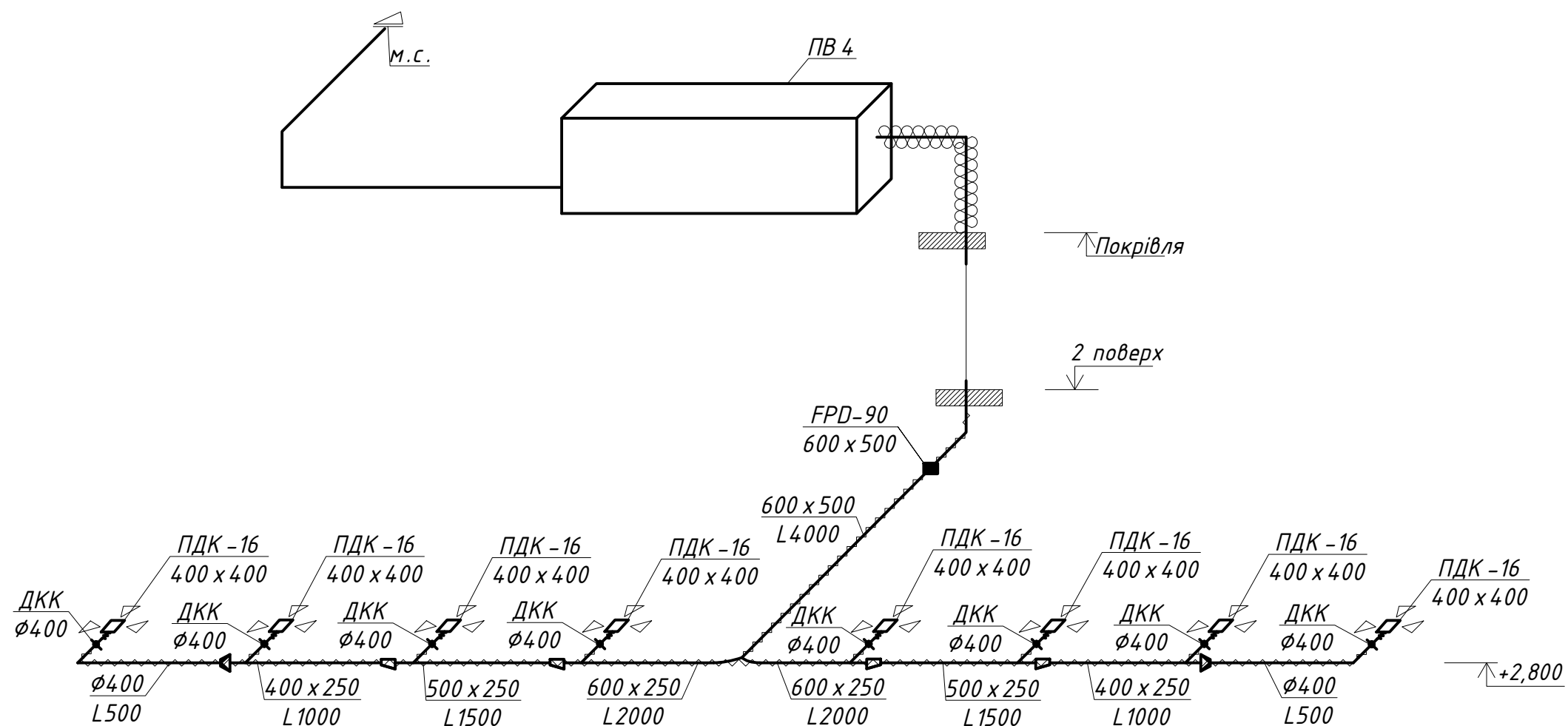
Аксометрична схема системи П1



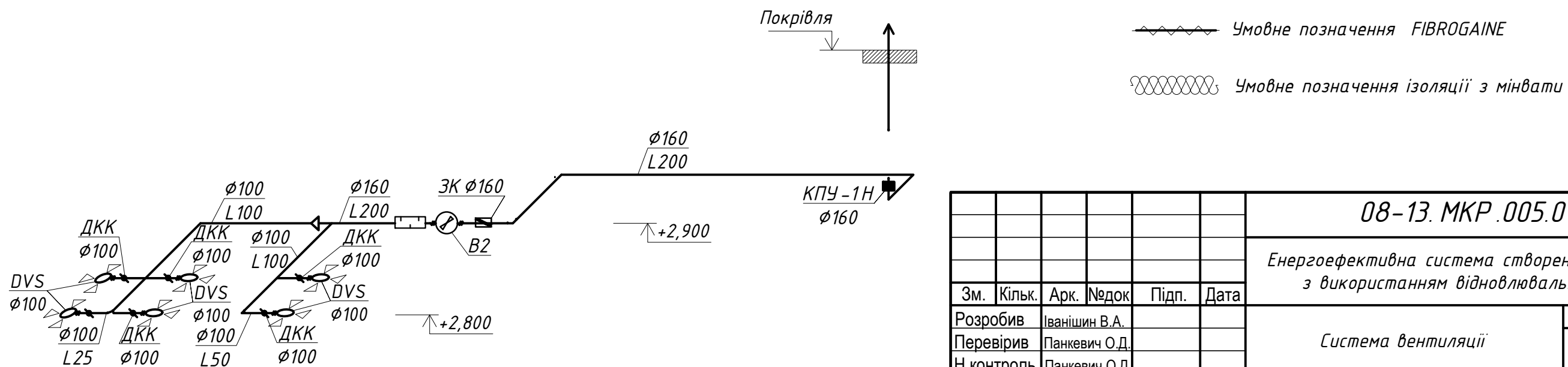
						08-13. МКР.005.06.000 ОВ			
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Іванішин В.А.						П	6	11
Перевірів	Панкевич О.Д.								
Н.контроль	Панкевич О.Д.					Аксометрична схема припливної системи ПВ-4, П-1	ВНТУ, гр. ТГ-23 м		
Опонент	Риндюк С.В.								
Затвердив	Ратушняк Г.С.								

Взам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № оригінал	

Аксонометрична схема витяжної системи ПВ4

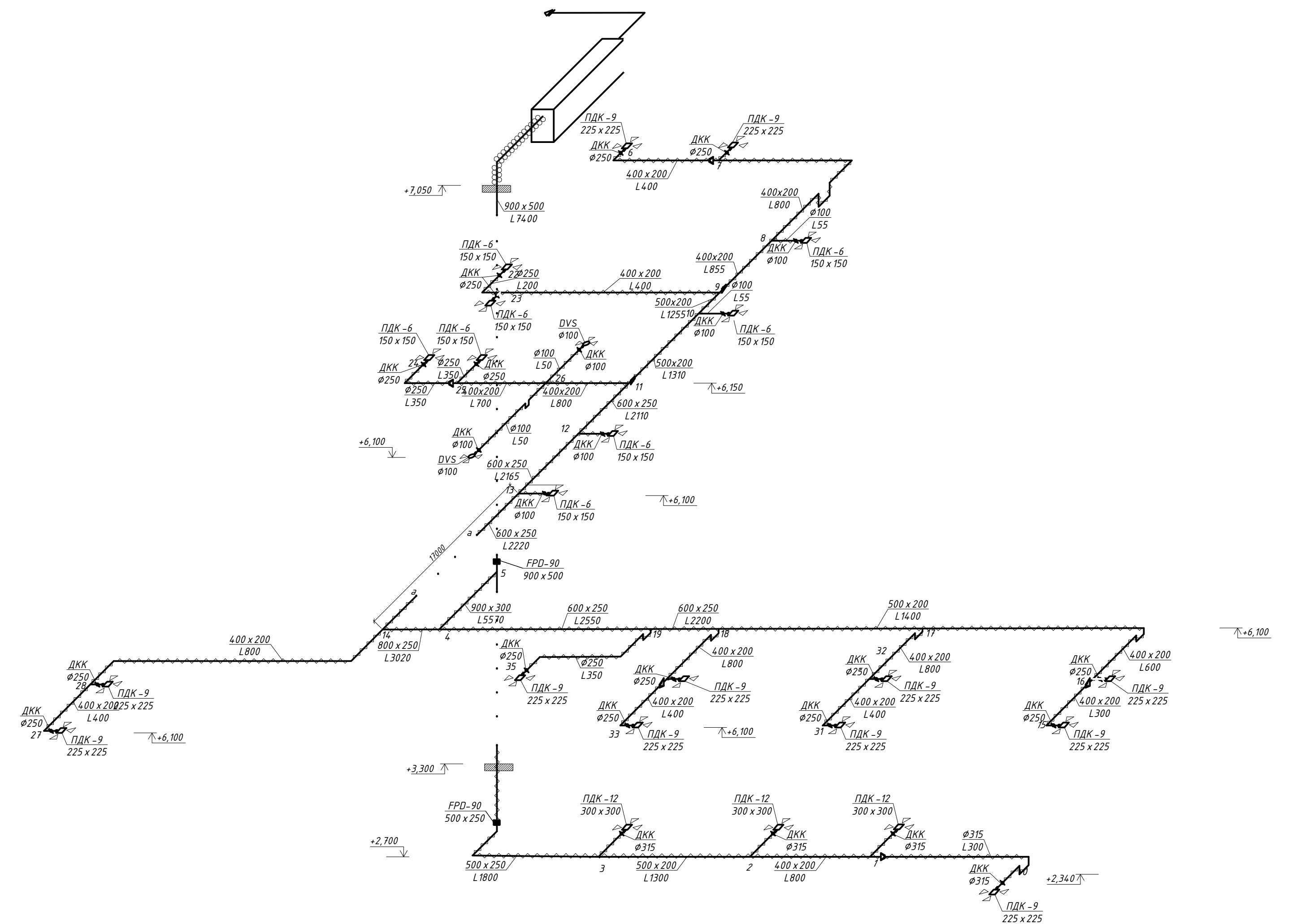


Аксонометрична схема системи В2



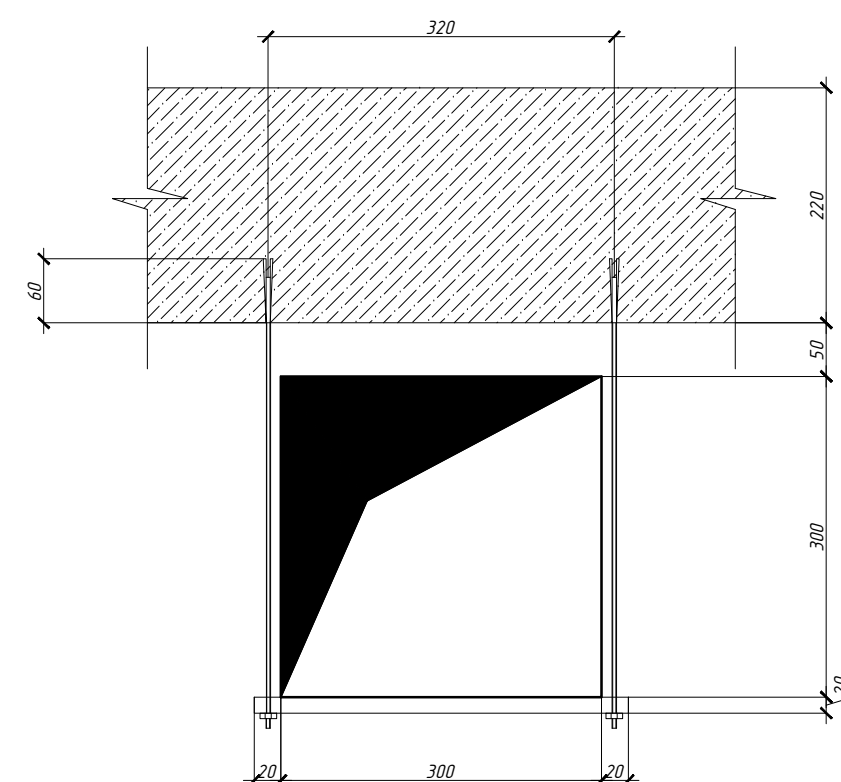
						08-13. МКР.005.07.000 ОВ			
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підп.	Дата				
Розробив	Іванішин В.А.					Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Панкевич О.Д.						П	7	11
Н.контроль	Панкевич О.Д.								
Опонент	Риндюк С. В.					Аксометрична схема витяжної системи ПВ-4, В-2	ВНТУ, гр. ТГ-23 м		
Затвердив	Ратушняк Г. С.								

Аксометрична схема витяжної системи ПВ5



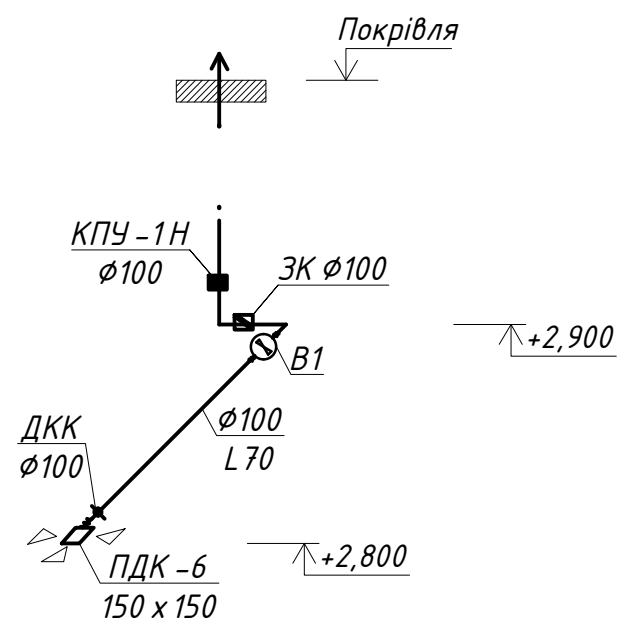
 Умовне позначення FIBROGAINE

 Умовне позначення ізоляції з мінвату

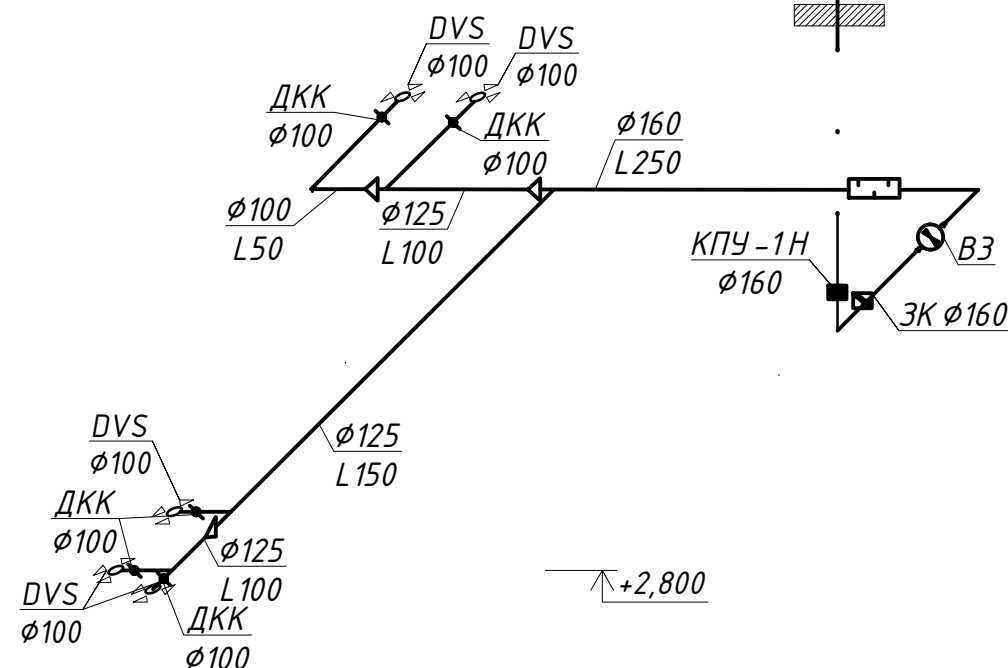


						08-13. МКР.005.08.000 ОВ			
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док	Підп.	Дата	Система вентиляції			
Розробив			Іванішин В.А.						
Перевірив			Панкевич О.Д.						
Н.контроль			Панкевич О.Д.						
Опонент			Риндюк С. В.			Аксонаметрична схема припливно-витяжної системи ПВ-5, Вузол кріплення повітропроводів до стелі			
Затвердив			Ратушняк Г. С.			ВНТУ, гр. ТГ-23 м			
						Стадія	Аркуш	Аркушів	
						П	8	10	

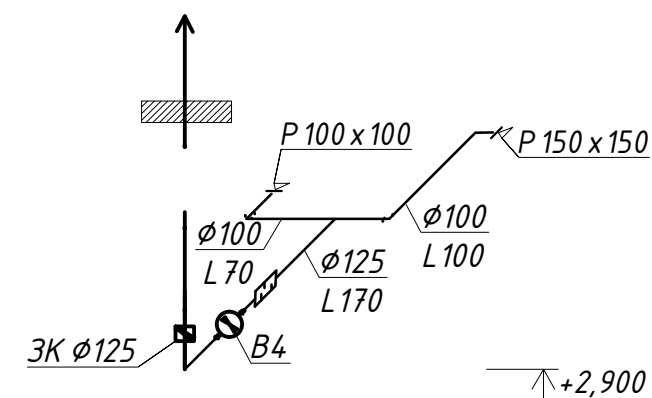
Аксометрична схема системи В1



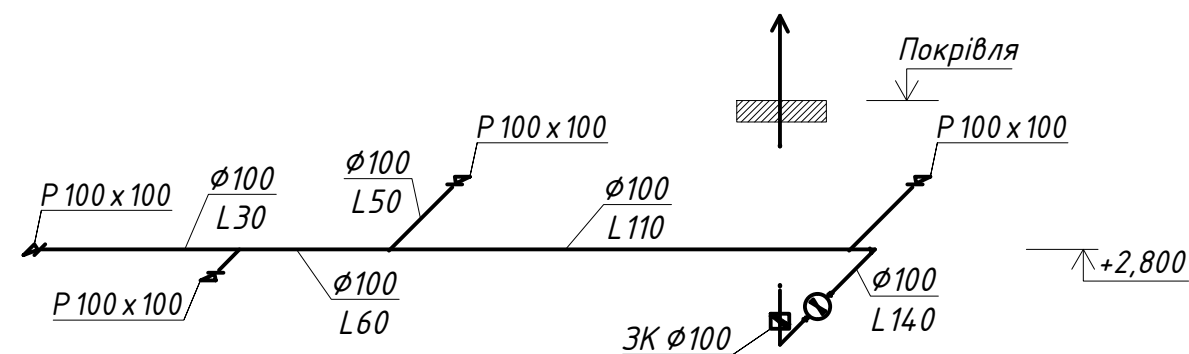
Аксометрична схема системи В3



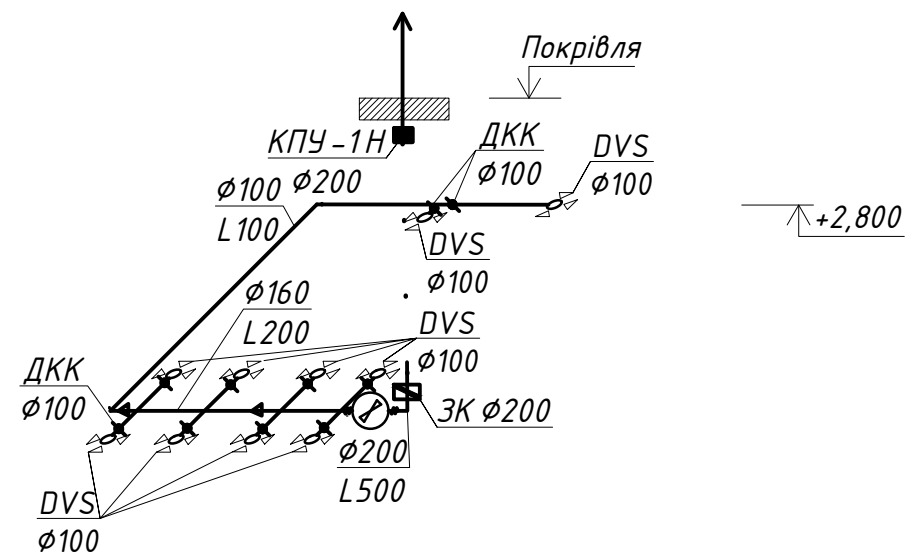
Аксометрична схема системи В4



Аксометрична схема системи В5



Аксометрична схема системи В6

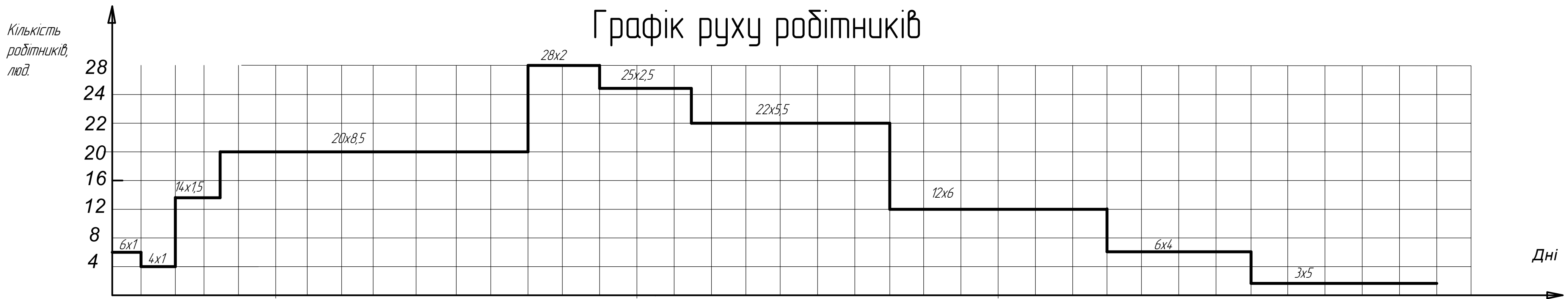


						08-13. МКР.005.09.000 ОВ			
						Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Іванішин В.А.						П	9	11
Перевірів	Панкевич О.Д.								
Н.контроль	Панкевич О.Д.					Аксометрична схема витяжної системи В-1, В-3, В-4, В-5, В-6, В-7	ВНТУ, гр. ТГ-23 м		
Опонент	Риндюк С. В.								
Затвердив	Ратушняк Г. С.								

Календарний план монтажу систем створення мікроклімату у школі

[illegible]

Техніко-економічні показники графіку руху робітників



ГРАФІК РУХУ МАШИН, МЕХАНІЗМІВ

[illegible]

№ п/п	Позначення	Формула	Результат	Од виміру
1	Q_{302}	$\sum Q_i$	780,7	любі/дні
2	T_{302}	—	38	днів
3	R_{max}	—	28	любі
4	$R_{сер}$	Q_{302} / T_{302}	21	любі
5	$T_{вст}$	—	27,5	дні
6	$Q_{надп}$	—	80	любі/дні
7	a 1	$R_{сер} / R_{max}$	0,75	—
8	a 2	$Q_{надп} / Q_{302}$	0,1	—
9	a 3	$T_{вст} / T_{302}$	0,72	—

					08-13.МКР.005.10.000 ОВ		
					Енергоефективна система створення мікроклімату		
					школи з використанням відновлювальних джерел енергії		
Зм.	Кіл.	ч.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Панчишин В.А.						
Перевірив	Панкевич О.Д.						
					Календарний план монтажу систем створення мікроклімату		Студія Лист Листів
							7 10 10
Н.контроль	Панкевич О.Д.				Календарний план монтажу систем створення мікроклімату у школі, громад. р-ну, розбудови, громад. р-ку машин, механізмів		ВНТУ, ТГ-23М
Опонує	Риндюк Г.В.						
Затверд.	Голосиняк І.С.						

ВІДГУК

**наукового керівника
на магістерську кваліфікаційну роботу
студента Іванішина В. А.**

**на тему: «Енергоефективна система створення мікроклімату
школи з використанням відновлювальних джерел енергії»**

Магістерська кваліфікаційна робота студента Іванішина В. А. на тему «Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії» виконана відповідно до завдання. Зміст та структура роботи відповідає даній темі. Тема роботи актуальна та відповідає науковій тематиці кафедри Інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету. Робота містить пояснювальну записку та графічну частину (10 листів креслень). У пояснювальній записці 5 розділів, список використаних джерел та додатки.

У першому розділі роботи є дослідна частина, що містить елементи наукового пошуку та аналізу сучасних підходів до використання відновлюваних джерел енергії для створення систем мікроклімату в приміщеннях школи. Обґрунтовано використання витяжного повітря як додаткового джерела низькопотенційної енергії в системах опалення, вентиляції та кондиціонування. Виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованої системи створення мікроклімату з використанням припливно-витяжних установок з пластинчатим рекуператором і тепловим повітряним насосом. У другому розділі запропоновано варіант системи повітряного опалення та вентиляції школи. Здійснено розрахунки теплотехнічних параметрів будівлі. Проведено розрахунки повітрообміну та повітророзподілення приміщень, а також підібрано припливно-витяжні установки Aerostar та АСМ, теплові насоси Mitsubishi Electric та розміри повітропроводів прямокутного перерізу за результатами аеродинамічного розрахунку. У третьому розділі розроблено проект технології монтажу систем створення мікроклімату в приміщеннях школи. Визначено необхідну кількість

виробів та матеріалів для монтажу систем, потребу в допоміжних матеріалах, підібрано машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт. Розроблено календарний план виконання робіт на основі якого побудовано графік руху робітників і графік використання машин та механізмів. У четвертому розділі розроблено заходи з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники енергоефективності, а саме регулювання температури та витрати повітря у робочий та неробочий періоди. Розраховано розміри пластинчатого рекуператора, температуру на виході та ефективність рекуперації. У п'ятому розділі проведено розрахунок локального кошторису на влаштування теплонасосно-рекуператорної системи повітряного опалення та вентиляції школи, наведено техніко-економічні показники.

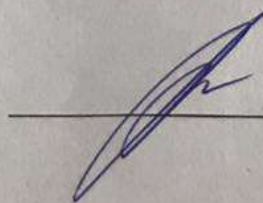
Зауваження. У тексті пояснювальної записки є неточності при посиланні на літературні джерела.

В цілому робота справляє позитивне враження, демонструє уміння студента аналізувати необхідні літературні джерела, приймати обґрунтовані інженерні, технічні та наукові рішення. Кваліфікаційна робота виконана із застосуванням стандартних комп'ютерних програм (AutoCAD, АВК, Microsoft Excel). Оформлення роботи та графічні матеріали відповідають вимогам діючих стандартів

Вважаю, що магістерська кваліфікаційна робота відповідає вимогам стандартів вищої освіти, робота виконана на високому рівні: відмінно «A», студент Іванішин В. А. заслуговує присудження ступеня магістра будівництва за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Теплогазопостачання і вентиляція».

Науковий керівник

К.т.н., доцент кафедри ІСБ



Панкевич О. Д.

13.12.2024 р.

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу магістранта гр.. ТГ-23м

Іванішина В. А.

на тему: «Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії»

Магістерська кваліфікаційна робота студента Іванішина В. А. на тему «Енергоефективна система створення мікроклімату школи з використанням відновлювальних джерел енергії» виконана відповідно до завдання, відповідає темі, містить 10 аркушів графічного матеріалу та пояснювальну записку з 117 сторінок. У пояснювальній записці 5 розділів, список використаних джерел та додатки.

Тема МКР є актуальною і присвячена аналізу сучасних підходів до використання відновлюваних джерел енергії для створення систем мікроклімату в приміщеннях школи. Запропонована система допоможе створити оптимальні параметри мікроклімату для навчання та роботи, зменшивши при цьому енергоспоживання будівлею.

Вихідних даних на роботу є достатньо для розробки варіантів проектних рішень і проведення техніко-економічного обґрунтування.

Автор застосував системний підхід для пошуку оптимальної системи забезпечення необхідного температурного режиму. Основне технічне рішення влаштування теплонасосно-рекуператорної системи повітряного опалення та вентиляції школи достатньо обґрунтоване з використанням аналітичних підходів та порівнянь.

Автор використав сучасне програмне забезпечення для розрахунку тепловтрат та теплонадходжень будівлі, підбору обладнання та виконання графічної частини.

МКР відповідає вимогам ЄСКД та СПДБ, графічний матеріал в цілому відображає основний зміст МКР та відповідає об'єкту досліджень і основним вимогам діючих стандартів.

У магістерській кваліфікаційній роботі можна відмітити такі недоліки:

- у розділі 2 недостатньо висвітлено вплив температури відпрацьованого повітря на ефективність роботи комбінованої теплонасосної системи повітряного опалення та вентиляції з рекуператором теплоти;
- у розділі 3 недостатньо обґрунтовано вибір теплового насоса саме цієї моделі;
- присутні помилки при нумерації сторінок.

Вважаю, що магістерська кваліфікаційна робота відповідає вимогам стандартів вищої освіти, робота виконана на _____ рівні: _____ – «___», студент Іванішин В. А. заслуговує присудження ступеня магістра будівництва за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Теплогазопостачання і вентиляція».

Опонент

К.т.н., доцент кафедри БМГА



Риндюк С. В.

13.12.2024 р.