

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії»

Виконав здобувач 2 курсу, групи ТГ-24м
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Лащенко А. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник д-р філософії, ст. викл. кафедри ІСБ

Горюн О.О.
(прізвище та ініціали)

«16» грудня 2025 р.

Опонент канд. техн. наук, доцент кафедри БМГА

Риндюк С. В.
(прізвище та ініціали)

«16» грудня 2025р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ІСБ

канд. техн. наук, проф. Ратушняк Г.С.

Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)
«18» грудня 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
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

канд. техн. наук, проф. Ратушняк Г.С.

(підпис)

«28» 04 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лашенка Артема Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії

керівник роботи Горюн О.О., д-р філософії

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «24» вересня 2025 р.
№ 313

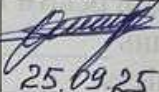
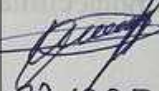
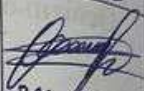
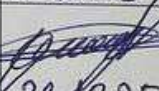
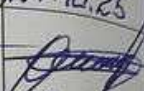
2. Строк подання студентом роботи 28. 11. 2025 р.

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

4. Зміст тестової частини: Вступ, сучасні вимоги до мікроклімату будівель дошкільних навчальних закладів та їх енергоефективності, техніко-економічне обґрунтування використання систем створення мікроклімату із тепловим насосом та рекуператором, моделювання режимів систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях дитячого садочку, розробка проєктних пропозицій систем забезпечення мікроклімату приміщень, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень, економічне обґрунтування проєктних рішень

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

6. Консультанти розділів роботи

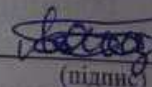
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	Горюн О. О., д-р філософії, ст. викладач каф. ІСБ	 25.09.25	 01.10.25
2 Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	Горюн О. О., д-р філософії, ст. викладач каф. ІСБ	 02.10.25	 27.10.25
3 Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Горюн О. О., д-р філософії, ст. викладач каф. ІСБ	 28.10.25	 03.11.25
4 Заходи з енергозбереження та безпеки життєдіяльності	Горюн О. О., д-р філософії, ст. викладач каф. ІСБ	 04.11.25	 10.11.25
5 Техніко – економічні показники проєктних рішень	Лялюк О.Г., канд. техн. наук, доцент каф. БМГА	 10.11.25	 11.11.25

7. Дата видачі завдання 24.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	24.09.2025	Виконано
2	Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	01.10.2025	Виконано
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	27.10.2025	Виконано
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	03.11.2025	Виконано
5	Заходи з енергозбереження та безпеки життєдіяльності	10.11.2025	Виконано
6	Техніко – економічні показники проєктних рішень	17.11.2025	Виконано
7	Оформлення графічної частини	24.11.2025	Виконано
8	Попередній захист	28.11.2025	Виконано
9	Виправлення зауважень	05.12.2025	Виконано
10	Відгук опонента	15.12.2025	Виконано
11	Захист МКР	17.12.2025	

Здобувач


(підпис)

Лашенко А. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Горюн О. О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 697.92

Лащенко А. В. Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2025, 104 с.

На укр, мові. Бібліогр.: 49 назв; рис. 6; табл. 15.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів: інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату, 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 поверху та покрівлі з нанесенням елементів систем вентиляції та кондиціонування, аксонометричні схеми, календарний план з графіком руху робітників та графіком руху машин і механізмів, креслення вузлів.

Графічна частина складається з 6 креслень та презентації.

Ключові слова: система вентиляції, повітряне опалення, енергоефективність, дитячий садок, дошкільний навчальний заклад, рекуперація, тепловий насос, коефіцієнт перетворення.

ABSTRACT

LASHCHENKO A. V. 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, 2025, 91 p.

In Ukrainian, speak. Bibliography: 49 titles; fig. 6; table 15.

The master's qualification work consists of five sections: innovative energy-efficient technologies in microclimate creation systems, theoretical and practical justification of the main parameters and characteristics of the microclimate provision system, organizational and technological support for the implementation of design solutions, occupational health and safety measures in emergency situations, technical and economic indicators of design solutions. The graphic part contains floor and roof plans with the application of elements of the ventilation and air conditioning system, axonometric diagrams, a calendar plan with the graphic movement of workers and the graphic movement of machines and mechanisms, drawings of nodes.

The graphic part consists of 6 drawings and a presentation.

Keywords: ventilation system, air heating, energy efficiency, kindergarten, preschool, heat recovery, heat pump, coefficient of performance.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ	11
1.1 Сучасні вимоги до мікроклімату будівель дошкільних навчальних закладів та їх енергоефективності	11
1.2 Використання теплових насосів у системах забезпечення мікроклімату будівель	12
1.3 Рекуперація теплоти у системах вентиляції як інструмент підвищення енергоефективності	15
1.4 Техніко-економічне обґрунтування використання енергоефективної системи мікроклімату	17
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 проектування	22
2.2 Розрахунок теплотехнічних характеристик зовнішніх огорожень будівлі	24
2.3 Розрахунок теплових втрат будівлі	28
2.4. Розрахунок надходжень теплоти в приміщення дитсадка.....	31
2.4.1 Надходження теплоти від людей, освітлення та обладнання	31
2.4.2 Теплонадходження від сонячної радіації	33
2.4.3 Інсоляційні теплонадходження через покрівлю та стіни....	34
2.5 Загальні навантаження на систему забезпечення мікроклімату будівлі в зимовий період	35
2.6 Розрахунок повітрообміну системи вентиляції та повітряного опалення.....	38
2.7 Розрахунок повітророзподілення	39

2.8 Моделювання аеродинамічного розрахунку	40
2.9 Підбір основного обладнання системи вентиляції	41
2.10 Висновок до розділу 2.....	43
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 і 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.....	55
3.3.3. Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану	56
3.4 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	57
3.5 Охорона праці та пожежна безпека	58
3.5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи в процесі.....	58
3.5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	60
3.5.3 Пожежна безпека.....	63
3.6 Висновок до розділу 3.....	63
4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	65
4.1 Опис заходів з автоматизації інженерних систем, що впливають на показники енергоефективності.....	65
4.2 Розрахунок ефективності використання рекуператора.....	66
4.3 Охорона довкілля.....	67

4.4 Висновки до розділу 4.....	67
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	68
5.1 Локальний кошторис об'єкту.....	68
5.2 Висновок до розділу 5.....	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82
ДОДАТКИ.....	87
Додаток А Технічне завдання	88
Додаток Б Висновок про перевірку МКР на плагіат	91
Додаток В Розрахунок тепловтрат	92
Додаток Г Розрахунок теплових надходжень від інсоляції	96
Додаток Д Розрахунок повітророзподілення	98
Додаток Е Аеродинамічний розрахунок	99
Графічний матеріал	104

ВСТУП

У магістерській роботі розроблено енергоефективну систему створення мікроклімату дитячого садка з використанням альтернативних джерел енергії.

Актуальність теми зумовлена зростаючими вимогами до енергоощадності та екологічності будівель, особливо закладів освіти, що мають забезпечувати комфортний, безпечний і здоровий мікроклімат для дітей. Значна частка енерговитрат дитячих садків припадає на системи опалення, вентиляції та кондиціонування, що потребує впровадження сучасних інженерних рішень, спрямованих на зниження енергоспоживання та експлуатаційних витрат. Використання теплових насосів, рекуперації теплоти та інтелектуальних систем керування дозволяє мінімізувати залежність від традиційних енергоресурсів і підвищити ефективність функціонування будівлі. У контексті європейського курсу України, сучасних вимог ДБН і принципів сталого розвитку модернізація систем мікроклімату у бюджетних закладах є стратегічно важливим напрямом.

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 завдання дослідження. Метою дослідження є розроблення енергоефективної системи створення мікроклімату дитячого садка на основі використання теплових насосів та інноваційних вентиляційно-опалювальних рішень, що забезпечують комфортні умови перебування дітей при мінімізації енергоспоживання.

Для досягнення мети визначено такі завдання:

- проаналізувати інноваційні технології у сфері систем мікроклімату та їх енергоефективний потенціал;
- виконати техніко-економічне обґрунтування використання

теплових насосів і альтернативних джерел енергії;

- здійснити інженерне обґрунтування параметрів систем опалення, вентиляції та кондиціонування для умов дитячого садка;

- визначити оптимальну конфігурацію системи, придатну для різних режимів експлуатації;

- оцінити організаційно-технологічні аспекти реалізації проєкту;

- розробити заходи з енергозбереження та безпеки життєдіяльності;

- виконати техніко-економічні розрахунки та оцінити економічну доцільність впровадження.

Об’єкт дослідження — система створення мікроклімату будівлі дитячого садка.

Предмет дослідження — енергоефективні технології опалення, вентиляції та кондиціонування із застосуванням альтернативних джерел енергії.

Методи дослідження. У процесі дослідження використано аналітичні методи для опрацювання нормативно-технічної та наукової інформації, інженерні розрахунки відповідно до вимог ДБН, методи техніко-економічного аналізу, енергетичне моделювання та порівняльну оцінку ефективності варіантів систем.

Практичне значення роботи полягає у можливості застосування розробленої системи мікроклімату в реальному дитячому садку для зменшення енергоспоживання, підвищення комфорту та безпеки, а також оптимізації експлуатаційних витрат. Запропоновані рішення придатні для проєктування нових та модернізації існуючих закладів дошкільної освіти.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2025».

1 ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

1.1. Сучасні вимоги до мікроклімату будівель дошкільних навчальних закладів та їх енергоефективності

Створення комфортного та безпечного мікроклімату в будівлях соціальної інфраструктури, зокрема дошкільних навчальних закладів, є ключовою умовою забезпечення здоров'я та продуктивної діяльності дітей. Традиційні системи опалення і вентиляції, що працюють на основі котельного обладнання та приточно-витяжних установок без утилізації тепла, в більшості випадків характеризуються підвищеними енергетичними витратами та низькою ефективністю використання теплової енергії. У сучасних проєктах пріоритет віддається інтегрованим системам, які поєднують функції вентиляції, опалення та кондиціонування, а також використовують відновлювані джерела енергії.

У контексті виконання міжнародних домовленостей Україна орієнтується на підвищення енергоефективності, збільшення частки відновлюваної енергетики та зменшення викидів парникових газів, що відображено в положеннях «Енергетичної стратегії України до 2050 року» [1]. З огляду на це одним із найбільш ефективних рішень є застосування теплових насосів у складі вентиляційних систем. Тепловий насос, що працює у зв'язці з припливно-витяжними установками, забезпечує як нагрів, так і охолодження припливного повітря, що дозволяє організувати повітряне опалення без потреби в окремій радіаторній мережі [2]. Такий підхід є особливо раціональним для будівель із відносно рівномірними тепловими навантаженнями та великими площами вентиляції, характерними для дитячих садків.

Система з повітряним опаленням створює більш рівномірне температурне поле, скорочує кількість інженерних комунікацій та спрощує експлуатацію. Її енергоефективність підвищується за рахунок:

- утилізації теплоти витяжного повітря через роторний або пластинчастий рекуператор;
- роботи теплового насоса у високопродуктивних режимах (COP 3–4 і більше);
- відсутності проміжних елементів, характерних для водяних систем (радіатори, трубопроводи, насоси);
- можливості динамічного регулювання теплопостачання відповідно до фактичних тепловтрат.

Світова практика підтверджує зростання частки будівель, де традиційні водяні системи опалення повністю замінюють повітряними, особливо у низькотемпературних або високоефективних спорудах, а також у проєктах, що передбачають використання альтернативних джерел енергії. Комбіновані системи, в яких вентиляція виконує роль основного джерела тепла, а тепловий насос – джерела виробництва теплоти, дозволяють мінімізувати експлуатаційні витрати та досягти високих показників енергоефективності відповідно до сучасних вимог ДБН та європейських стандартів NZEB [3, 4].

1.2 Використання теплових насосів у системах забезпечення мікроклімату будівель

Теплові насоси є одним із найбільш прогресивних та енергоефективних технічних рішень для систем опалення, вентиляції та кондиціонування будівель, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та тенденціям декарбонізації енергетики [5]. Здатність переносити теплоту з джерел низького потенціалу (зовнішнє повітря, ґрунт, вода), дозволяє забезпечити теплонасосним установкам значно менше енергоспоживання порівняно з традиційними системами, де тепла енергія генерується шляхом спалювання палива.

У контексті будівель соціального призначення, зокрема дитячих садків, теплонасосні системи мають низку переваг. По-перше, вони

працюють у низькотемпературному режимі, що ідеально поєднується з повітряним опаленням та припливно-витяжною вентиляцією. По-друге, теплові насоси дозволяють реалізувати централізований контроль мікроклімату, забезпечуючи нагрів, охолодження та частково осушення повітря в одному компактному комплексі. Це знижує експлуатаційні витрати та підвищує надійність роботи системи в цілому.

Сучасні вентиляційні агрегати можуть оснащуватися вбудованими тепловими насосами або працювати в парі з зовнішнім блоком типу air-to-air, що дозволяє покривати як вентиляційні, так і теплові навантаження будівлі.

Показником ефективності роботи ТН є коефіцієнт перетворення (COP — Coefficient of Performance) — це безрозмірний показник енергоефективності теплового насоса, який визначає співвідношення між кількістю теплоти, переданої споживачу, та кількістю електричної енергії, спожитої агрегатом для забезпечення цього процесу [6].

Фактично COP показує, скільки одиниць теплової енергії теплова насосна установка здатна передати на кожну одиницю витраченої електроенергії. Наприклад, значення $COP=4$ означає, що з 1 кВт·год електроенергії теплова насосна система виробляє 4 кВт·год тепла.

Ефективність роботи теплових насосів значною мірою залежить від їхнього типу та умов експлуатації. Зокрема, ґрунтові системи традиційно демонструють вищі значення COP, тоді як повітряні теплові насоси забезпечують нижчий, але більш стабільний сезонний показник. Узагальнене порівняння середніх значень COP для основних типів теплонасосних установок на основі даних [6-8] наведено на рис. 1.1, що ілюструє переваги використання ґрунтових систем у проєктах з високими вимогами до енергоефективності.

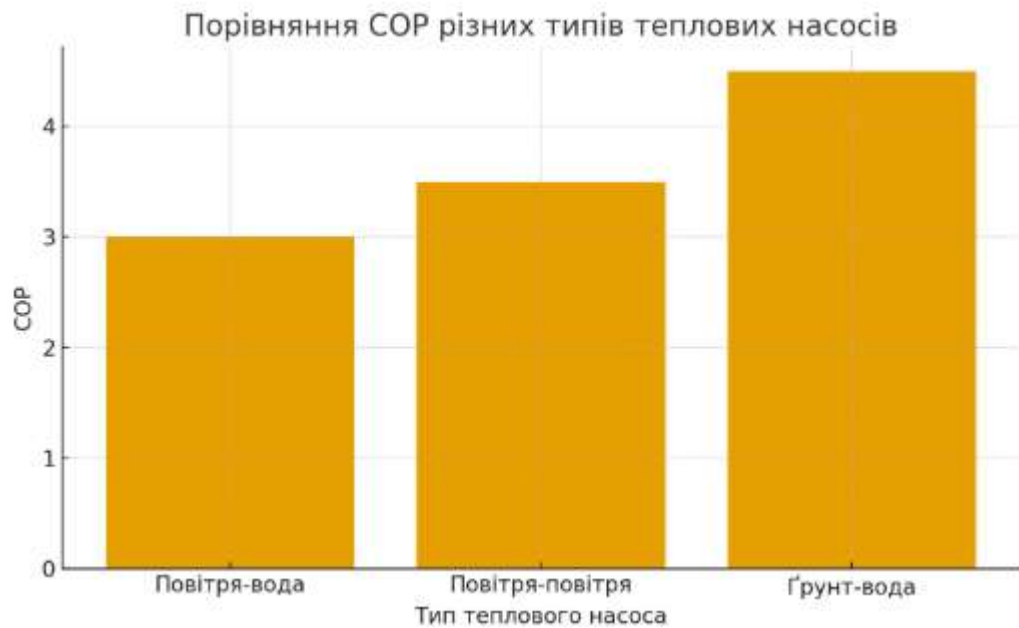


Рисунок 1.1 – Порівняння середніх значень COP різних типів ТН

За рахунок високих коефіцієнтів перетворення ($COP > 3$ у режимах опалення та $EER > 2,5$ у режимах охолодження), теплонасосні системи здатні забезпечити економію енергії на рівні 40–70 % у порівнянні з традиційними системами [6]. Додатковий ефект досягається при сумісному застосуванні рекуперації теплоти, що дозволяє знизити теплові втрати на вентиляцію.

Теплові насоси забезпечують стабільність параметрів мікроклімату протягом року, що є критичним для приміщень, де перебувають діти: температурний комфорт, правильна вологість, чистота повітря та відсутність різких коливань температури. Висока автоматизація та можливість зонального регулювання роблять такі системи гнучкими у роботі та придатними до інтеграції у концепцію «розумних» енергоощадних будівель.

Таким чином, застосування теплових насосів у системах забезпечення мікроклімату дитячих садків дозволяє суттєво підвищити енергоефективність будівлі, зменшити викиди парникових газів, оптимізувати експлуатаційні витрати та забезпечити високий рівень екологічної безпеки, що повністю відповідає сучасним вимогам ДБН та стратегічним орієнтирам розвитку енергетики України.

1.3 Рекуперація теплоти у системах вентиляції як інструмент підвищення енергоефективності

Рекуперація теплоти є одним із ключових елементів сучасних енергоощадних систем вентиляції, оскільки дозволяє суттєво зменшити втрати теплової енергії, пов'язані з необхідністю подачі свіжого повітря в будівлю. Для дитячих садків, де норми повітрообміну є підвищеними, застосування рекуператорів забезпечує не лише стабільні параметри мікроклімату, але й значне скорочення витрат на опалення.

Принцип роботи систем рекуперації полягає у передачі теплоти від теплого витяжного повітря до холодного припливного без їх змішування. Найбільш поширеними типами теплоутилізаторів у громадських будівлях є пластинчасті та роторні рекуператори. Пластинчасті рекуператори мають просту конструкцію, високий рівень енергоефективності та відсутність ризику перетікання повітряних потоків, що є важливим у закладах з підвищеними санітарними вимогами. Роторні теплоутилізатори, у свою чергу, забезпечують вищий показник утилізації теплоти (до 80–85 %) [9] та дозволяють частково передавати вологу, що позитивно впливає на комфорт у зимовий період.

Ефективність рекуперації особливо зростає при роботі у поєднанні з тепловим насосом. Така комбінація дає змогу зменшити теплове навантаження на зовнішній блок теплового насоса та підтримувати його роботу у більш сприятливих режимах з високим COP. У зимовий період рекуператор може компенсувати 40–60 % тепловтрат на вентиляцію [10], що призводить до значного зниження споживання електроенергії теплонасосною установкою.

Інтеграція рекупераційних систем з тепловими насосами дозволяє не лише компенсувати теплові втрати, але й оптимізувати роботу всієї системи мікроклімату. Тепловий насос «повітря-вода» (air-to-water) чи «повітря-повітря» (air-to-air), що працює у зв'язці з рекуператором, може

використовувати не лише низькопотенційне тепло зовнішнього повітря, а й теплоту витяжного повітря після рекуперації. За даними [7], застосування теплового насоса з коефіцієнтом продуктивності $COP \approx 3$ у комбінації з MVHR знижує загальне сезонне теплове навантаження вентиляції на 50-60%.

Додатковим елементом можуть виступати сонячні колектори, які ефективно працюють у міжсезоння та забезпечують частковий підігрів теплоносія. Дослідження [3] демонструють, що навіть невеликі сонячні системи (2-4 м² на групу) здатні покривати до 15% теплового навантаження вентиляції в осінній та весняний періоди. Це знижує цикл увімкнення теплового насоса, подовжує ресурс обладнання та сприяє загальному зменшенню експлуатаційних витрат.

У табл. 1.1 наведено узагальнену порівняльну оцінку енергоспоживання різних варіантів вентиляційних систем для умов типового групового приміщення площею 50 м² та повітрообміну 200 м³/год (за даними [6-8]).

Таблиця 1.1

Річне енергоспоживання вентиляційних систем дитячого садка

Тип системи вентиляції	Наявність рекуперації	Додаткові джерела	Орієнтовне споживання тепла, МВт·год/сезон	Орієнтовна економія, %
Традиційна припливно-витяжна	—	—	8,5–9,0	—
MVHR ($\eta \approx 75-80\%$)	+	—	4,0–4,5	45–50 %
MVHR + тепловий насос ($COP \approx 3$)	+	ТН	3,0–3,5	55–60 %
MVHR + ТН + Solar	+	ТН + Сонячні кол.	2,5–3,0	65–70 %

Представлена інтегрована концепція, що поєднує рекуперацію теплоти, тепловий насос та сонячне тепло, дозволяє суттєво підвищити

енергоефективність у порівнянні з традиційними рішеннями, одночасно забезпечуючи нормативний мікроклімат та стабільний рівень внутрішнього повітряного середовища. Враховуючи підвищені вимоги до якості повітря та теплового комфорту у дитячих закладах, такі системи доцільно розглядати як базові для нових будівель та модернізації існуючих.

Завдяки стабілізації температури та вологості припливного повітря рекуператори забезпечують кращі умови для перебування дітей у приміщеннях, зменшують коливання параметрів мікроклімату та підвищують загальну надійність системи вентиляції. Це робить теплоутилізацію невід'ємною складовою енергоефективної системи створення мікроклімату дитячого садка.

1.4 Техніко-економічне обґрунтування використання енергоефективної системи мікроклімату

Ефективність впровадження енергозберігаючих технологій у закладах дошкільної освіти визначає не лише рівень оперативних витрат, але й безпеку та стабільність тепlopостачання. З огляду на сучасні тенденції декарбонізації, а також нестабільність традиційних видів палива, застосування теплових насосів та вентиляційних установок із рекуперацією тепла набуває особливої актуальності. Для обґрунтування доцільності їх впровадження виконується порівняльний техніко-економічний аналіз двох альтернативних варіантів системи мікроклімату дитячого садка:

- традиційна система опалення на газовому котлі + механічна вентиляція без рекуперації;
- система повітряного опалення та вентиляції на базі теплового насоса з рекуперацією тепла.

Для побудови порівняльної моделі приймаються такі проєктні параметри будівлі дитячого садка:

- Опалювана площа будівлі — 2000 м².

- Середній показник приведених тепловтрат 80 Вт/м².
- Сезонний коефіцієнт перетворення теплового насоса (COP) — 3,2, що відповідає середньостатистичним значенням для повітряних ТН згідно з даними ЕНРА та стандартом EN 14511 [11].
- Тариф на електроенергію — 4,32 грн/кВт·год (дані оглядів тарифів 2025 року).
- Ефективність газового котла — 90 %.
- Калорійність природного газу — $\approx 9,5$ кВт·год/м³.
- Тариф на природний газ — 26,4 грн/м³ (на основі даних постачальників, 2025 р.).

Середня витрата теплоти на опалення з урахуванням приведених тепловтрат розраховується за формулою [12]

$$Q_{осер} = Q_{втр} \frac{t_в - t_{зсер}}{t_в - t_з}, \quad (1.1)$$

де $Q_{втр}$ - значення теплових втрат, Вт;

$t_в$ - температура внутрішнього повітря;

$t_з$ - розрахункова температура зовнішнього повітря;

$t_{зсер}$ - середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період.

Число загальний теплових втрат будівлі становить

$$Q_{втр} = q \cdot F = 80 \cdot 2000 = 160000 \text{ (Вт)}, \quad (1.2)$$

де q - приведені тепловтрати, Вт/м²;

де F - загальна площа опалюваних приміщень будівлі, м².

Отже, середня витрата теплоти на опалення за (1.1) становить:

$$Q_{осер} = 160000 \frac{22 - (-0,1)}{22 - (-22)} = 79636 \text{ (Вт)}.$$

Розрахуємо річний попит на теплову енергію [12, 13]

$$Q_{оріч} = 24Q_{осер}n_{он} / 1000 = 24 \cdot 79636 \cdot 176 / 1000 = 336382 \text{ (кВт} \cdot \text{год / рік)}, \quad (1.3)$$

де $n_{он}$ - кількість діб опалювального періоду (176 для м. Київ).

Річне споживання електроенергії тепловим насосом:

$$E_p = \frac{Q_{оріч}}{COP} = \frac{336382}{3,2} = 105119 \text{ (кВт} \cdot \text{год/рік)}, \quad (1.4)$$

де COP – коефіцієнт перетворення ТН.

Вартість річного споживання електроенергії

$$C_{pe} = E_p * ce = 105119 * 4,32 = 454\,115 \text{ (грн/рік)}, \quad (1.5)$$

де ce – тариф на електроенергію, грн/ кВт·год.

Річна потреба в тепловій енергії котла:

$$Q_{gas} = \frac{Q_{оріч}}{\eta} = \frac{336382}{0,9} = 373758 \text{ (кВт} \cdot \text{год/рік)}, \quad (1.6)$$

де η – прийнятий ККД газового котла.

Річна потреба природного газу в кубічних метрах:

$$V_{gas} = \frac{Q_{gas}}{Q_k} = \frac{373758}{9,5} = 39343 \text{ (м}^3\text{/рік)}, \quad (1.7)$$

де Q_k – калорійність природного газу, кВт·год/м³.

Вартість річного споживання газу:

$$C_{pgas} = \frac{Q_{gas}}{c_{gas}} = 39343 * 26,4 = 1\,038\,653 \text{ (грн/рік)}, \quad (1.8)$$

де c_{gas} – тариф на природний газ, грн/м³.

Отже, кількість заощадженої енергії становить

$$\Delta Q = 373758 - 105119 = 268\,639 \text{ (кВт} \cdot \text{год/рік)}.$$

При цьому вартість заощадженої енергії [14, 15]

$$E = C_{pgas} - C_{pe} = 1038653 - 454115 = 584\,538 \text{ грн/рік}, \quad (1.9)$$

де $П$ – вартість електроенергії, грн /кВт·год;

Розраховані дані зведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Порівняння річних експлуатаційних витрат

Показник	Газовий котел	Тепловий насос
Річна потреба в енергії	373 758 кВт·год	105 119 кВт·год
Заощаджена енергія	–	268 639 кВт·год
Вартість енергії	1 038 653 грн	454 115 грн
Економія	–	584 538 грн/рік

Проведемо оцінку капітальних витрат. Вартість повітряного теплового насоса з інтегрованою або сумісною вентиляційною установкою, системою автоматики та монтажем становить близько 2 600 000 грн [16].

Вартість газового котла, димоходу, автоматики, гідравлічної обв'язки та пусконаладження становить близько 550 000 грн [17].

Тоді різниця капітальних витрат:

$$\Delta CapEx = 2\,600\,000 - 550\,000 = 2\,050\,000 \text{ (грн)}.$$

Термін окупності

$$\tau = CapEx / E = 2050000 / 584538 = 3,6 \text{ (роки)}. \quad (1.10)$$

Згідно отриманих результатів можна дійти висновку, що застосування теплового насоса та системи вентиляції з рекуперацією тепла забезпечує орієнтовне скорочення витрат на 56 %, при цьому, інвестиції у систему на базі теплового насоса окупляться менш ніж за 4 роки, що є надзвичайно високим показником ефективності для інженерних систем громадських будівель.

1.5 Висновки до розділу 1

Проаналізовано застосування теплових насосів у системах забезпечення мікроклімату громадських будівель дозволяє суттєво підвищити енергоефективність будівлі.

Проведено порівняльну оцінку енергоспоживання різних варіантів вентиляційних систем для умов типового групового приміщення, яка показує, що інтеграція рекупераційних систем з тепловими насосами дозволяє не лише компенсувати теплові втрати, але й оптимізувати роботу всієї системи мікроклімату. Сумісна робота теплового насоса «повітря-вода» чи «повітря-повітря з рекуператором знижує загальне сезонне теплове навантаження вентиляції на 50-60%.

Порівняльний техніко-економічний аналіз демонструє, що застосування системи мікроклімату дитячого садка на основі теплового насоса та вентиляційної установки з рекуперацією тепла є економічно та технологічно обґрунтованим рішенням. Економічний ефект у вигляді річної економії ≈ 585 тис. грн забезпечує термін окупності інвестицій менше ніж 4 роки. Окрім цього, система сприяє підвищенню рівня комфорту, безпеки, якості повітря та відповідає принципам сталого розвитку й енергоефективності.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ ДИТЯЧОГО САДОЧКУ

2.1 Вихідні дані для проєктування системи

Проєктування системи повітряного опалення та механічної вентиляції з використанням теплового насоса здійснюється на основі технічних характеристик будівлі та кліматичних умов регіону.

Географічний пункт будівництва: м. Київ.

Тип будівлі: громадська будівля — дошкільний навчальний заклад.

Кількість поверхів: 1 поверх.

Загальна площа: 2000 м².

Висота приміщень: 3,0-3,2 м

Будівля має сучасні огорожуючі конструкції з теплоізоляцією у відповідності до ДБН В.2.6-31:2021 [18].

Дитячий садок включає групові приміщення (ігрові, спальні, санвузли, буфетні та роздягальні), адміністративно-побутові кімнати (кабінет завідувача, медичний блок, методичний кабінет, персональні приміщення), харчоблок із відповідними виробничими та складськими зонами, а також допоміжні та технічні приміщення — пральню, комори, електрощитову, венткамеру та інші господарські приміщення. Розміщення повітроводів передбачається в застельовому просторі приміщень.

Кліматологічна характеристика району будівництва представлена в табл. 2.1 [19].

Таблиця 2.1

Параметри зовнішнього повітря для м. Київ

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	3538
		Теплий	23,7	53,6	1	28,7	56,1	1	
		Холодний	-10	-6,7	5,3	-22	-20,7	4,2	

Конструкція зовнішніх огорожувальних стін передбачає виконання кладки з керамічної цегли з шаром мінераловатного утеплювача та влаштуванням вентильованого фасаду. Згідно з ДБН В.2.6-31:2021, місто Київ належить до I архітектурно-будівельного кліматичного району та I температурної зони, а нормативні значення опорів теплопередачі R_o для цієї зони наведені у таблиці 2.2 зазначеного нормативного документа.

Таблиця 2.2

Опори теплопередач зовнішніх огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$

Найменування	Показники опору теплопередачі, $R_o, \text{м}^2\text{°C/Вт}$
Зовнішні стіна	4,0
Підлоги	5,0
Покриття	6,0
Вікна	0,9
Двері	0,7

2.2 Розрахунок теплотехнічних характеристик зовнішніх огорожень будівлі

Для подальшої оцінки тепловтрат будівлі дитячого садочку необхідно визначити дійсні приведені опори теплопередачі R_0^{ϕ} для всіх огорожувальних конструкцій .

Зовнішні стіни будівлі виконані з керамічної цегли товщиною 250 мм з шаром теплової ізоляції у вигляді мінераловатних плит. Товщина шару теплоізоляції складає 180 мм. Конструкція зовнішніх стін також передбачає влаштування системи навісних вентильованих фасадів з кlinkерною плиткою, що має товщину 30 мм (рис. 2.1).

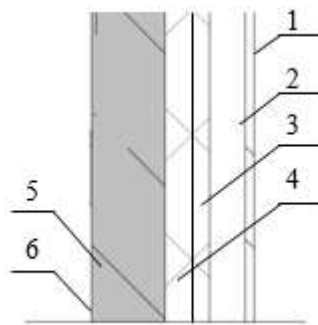


Рисунок 2.1 – Схема влаштування зовнішніх стін будівлі дитсадка: 1- кlinkерна плитка, 2- вентильований повітряний прошарок, 3 – теплоізоляція мінеральна вата, 4 – керамічна цегла, 5 – внутрішня цементно-піщана штукатурка

Загальний приведений термічний опір зовнішньої стіни, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$:

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

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

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

Результати розрахунків наведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3

Результати розрахунку приведенного термічного опору зовнішньої стіни

	Найменування шару	Товщ. шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м·год·Па	Коефіцієнт теплопровідності, λ_b , Вт/м·°C	Термічний опір шару, $R_{k, m^2 \cdot ^\circ C / W}$
	$\alpha_3 = 12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$				0,083
1	Клінкерна плитка	0,030	-	-	-
2	Вентильований прошарок	0,050	-	-	-
3	Мінеральна вата VENITROCK	0,180	0,47	0,039	4,97
4	Цегла керамічна	0,250	0,11	0,81	0,31
5	Внутрішня штукатурка	0,020	0,09	0,93	0,02
	$\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$				0,115
Термічний опір стіни:					5,50

Розрахуємо коефіцієнт теплопередачі даної зовнішньої стіни

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

Обчислення дійсного приведенного опору теплопередачі вікон дитячого садка здійснюється на основі ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 та ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022 [20].

На стінах встановлені двошкамерні металопластикові вікна розмірами 0,9x1,5 м. Коефіцієнт теплопередачі профільних елементів $U = 1,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$. Коефіцієнт теплопередачі склопакетів приймаємо $U_{сп} = 1,075 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ на основі ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2022.

Розрахуємо коефіцієнт теплопередачі вікон дитсадка:

$$U_w = (0,24 \cdot 1,2 + 1,08 \cdot 1,075 + 1,7 \cdot 0,08) / 1,4 = 1,1 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

При цьому дійсний термічний опір вікон становитиме

$$K = 1/1,1 = 0,91 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Конструкція покриття представлена на рис. 2.2.

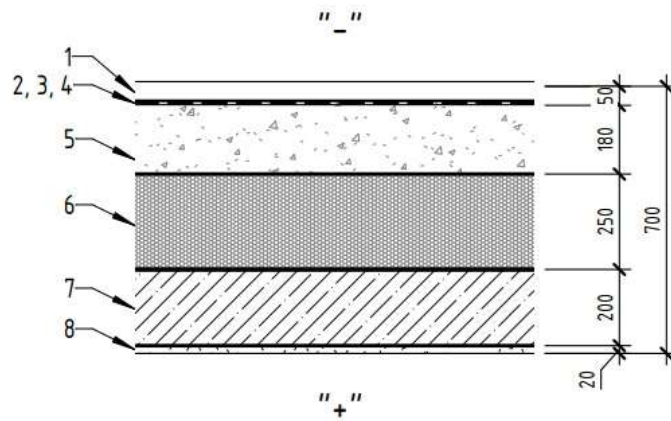


Рисунок 2.2 – Схема влаштування покриття: 1 - гравійна засипка, 2 - геотекстиль, 3,4 – гідроізоляційна мембрана, 5 - цементно-піщана стяжка, 6 - ЕППС, 7 - залізобетонне перекриття, 8 – цементно-піщана штукатурка

Покрівля будівлі дитсадка є багатошаровою і складається з оштукатуреної плити перекриття, шару теплоізоляції у вигляді екструдованого пінополістиролу (ЕППС), цементно-піщаної стяжки, гідроізоляційної мембрани, шару геотекстилю та баластної гравійної засипки. Результати розрахунків наведено в табл. 2.4

Таблиця 2.4

Результати розрахунку приведеного термічного опору покрівлі

	Найменування шару	Товщ. шару, δ , м	Коефіцієнт паропроникності, μ , мг/м·год·Па	Коефіцієнт теплопровідності, λ_B , Вт/м·°C	Термічний опір шару, $R_{K, m^2 \cdot ^\circ C / W}$
	$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{K)}$				0,043
1	гравійна засипка	0,050	0,27	0,12	0,42
2	Геотекстиль	-	-	-	-
3	Гідроізоляційна мембрана	0,001	0,00011	0,23	0,004
4	Цементно-піщана стяжка	0,180	0,09	0,93	0,19
5	ЕППС	0,250	0,008	0,036	6,94
6	З/б перекриття	0,200	0,03	2,04	0,10
7	Цементно-піщана штукатурка	0,020	0,09	0,93	0,022
	$\alpha_B = 10 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{K)}$				0,1
Термічний опір покриття:					7,82

Коефіцієнт теплопередачі перекриття

$$K = 1/7,8 = 0,13 \text{ (Вт/м}^2\cdot\text{°C)}.$$

Підлоги дитячого садка влаштовані по ґрунту (див. рис. 2.3).

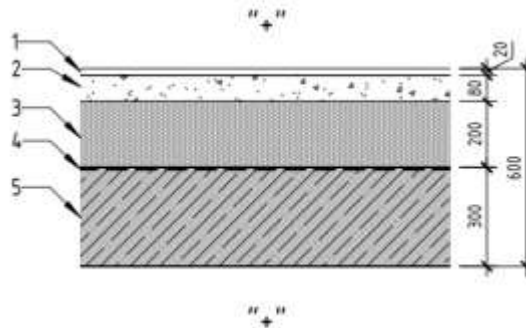


Рисунок 2.3 – Схема влаштування підлоги по ґрунту:

1 – чистове покриття підлог, 2 - цементно-піщана стяжка, 3- теплова ізоляція (пінополістирольні плити), 4 - гідроізоляція, 5 - залізобетон, 6 – щебенева підготовка, 7 – ґрунт.

Підлоги по ґрунту включають ша залізобетону по щебеневій підготовці, гідроізоляцію, шару теплової ізоляції у вигляді пінополістирольних плит товщиною 200 мм, цементно-піщаної стяжки та чистого покриття підлог. Результати моделювання теплотехнічних характеристик підлог наведено в табл. 2.5

Таблица 2.5

Результати розрахунку приведенного 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, $R_{k, m^2 \cdot ^\circ C / Wt}$
1	Чистове покриття підлоги	0,020	0,00	0,23	0,09
2	Цементно-піщана стяжка	0,080	0,01	0,93	0,09
3	Теплоізоляція (пінополітирол)	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

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

2.3 Розрахунок теплових втрат будівлі

Для забезпечення стабільного та комфортного мікроклімату у будівлі дитячого садка необхідно дотримуватися теплового балансу, який визначається співвідношенням тепловтрат і теплонадходжень. Тепловтрати формуються через огорожувальні конструкції — зовнішні стіни, покрівлю, вікна, підлогу, двері, а також у результаті нагрівання припливного вентиляційного повітря. Крім того, при визначенні тепловтрат варто враховувати теплові втрати з магістралей системи опалення, якщо вони проходять транзитом через неопалювані «холодні» приміщення. Теплонадходження, своєю чергою, залежать від присутності людей, роботи електрообладнання, освітлення та впливу сонячної радіації. У цьому підрозділі подано методику визначення тепловтрат будівлі, що є базовим етапом для формування теплового навантаження та вибору енергоефективної системи мікроклімату.

Тепловий баланс для приміщень дитячого садка може бути представлений таким рівнянням, Вт [21]:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_l + Q_{осв} + Q_{інс} - Q_{ст} - Q_{підл} - Q_{вк} - Q_{зс}, \quad (2.2)$$

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з основних Q_r та додаткових Q_d Вт [15]:

$$Q_{втр} = Q_r + Q_d \quad (2.3)$$

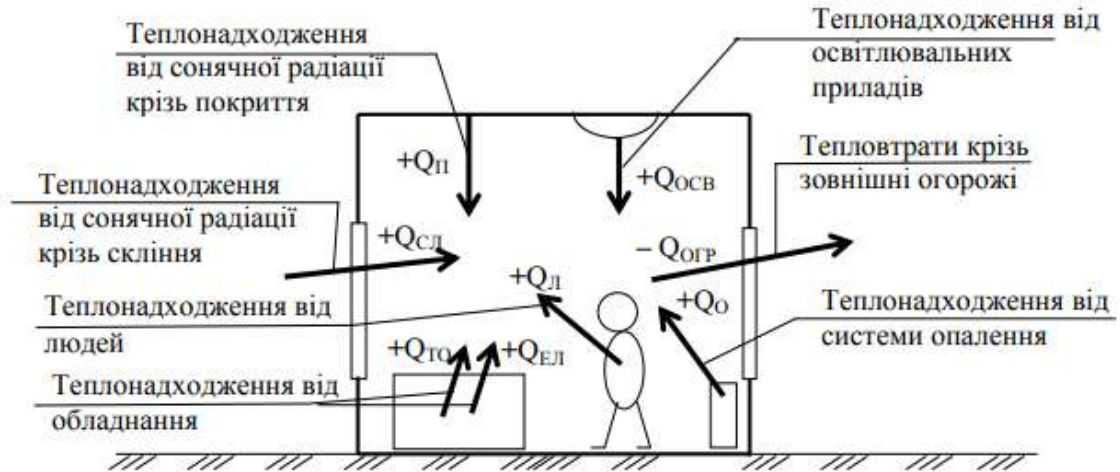


Рисунок 2.4 – Схема теплового балансу будівлі дитсадка

Основні тепловтра́ти Q_{Γ} , Вт, визначають за формулою [21]:

$$Q_e = 1/R_0^{\phi} \cdot F \cdot (t_e - t_s) \cdot n \quad (2.4)$$

де: F – площа поверхні зовнішніх конструкцій через які проходить тепло з приміщень, m^2 ;

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

t_b – внутрішня розрахункова температура приміщень, $^\circ C$;

t_s – зовнішня розрахункова температура на опалення, $^\circ C$;

n – коефіцієнт, що враховує додатків захист огорожувальних конструкцій.

Додаткові тепловтра́ти, що відбуваються крізь зовнішні конструкції приміщень враховуються і обчислюються у частках від основних і залежать від геометричного розташування огорожувальної конструкції відносно сторін світу і далі додаються до основних.

Розрахункова температура внутрішнього повітря для приміщень дитсадка прийнята $+22^\circ C$ згідно ДБН В.2.2-4:2018 «Заклади дошкілької освіти», зовнішню розрахункову температуру на опалення приймаємо $-22^\circ C$ [22, 23]. Різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря складає

$$\Delta t = t_b - t_z = 22 - (-22) = 44 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (2.5)$$

Визначаємо головні тепловтрати зовнішньої стіни 1 за формулою 2.3

$$Q_{c1} = 1/5,5 \cdot 8,6 \cdot 44 \cdot 1 = 68 \text{ (Вт)}.$$

Визначаємо головні тепловтрати зовнішньої стіни 2 :

$$Q_{c2} = 1/5,5 \cdot 20 \cdot 44 \cdot 1 = 158 \text{ (Вт)}.$$

Для зовнішньої стіни сумарні додаткові тепловтрати становлять 5 % від головних для стіни 2, а також наявність дверей додає ще 60%. У такому випадку загальні теплові втрати стіни 2 складатимуть 227 Вт.

Загальні втрати теплоти на нагрівання інфільтрованого повітря для всіх опалюваних приміщень будівлі дитячого садка можна розрахувати за формулою, Вт [23]

$$Q_{inf} = 1/3600 \cdot C_{нов} \cdot \rho \cdot F(t_e - t_z) \cdot k \quad (2.6)$$

де F - площа підлоги приміщення, кв. м;

h - висота приміщення від підлоги до стелі, м;

ρ – густина повітря, кг/м³;

k – розрахункова кратність повітрообміну інфільтраційного повітря, год⁻¹;

$C_{нов}$ – питома масова теплоємність повітря, 1005 Дж*кг/К.

Згідно ДБН В.2.2-4:2018 [23] кратність повітрообміну для будівлі дитсадка повинна бути не менше 1,5, кратність для інфільтраційного повітря за рекомендаціями приймаємо [24, 25] 0,3. В такому випадку кількість теплоти необхідна на підігрів інфільтрованого повітря за (2.6) становить

$$Q_{inf} = 1/3600 \cdot 1005 \cdot 1,2 \cdot 2000 \cdot 3 \cdot (22 - (-0,1)) \cdot 0,3 = 13326 \text{ (Вт)}.$$

Загальні тепловтрати будівлі, які враховують зовнішні конструкції підлоги, стін, покриття, вікон та дверей, а також додаткові теплові втрати наведено в додатку В. Виходячи з цього та рівняння (2.3) загальні теплові втрати будівлі дитсадка становлять $Q_{втр} = 108069 \text{ Вт}$.

2.4 Розрахунки надходжень теплоти в приміщення дитсадка

Надходження тепла в приміщення формуються як сукупність усіх джерел теплової енергії, що впливають на мікроклімат. До них належать теплопритоки через світлопрозорі огорожувальні конструкції (вікна та інші засклені елементи), тепловиділення від систем штучного електричного освітлення, технологічного та побутового обладнання, а також тепловиділення від людей, які перебувають у приміщенні — персоналу та дітей. У сукупності ці чинники визначають загальне теплове навантаження, яке необхідно враховувати при проєктуванні вентиляції, опалення та систем кондиціонування з метою забезпечення нормативних параметрів мікроклімату.

2.4.1 Надходження теплоти від людей, освітлення та обладнання

Теплота, що надходить у приміщення від людей, поділяється на явну ($Q_{\text{я}}$) та приховану ($Q_{\text{прих}}$). Явна теплота пов'язана з передачею тепла від тіла людини через конвекцію та випромінювання, тобто без зміни агрегатного стану вологи. В той час як прихована теплота — це енергія, яка виділяється разом із випаровуванням вологи під час дихання та потовиділення.

Сумарний потік теплоти, що надходить у приміщення від людей, визначається як сума явної та прихованої складових, тобто повна теплота враховує обидва механізми теплонадходжень і повинна бути розрахована при визначенні теплового навантаження та параметрів мікроклімату [21]

$$Q_{\text{люд}} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{прих}}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

У більшості випадків для житлових, громадських та інших типів будівель теплонадходження від людей можна обрахувати за формулою [26]

$$Q_{\text{люд}} = q_{\text{я+прих}} \cdot n_{\text{л}}, \quad (2.8)$$

де $q_{\text{я+прих}}$ — сума питомих явних та прихованих теплонадходжень від людини, Вт/люд.;

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

В нормативних документах перелічено мінімальний склад приміщень для груп, але не вказано конкретних значень площі на одну дитину. У проєктах дитсадків часто використовують такі орієнтири: для групи близько 20 дітей приймають площу 50-70 м² ігрової кімнати, а також 30-40 м² спальні. З огляду на сумарні площі ігрових та спалень у даному проєкті прийнято 10 груп по 20 дітей. Тоді сумарна кількість дітей у дитячому садку становитиме 200 осіб, а також 20 осіб персоналу.

Величина питомих теплонадходження від дітей дещо відрізняються від дорослих людей, тому для розрахунку теплонадходжень від людей для дошкільних навчальних закладів встановлені рекомендовано використовувати наступну методику [27].

Методика ДСТУ 9190 [12], з якою ведеться розрахунок енергетичної ефективності будівель, враховує такі наступні складові:

- внутрішній тепловий потік від людей $F_{int, Oc}$;
- внутрішній тепловий потік від штучного освітлення $F_{int, L}$;
- внутрішній тепловий потік від обладнання $F_{int, A}$.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел Q_{int} , Вт·год, розраховуються для кожного місяця за формулою

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m, noc}}{N_m} (\sum_k \Phi_{int, mn, k} A_{f, k}) t + Q_{W, dis, rbl, m}, \quad (2.9)$$

Де N – графік використання залежно від призначення будівлі, приймається згідно [12], год/тиждень;

N_m – кількість діб у відповідному місяці;

$N_{m, noc}$ – кількість діб невикористання залежно від призначення будівлі у відповідному місяці;

$F_{int, mn, k}$ – устереднена за часом щільність теплового потоку від k -го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, приймається як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м²;

$A_{f, k}$ – кондиціонована площа k -ї зони будівлі, м² ;

t – тривалість місяця, для якого проводять розрахунки, год.

Визначається згідно з додатком А ДСТУ 9190 [12];

$Q_{W,dis,rbl,m}$ – утилізаційні регулярні тепловтрати у підсистемі розподілення ГВП за відповідний місяць з трубопроводів, розташованих в опалюваних приміщеннях, Вт·год.

В табл. 2.6 представлені розрахункові дані для обчислення теплонадходжень.

Таблиця 2.6

Дані для розрахунку теплонадходжень у дитсадки

Призначення будівлі	Графік використання N , год/тиждень	Щільність теплового потоку, Вт/м ² , від		
		метаболічно і теплоти, F_{intOc}	освітлення, $F_{int, L}$	обладнання, $F_{int, A}$
Будівлі дитячих дошкільних закладів	50	7,0	7,0	3,0

Проведемо розрахунок сумарних теплонадходжень від обладнання, освітлення та людей в дитячому садку за (2.9)

$$Q_{int,mic} = 50 / 168 \cdot (30 - 2) / 30 \cdot ((7 + 7 + 3) \cdot 2000) \cdot 720 + 0 = 5\,200\,000 \text{ (Bm} \cdot \text{год)}.$$

$$\text{Тобто } Q_{int} = 5\,200\,000 / 720 = 7222 \text{ (Bm)}.$$

2.4.2 Теплонадходження від сонячної радіації

Розрахунок теплових надходжень від сонячної радіації через світлопрозорі конструкції здійснюють за формулою:

$$Q = (q_1 F_{01} + q_2 F_{02}) \beta_{c.n.} k_0 + (t_3 - t_6) / R \cdot F, \quad (2.10)$$

де F_{01} - площа світлового прорізу, який піддається впливу прямим сонячним опроміненням, м²;

F_{02} - площа світлового прорізу, який не підпадає під пряме сонячним опромінення, м²;

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

k_0 - коефіцієнт, що залежить від типу скління;

q_1 та q_2 – кількість тепла, яка надходить через одинарне скління світлових прорізів при прямому і розсіяному сонячному випромінюванню, Вт/м²:

$$q_1 = (q_{в.р.} + q_{в.н.}) k_1 k_2, \quad (2.11)$$

$$q_2 = q_{в.р.} k_1 k_2, \quad (2.12)$$

де $q_{в.п.}$ – надходження тепла через одинарне скління від прямого випромінювання, Вт/м²;

$q_{в.р.}$ – надходження тепла через вертикальне скління від розсіяного сонячного випромінювання, Вт/м²;

k_1 – коефіцієнт, який враховує затемнення прорізів віконними рамами;

k_2 – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла.

Теплові надходження від інсоляції через світлові прорізи будівлі дитячого садочка зведено в додатку Г.

2.4.3 Інсоляційні теплонадходження через покрівлю та стіни

Теплонадходження, що передаються у приміщення через перекриття під дією сонячної радіації, розраховують виходячи з рівняння [21]

$$Q_{\text{Стеля}} = \left[\frac{1}{R_0} \cdot (t_z + R_n \cdot \rho \cdot I_{\text{сеп}} - t_e) + \beta \cdot k \cdot \frac{A_{\text{тс}}}{R_e} \right] \cdot F \quad (2.13)$$

де R_0 - опір теплопередачі покриття будівлі, м²К/Вт.

Інсоляційні теплові надходження через стіни

Інсоляційне надходження через стіни будівлі визначається за формулою [21]

$$Q = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{R_0} \cdot F, \quad (2.14)$$

де R_0 - опір теплопередачі стін будівлі, м²К/Вт;

F – площа стіни, м²;

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

$$\Delta t_1 = t_{\text{зв}} - t_{\text{в}} - A A_{\text{тв}} - B, \quad (2.15)$$

$$\Delta t_2 = \Delta t_3 + \frac{I}{I_0} (\Delta t_4 - \Delta t_3), \quad (2.16)$$

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

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

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

$\Delta t_3, \Delta t_4$ – вихідні еквівалентні розрахункові температури, $^\circ\text{C}$, відповідно для стін у затінку і на сонці [28]

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

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

Сумарні теплонадходження від освітлення, людей, обладнання, сонячної інсоляції через світлопрозорі огороження, покрівлю та стіни зведено в додатку Г.

2.5 Загальні навантаження на систему забезпечення мікроклімату будівлі в зимовий період

Максимальне теплове навантаження на ситему опалення виходячи з рівнянь (2.2), (2.3)

$$Q_{\text{о max}} = Q_{\text{втр}} = 108069 \text{ Вт}.$$

Середнє теплове навантаження на ситему опалення з врахуванням середньої температури за опалювальний сезон обрахуємо за формулою (1.1)

$$Q_{\text{осер}} = Q_{\text{втр}} \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{зсер}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}},$$

$$Q_{осер} = 108069 \frac{22 - (-0,1)}{22 - (-22)} = 54280 \text{ (Вт)}.$$

Річне середнє теплове навантаження на систему опалення можна визначити за формулою [12]

$$Q_{орік} = Q_{осер} n_{он} / 1000 \cdot 24, \quad (2.17)$$

де $n_{он}$ - кількість днів опалювального періоду (176 для м. Київ).

$$Q_{орік} = 54280 \cdot 176 \cdot 24 = 229279190 \text{ (Вт} \cdot \text{год} / \text{рік)}.$$

$$\text{Або } Q_{орік} = 229279190 / 1000000 = 229,3 \text{ (МВт} \cdot \text{год} / \text{рік)}.$$

Крім витрат на систему опалення, навантаження на систему забезпечення мікроклімату повинно також включати витрати теплової енергії на підігрів зовнішнього повітря на припливну вентиляцію.

Масова витрата припливного повітря для будівель дошкільних навчальних закладів розраховується, виходячи з мінімальної кратності повітрообміну, що за ДБН В.2.2-4:2018 «Заклади дошкільної освіти» відповідає значенню $1,5 \text{ год}^{-1}$.

Сумарна масова витрата припливного повітря для всіх приміщень дитячого садка визначається формулою, кг/с

$$G_s = \rho V k_n / 3600, \quad (2.18)$$

де ρ – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

V – сума об'ємів кондиціонованих/опалюваних приміщень, м^3 ;

k_n – розрахункова кратність повітрообміну припливного свіжого повітря, год^{-1} .

Сумарна масова витрата припливного повітря для всіх приміщень без врахування підігріву за рахунок рекуперації теплоти витяжного повітря

$$G_s = 1,2 \cdot 6000 \cdot 1,5 / 3600 = 3 \text{ (кг} / \text{с)}.$$

Знайдемо витрату теплової енергії на підігрів припливного повітря без рекуперації, Вт

$$Q_s = G_s C_{ног} (t_s - t_3), \quad (2.19)$$

де $C_{нов}$ – питома масова теплоємність повітря, Дж*кг/К.;

t_6, t_3 – розрахункові температури на опалення внутрішнього та зовнішнього повітря, °С.

Виходячи з (2.19) отримаємо значення максимального теплової енергії, що необхідна на нагрів повітря без врахування рекуперації

$$Q_6 = 3 \cdot 1005 \cdot (22 - (-22)) = 132660 \text{ (Вт)}.$$

Те ж саме для середньої витрати теплової енергії, що необхідна на нагрів повітря без врахування рекуперації

$$Q_{всер} = G_6 C_{нов} (t_6 - t_{зсер}) = Q_6 = 3 \cdot 1005 \cdot (22 - (-0,1)) = 66631 \text{ (Вт)}. \quad (2.20)$$

Кількість явної теплоти, що відбирається від витяжного повітря в холодний період року

$$Q_я^{рек} = L_6 \cdot \rho \cdot c \cdot (t_6 - 5) = \frac{16470}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1,005 \cdot (22 - 5) = 94 \text{ кВт} \quad (2.21)$$

Виходячи з (2.19) та (2.21) отримаємо значення максимального теплового навантаження на підігрів припливного повітря з врахуванням ефекту рекуперації

$$Q_{вп}^{рек} = Q_6 - Q_я^{рек} = 132660 / 1000 - 94 = 36,7 \text{ (кВт)}. \quad (2.22)$$

Виходячи з (2.20) та (2.21) отримаємо значення середнього теплового навантаження на підігрів припливного повітря з врахуванням ефекту рекуперації

$$Q_{вп сер}^{рек} = Q_{всер} - Q_я^{рек} = 66631 / 1000 - 94 = 27,4 \text{ (кВт)}. \quad (2.23)$$

Знайдемо середню річну витрату теплової енергії, необхідну для роботи системі повітряного опалення в зимовий період року, виходячи з отриманих значень за (2.17) та (2.23)

$$Q_{ов рік} = Q_{орік} + 24 \cdot Q_{вп сер}^{рек} n_{он} \cdot 10^{-3} = 229,3 + 24 \cdot 27,4 \cdot 176 \cdot 10^{-3} = 229,3 + 115,7 = 345 \text{ (МВт} \cdot \text{год / рік)}. \quad (2.24)$$

де $n_{он}$ - кількість діб опалювального періоду (176 для м. Київ).

При цьому максимальне теплове навантаження на ситему повітряного

опалення з врахуванням підігріву припливного повітря та рекуперації становитиме, враховуючи отримані значення (2.3), (2.22)

$$Q_{нов оп}^{max} = Q_{о max} + Q_{ен}^{pek} = 108 + 36,7 = 144,7 \text{ (кВт)}.$$

2.6 Розрахунок повітрообміну системи вентиляції та повітряного опалення

Повітрообмін для холодного періоду року з врахуванням забезпечення повітряного опалення, м³/год [29]:

$$L = L_{оз} + \frac{Q_{я}}{c_n \rho_{оз} (t_n - t_{p.з})}, \quad (2.25)$$

Повітрообмін за надлишками теплоти визначається, м³/год:

$$L_k = \frac{3,6 \cdot Q_{надл}}{\rho \cdot c_{нов} (t_{г} - t_n)}, \quad (2.26)$$

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

$c_{нов}$ – масова теплоємність повітря, 1,005 кДж/кг · К;

ρ – густина повітря, кг/м³;

$t_{г}$ – температура внутрішнього повітря, °С;

t_n – температура припливного повітря, °С.

Температура припливного повітря для системи кондиціонування [29]

$$t_n = t_{ext} - \Delta t_1 + 0,001p, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.27)$$

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 [29].

Результати розрахунків повітрообміну у приміщеннях дитячого садка наведено в додатку Д.

2.7 Розрахунок повітророзподілення

Для забезпечення продуктивності припливної системи, яка становить 9480 м³/год, а також витяжної системи 10030 м³/год (з врахуванням витяжних систем санвузлів), припливне повітря подається дифузорами, розташованими у верхній частині, а видаляється вентиляційними решітками та дифузорами, що розташовані на відгалудженнях витяжних повітропроводів у верхній частині приміщень.

Характеристики припливних повітророзподільників (дифузорів):

Тип: ПДК-20

Розміри: 485x485

Межі витрат: 500-900 м³/год

$N = 5600 / 3600 \cdot 0,075 \cdot 1,5 = 8$ шт. (для приміщення 105 — буфету)

Діаметр під'єднання: 250 мм.

Швидкість витоку з повітророзподілювача 0,5 м/с.

Розрахункова швидкість на осі струминки на вході в робочу зону дорівнює 0,23 м/с, що не перевищує нормативного значення для їдальні (0,25 м/с).

Об'ємна витрата повітря на один дифузор рівна 790 м³/год і знаходиться у межах $500 \leq 700 \leq 900$ м³/год, а отже, припливні дифузори підібрано вірно.

Видалення повітря здійснюється за допомогою прямокутних вентиляційних дифузорів, розташованих у верхній частині приміщення. Кількість повітря, яку видаляє витяжна система в їдальні складає 2000 м³/год.

Характеристики дифузорів витяжної системи:

Тип: ПДК-14

Переріз: 350x350

Площа: $A_0 = 0,075 \text{ м}^2$

Межі витрат: 150-500 м³/год

Швидкість: 1,2 м/с

Визначаємо кількість решіток за формулою:

$N = 2000 / 3600 \cdot 0,075 \cdot 1,5 = 5$ шт. (для приміщення 105 — буфету)

Перевіряємо витрату однієї решітки:

$L_{\text{реш}} = 2000 / 5 = 400$ м³/год

Об'ємна витрата однієї решітки знаходиться у межах $150 \leq 400 \leq 500$ м³/год, отже, дифузори підібрано вірно.

Розрахунок повітророзподілення припливної системи кондиціонування їдальні та інших систем представлено в додатку Д.

2.8 Моделювання аеродинамічного розрахунку

Моделювання аеродинамічного режиму системи мікроклімату виконано згідно аксонометричних схем системи вентиляції (аркуші 3-5).

Поперечний переріз ділянок повітропроводу визначається рівнянням:

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

де L_p - розрахункова об'ємна витрата повітря на ділянці, м³/с

V - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, м/с.

За отриманими значеннями F_p підбираєм каталожні розміри повітропроводу.

Далі визначимо дійсну швидкість руху повітря на ділянках

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

Втрати тиску місцевих опорів можна розрахувати з формули

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

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів [28].

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.

2.9 Підбір основного обладнання системи вентиляції

Відповідно до [22] окремі вентиляційні системи розроблено для приміщень: ігрових та спалень, столової, санвузлів, фізкультурної зали, холу та кабінетів. Всі припливно-витяжні установки та теплові насоси передбачено до встановлення на покрівлі будівлі. Осьові вентилятори витяжних систем В1, В2 разом із шумоглушниками влаштовані безпосередньо в приміщеннях на горизонтальних та вертикальних ділянках повітропроводів. Припливна установка системи П1 влаштована у підстельовому просторі із забором повітря з проходом через зовнішню стіну. Повітроводи, що прокладаються по покрівлі виконуються у теплоізоляції із мінеральної вати товщиною 30мм.

Для спалень та ігрових (система ПВ1), а також фізкультурного залу (ПВ3) використаємо припливно-витяжні установки Aerostar із пластинчатим рекуператором, з такими характеристиками [30]:

Марка- AEROSTAR GreenSTR - 3;

Максимальна продуктивність – 400-3000 (2600) м³/год;

Габаритні розміри: 1400×730×300.

Для компенсації тепловтрат для підігріву повітря використовують тепловий насос виробника Cooper&Hunter CH-HP4.0MIRK (рис.2.5).



Рисунок 2.5 – Модуль теплового насоса Cooper&Hunter

Тепловий насос виробника Cooper&Hunter CH-HP4.0MIRK [31] з такими характеристиками:

Теплопродуктивність – 4 (3) кВт;

Холодопродуктивність – 3,8 кВт.

Для столової (ПВ5) підібрано припливно-витяжну установку з рекуператором тепла та окремо встановленим тепловим насосом для опалення та кондиціонування приміщень, з характеристиками:

Марка вент. установки- GreenSTR-4;

Марка теплового насоса CH-HP12UMNM ;

Продуктивність – 500-4000 (3100) м³/год;

Теплопродуктивність – 12 (9,9) кВт;

Холодопродуктивність – 11 кВт;

Габаритні розміри установки: 2586×1030×1700 мм.

Для систем ПВ2, ПВ4, П1 підібрано припливно-витяжні установки GreenSTR-2 та теплові насоси з такими характеристиками:

Марка вент. установки - GreenSTR-2;

Марка теплового насоса Cooper&Hunter CH-HP4.0MIRK;

Продуктивність – 400-2000 (500-510) м³/год;

Теплопродуктивність – 4 (2) кВт;

Холодопродуктивність – 3,8 кВт.

Для приміщень санвузлів підібрано осьові витяжні вентилятори.

Для балансування системи ветиляції/повітряного опалення використані дросель-клапани. Нев'язка не повинна перевищувати 15%.

Результати моделювання аеродинамічного режиму будівлі дитячого садочку представлені в додатку Е.

2.10 Висновки до розділу 2

У розділі виконано комплексний теплотехнічний та аеродинамічний аналіз, необхідний для обґрунтування проєктних рішень з організації енергоефективної системи мікроклімату будівлі дитячого садка в м. Київ.

На основі розрахунку теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій встановлено їхні термічні опори та коефіцієнти теплопередачі. Це дало змогу визначити структурований баланс тепловтрат будівлі через стіни, покрівлю, підлогу, вікна, двері та інфільтрацію, що склали близько 108 кВт. Разом з тим виконано оцінку теплонадходжень від людей, освітлення та інсоляції приміщень будівлі.

Використовуючи рівняння теплового балансу, визначено максимальні та середні теплові навантаження на систему мікроклімату, що формуються у зимовий період експлуатації. Розраховано повітрообмін системи ветиляції з урахуванням нормативних вимог до будівель дошкільної освіти та виконано моделювання повітророзподілення, аеродинамічного режиму, підбір діаметрів повітропроводів і робочих параметрів обладнання.

Загальна максимальна теплова потужність системи повітряного опалення становить 144,7 кВт. З урахуванням рекуперації визначено максимальне та середнє навантаження на підігрів припливного повітря —

36,4 кВт та 26,7 кВт відповідно. Середня річна витрата теплової енергії на опалення становить 345 МВт·год/рік, що відповідає показникам аналогічних закладів дошкільної освіти у кліматичних умовах Києва.

Для реалізації проєктних рішень підібрано повітропроводи прямокутного перерізу, припливно-витяжні дифузори та решітки, анемостати, припливно-витяжні установки Aerostar, а також теплові насоси Cooper&Hunter, здатні забезпечити необхідний рівень енергоефективності та надійності системи.

Усі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних документів. Отримані результати дозволяють сформулювати технічно обґрунтовану та економічно доцільну систему мікроклімату, оптимізовану для умов експлуатації дитячого садка.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи, прийнятої до монтажу

У даному розділі розглядається технологія монтажу системи забезпечення мікроклімату будівлі дошкільного навчального закладу в м. Київ. Будівля — одноповерхова, висотою 3,0 м. Джерелом теплоти виступають припливно-витяжні вентиляційні установки з рекуперацією теплоти витяжного повітря та тепловим насосом.

Енергоефективна система створення мікроклімату включає такі основні елементи:

1. Припливні повітророзподільники: дифузори ПДК та регульовані вентиляційні решітки РВ.
2. Витяжні повітророзподільчі пристрої: дифузори, вентиляційні решітки ПДК та анемостати DVS.
3. Мережа повітропроводів.
4. Дросельні клапани ДКК для круглих повітропроводів.
5. Вентиляційні установки Aerostar у комплекті з тепловими насосами СН-НР12UMNM та СН-НР4.0MIRK.
6. Осьові вентилятори VENTS TT ПРО 200 ЕС разом з шумоглушниками VENTS CP 200/600 [32, 33].

Система вентиляції — припливно-витяжна, з механічним спонуканням. Обладнання розміщується на даху та в застельовому просторі. Повітроводи виконані з оцинкованої сталі щільності класу А, підключення дифузорів здійснюється гнучкими повітропроводами.

Подача повітря у приміщення забезпечується через дифузори типу ПДК та решітки типу Р, а видалення — через дифузори ПДК та анемостати.

Для регулювання витрат повітря на всіх відгалуженнях встановлено дросель-клапани ДКК відповідних діаметрів.

Теплова ізоляція передбачена на ділянках припливних повітропроводів від повітрозабірних решіток до припливних установок та на витяжних повітропроводах до місця проходу через перекриття — фольгована мінеральна вата товщиною 50 мм. В місцях переходу через огорожувальні конструкції із 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 насоса. Склад робіт для виконання монтажу системи забезпечення мікроклімату дитсадка у м. 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 та повітряного опалення

№ п/п	Назва роботи	Од. виміру	Об'єм
1	З	4	5
1	Доставлення деталей на робочий майданчик	т	32
2	Прокладання гнучких повітропроводів повітропроводів діаметром до Ø 250 мм	100м ²	2,25
3	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм діаметром до Ø 200 мм	100м ²	2,2
4	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100м ²	0,8

Продовження таблиці 3.1

1	3	4	5
5	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 1000 мм	100м ²	2,35
6	Встановлення повітророзподільників ПДК-6, ПДК-9, ПДК-12, ПДК-14 розміром до 500×500 мм	1шт	80
8	Встановлення круглих дифузорів SD Ø 250/G та	1шт	6
9	Встановлення анемостатів DVS 100	1шт	13
10	Встановлення вентиляційних решіток Р 500х500	1шт	3
11	Встановлення зовнішніх вентиляційних решіток Р 300х300	1шт	12
12	Встановлення вогнезатриуючих клапанів периметром до 1600мм	1шт	10
13	Встановлення дросель-клапанів до 600мм	1шт	79
14	Встановлення зворотніх клапанів	1шт	2
15	Встановлення вентиляційного обладнання – припливно-витяжних установок	1шт	6
16	Встановлення теплових насосів	1шт	5
17	Встановлення осьових вентиляторів	1шт	2
18	Встановлення шумоглушників вентиляційних	1шт	2
19	Ізоляція повітропроводів	15м ³	2,65
20	Пусконалагождження припливних, припливно-витяжних установок та системи вентиляції	1шт	1
21	Вивезення обладнання і матеріалів	т	2

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

Таблиця 3.2

Відомість потреби в основних матеріалах

№ пп	Найменування матеріалу	Од. вим.	Кіль- кість	Маса одини- ці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Припливно-витяжна установка GreenSTR-2 L= 550 м ³ /год,	шт.	2	312	624
2	Припливно-витяжна установка GreenSTR-3 L=2600м ³ /год	шт.	2	952	1904
3	Припливно-витяжна установка GreenSTR-4 L=3100 м ³ /год	шт.	1	1086	1086
4	Припливна установка GreenSTR-2 L=200 м ³ /год	шт.	1	312	312
5	Тепловий насос та СН-HP4.0MIRK	шт.	4	230	920
6	Тепловий насос СН-HP12UMNM	шт.	1	124	124
7	Витяжний осьовий вентилятор VENTS TT ПРО 200 ЕС	шт.	2	23	46
6	Шумоглушник VENTS CP 200/600	шт.	2	1,6	3,2
7	Гнучкий повітропровід діаметром до Ø 250 мм	м	150	0,4	60
8	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 100 мм	м	60	1,6	101,4
9	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 125 мм	м	60	1,9	114
10	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 150 мм	м	75	2,5	187,5
11	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 200 м	м	15	3,5	52,5

Продовження таблиці 3.2

16	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 250 мм	м	30	5,5	165
17	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 315 мм	м	35	6,2	217
18	Повітропровід з оцинкованої сталі Ø 400 мм	м	15	7,8	117
19	Повітропровід з оцинкованої сталі 400x200 мм	м	120	8,6	1032
20	Повітропровід з оцинкованої сталі 500x200 мм	м	20	9,3	186
21	Повітропровід з оцинкованої сталі 500x250 мм	м	15	9,9	150
22	Повітропровід з оцинкованої сталі 600x250 мм	м	40	10,5	420
23	Повітропровід з оцинкованої сталі 700x250 мм	м	5	11,8	59
24	Повітропровід з оцинкованої сталі 800x250 мм	м	5	12,1	60,5
25	Повітропровід з оцинкованої сталі 900x300 мм	м	10	13,2	133
26	Повітропровід з оцинкованої сталі 900x500 мм	м	20	16	320
27	Дифузор ПДК-6 розміром 150×150 мм	шт	18	1	18
28	Дифузор ПДК-9 розміром 225×225 мм	шт	30	1,5	45
29	Дифузор ПДК-14 розміром 350×350 мм	шт	5	2	10
30	Дифузор ПДК-20 розміром 485×485 мм	шт	8	5	40
31	Круглий дифузор SD Ø 250/G	шт	6	1	6
32	Анемостат DVS 100	шт	13	0,5	6,5
33	Вентиляційна решітка Р 500x500	шт	3	2	6
34	Зовнішня вентиляційна решітка Р 300x300	шт	12	1,5	18
35	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 100	шт	31	2	62

Продовження таблиці 3.2

36	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 250	шт	30	5	150
37	Дросель-клапан з оцинкованої сталі ДКК 315	шт	18	6	108
38	FPD-90-700x250-O-M24-T-2F	шт.	4	3	12
39	FPD-90-500x250-O-M24-T-2F	шт.	2	2	4
40	КПУ-1Н-О-Н-100-2*ф-1*МП24	шт.	4	2	8
41	Зворотній клапан ЗК 200	шт.	2	2	4
42	Ізоляція	м³	15	0,2	3

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/см²], діаметр 50 мм	0,473 т	473
3	130-0969	Фланці плоскі приварні зі сталі діаметр 100 мм	0,273 т	730
4	130-0963	Фланці плоскі приварні зі сталі, діаметр 25 мм	0,761 т	2610
5	111-1846	Болти анкерні	0,005 т	1030
7	111-1519	Електроди, діаметр 4 мм, марка Е55	0,006 т	60
8	111-0319	Картон будівельний прокладочний строительный, марка Б	0,002 т	50
9	111-1644	Клей гумовий	0,07 кг	70
10	106216-01	Подовжувальний кабель	50 шт	204
11	130-0950	Фланці пласкі приварні зі сталі	67 шт	134
12	130-0968	Переходи з круглого на прямокутний перерізи	26 шт	883
15	130-0969	Гнучкі вставки	м2	10

Маса допоміжних та основних матеріалів складає:

$$M_{\text{осн.мат}} + M_{\text{доп.мат}} = 26,9 + 5,1 = 32 \text{ т}$$

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

Трудомісткість:

$$Q = N_{\text{ч}} \times V / 1,15 \quad (3.1)$$

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

Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо- містк люд/дні	Виконавці		Тривл ість, дні
					кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей на робочий майданчик	т	32	2,1	67,2	8	2 водій 6 монт.	1
Прокладання гнучких повітропроводів діаметром до Ø 250 мм	100 м2	2,25	261,6	588,6	10	5р. - 1 4р. - 1 3р. - 3	7

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм діаметром до Ø 200 мм	100 м2	2,2	261,8	576	10	5р. - 1 4 р. - 1 3 р. - 3	7
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100 м2	0,8	305,6	244,5	10	5р. - 1 4 р. - 1 3 р. - 3	3
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм периметром до 1000 мм	100 м2	2,35	320	752	10	5р. - 1 4 р. - 1 3 р. - 3	9,5
Встановлення повітророзподільників ПДК-6, ПДК-9, ПДК-12, ПДК-14 до 500×500 мм	1шт	80	3	240	8	5р. - 1 4 р. - 1 3 р. - 2	4
Встановлення круглих дифузорів SD Ø250/G	1шт	6	2,2	13,2	2	5р. - 1 3 р. - 1	1
Встановлення анемостатів DVS 100	1шт	13	1,5	19,5	2	5р. - 1 3 р. - 1	1
Встановлення вентиляційних решіток Р 500×500	1шт	3	2,5	7,5	2	5р. - 1 3 р. - 1	0,5
Встановлення зовнішніх вентиляційних решіток Р 300×300	1шт	12	3	36	2	5р. - 1 3 р. - 1	2,5
Встановлення вогнезатримуючих клапанів периметром до 1600 мм	1шт	10	7	70	8	5р. - 1 4 р. - 1 3 р. - 2	1

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Встановлення дросель-клапанів до 600 мм	1шт	79	2,5	197,5	6	5р. - 1 4 р. - 2 3 р. - 3	4
Встановлення зворотних клапанів	1шт	2	2,1	4,2	2	4 р. - 1 3 р. - 1	0,5
Встановлення припливно-втяжних установок	1шт	6	48	288	6	5р. - 1 4 р. - 2 3 р. - 3	7
Встановлення теплових насосів	1шт	5	36	180	4	5 р. - 1 3 р. - 1	6
Встановлення осьових вентиляторів	1шт	2	5	10	2	4 р. - 1 3 р. - 1	1
Встановлення шумоглушників вентиляційних	1шт	2	3	6	2	4 р. - 1 3 р. - 1	0,5
Ізоляція повітропроводів	м3	15	27,5	412,5	10	4 р. - 1 3 р. - 1	5
Пусконаладження системи вентиляції	шт	1	90	90	6	5 р. - 1 4 р. - 1 3 р. - 1	2,5
Вивезення обладнання	т	2	2,1	4,2	2	1 – водій 1 – монт.	0,5

На аркуші 6 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 Mercedes-Benz Actros, обладнання завозиться машиною Peugeot Boxer.

Технічні характеристики автомашини Mercedes-Benz Actros [34]:

Вантажопідйомність – 11700 кг;

Кількість осей – 2 шт;

Вантажна висота – 2200 мм;

Найбільша швидкість – 90 км/год;

Колісна формула – 4х2;

Витрата палива – 25 л/100 км;

Габаритні розміри:

довжина – 9517 мм;

ширина – 2550 мм;

висота – 3352 мм;

Маса – 18000 кг.

Технічні характеристики автомашини Peugeot Boxer [35]:

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 бочкового перфоратора Dnipro-M BH-20 [36].

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 - 487x105x261.

Для збирання систем вентиляції використовують шуруповерт Dnipro-M TD-42, з такими характеристиками [37]:

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 [38]:

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 бочковим перфоратором Dnipro-M BH-20:

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

Електроенергія спожита шуруповерта Dnipro-M TD-42:

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

Електроенергія спожита компресором Rotorcomp LGSD-3.7 DC VP:

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

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 $Q_1 = 25 \text{ л/100 км}$ та $Q_2 = 7,1 \text{ л/100 км}$.

Необхідна кількість пального для доставки визначається за формулою

$$Q = 2Q_{n1} = 2 \cdot 0,07 \cdot 1 \cdot 30 + 2 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 30 = 9,6 \text{ л} \quad (3.4)$$

3.3.3 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Термін будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 39 \text{ днів}$$

Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 475,9 \text{ люд} \cdot \text{дні}$$

Середня чисельність робочих:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 475,9 / 39 = 14 \text{ робітників} \quad (3.5)$$

Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{max.}} = 20 \text{ робітників}$$

Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 73 \text{ люд} \cdot \text{дні}$$

Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва [39]:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{max}} = 14/20 = 0,7 \quad (3.6)$$

Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}} = 73/475,9 = 0,2 \quad (3.7)$$

Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва :

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}} / T_{\text{заг.}} = 30 / 39 = 0,77. \quad (3.8)$$

3.4 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Заходи, закладені в проєкті систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, спрямовані на створення безпечних та комфортних умов для навчання й праці. Реалізація цих рішень дозволяє підтримувати оптимальний мікроклімат у приміщеннях, забезпечує відповідність санітарно-гігієнічним нормативам та сприяє збереженню здоров'я учнів, викладачів і персоналу. Належний стан повітряного середовища позитивно впливає на працездатність та ефективність навчального процесу.

На постійних робочих місцях підтримується температура, що відповідає нормам для робочої зони. Опалювальні прилади розміщуються таким чином, щоб унеможливити випадки опіків або травм та гарантувати їх безпечну експлуатацію. Установлені вентилятори сконструйовані так, щоб обертові елементи були закритими й недоступними для дотику.

Для запобігання ураженню електричним струмом усі металеві частини обладнання та повітропроводи підключаються до наявної системи заземлення з метою вирівнювання потенціалів. Також передбачається наявність

аварійного освітлення, яке забезпечує безпечну евакуацію у разі знеструмлення основної мережі.

З метою попередження пожеж необхідно організувати спеціально відведені місця для паління та забезпечити зберігання вибухо- та пожежонебезпечних матеріалів тільки у призначених для цього приміщеннях. Забороняється накопичення значних обсягів легкозаймистих матеріалів на монтажному майданчику. У зоні виконання робіт обов'язково повинні бути розміщені засоби первинного пожежогасіння — вогнегасники, ящики з піском або інші придатні інвентарі.

Після завершення роботи все електротехнічне обладнання та освітлення мають бути відключені. Електромережа повинна перебувати у справному стані, а її технічне обслуговування має здійснюватися відповідно до вимог нормативних документів.

Проектом передбачені додаткові заходи безпеки, серед яких:

- теплова ізоляція обладнання для запобігання опіків та зменшення тепловтрат;
- комплекс заходів зі зниження шуму;
- системи занулення та аварійного освітлення.

Усі працівники, задіяні в монтажних роботах, повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та індивідуальними засобами захисту згідно з чинними вимогами. Виконання правил охорони праці є обов'язковим і контролюється відповідальними особами.

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

3.5.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Перед початком монтажних робіт необхідно провести детальний огляд обладнання та інструменту, переконатися у їхній справності та готовності до експлуатації. Також слід перевірити коректність розміщення заготовок і

напівфабрикатів, щоб уникнути їхнього довільного переміщення або падіння. Монтаж системи вентиляції повинен здійснюватися згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та чинними технічними регламентами і настановами виробників обладнання [42]. При цьому обов'язково забезпечується наявність безпечних проходів між елементами системи та робочими зонами.

У процесі монтажу працівники повинні дотримуватися правил експлуатації технологічного обладнання, вимог безпечного переміщення вантажів, застосування тари та вантажопідіймальних механізмів. Робоче місце має утримуватися у впорядкованому стані, а доступ сторонніх осіб у небезпечні зони повинен бути виключений. Забороняється перебувати людям під підвішеними або частково закріпленими секціями обладнання чи повітропроводів до завершення їх остаточного кріплення.

Під час монтажу в зоні розміщення електричних кабельних трас або діючих електромереж необхідно завчасно відключити напругу. Згідно з ДБН А.3.2-2-2009, пункт 19.3, слід забезпечити заходи, що унеможливають довільне чи випадкове увімкнення обладнання в процесі монтажу [44]. При демонтажі або розрізанні металоконструкцій потрібно передбачити способи утримання відрізанних частин, щоб запобігти їх падінню.

Зварювальні пости, що працюють усередині приміщення з використанням відкритої електричної дуги, повинні бути ізольовані від суміжних робочих зон світлонепроникними та негорючими огорожувальними екранами (щитами, ширмами) висотою не менше 1,8 м. Місця виконання зварювальних робіт мають бути обладнані первинними засобами пожежогасіння і системою місцевої витяжної вентиляції.

Приміщення, де проводяться монтажні роботи, класифікуються як такі, що мають підвищений ризик ураження електричним струмом. Підвищена небезпека пов'язана з температурними умовами (у теплий період року температура повітря може досягати 28 °C), а також можливістю одночасного доторкання працівників до електрообладнання та металевих конструкцій, які мають електричний контакт із землею [44].

Живлення обладнання будівлі — зокрема припливної вентиляційної установки, електродвигунів вентиляторів, освітлювальних приладів внутрішнього і зовнішнього освітлення — здійснюється від трифазної чотирипровідної мережі напругою 380/220 В (лінійна — 380 В, фазна — 220 В) із глухозаземленою нейтраллю. Для підвищення надійності електропостачання система живиться від двох незалежних джерел.

3.5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Монтажні роботи згідно з календарним графіком проводяться у теплий період року. Основними характеристиками мікроклімату є температура повітря, відносна вологість, рівень теплового випромінювання та швидкість руху повітря. Для забезпечення комфортних і безпечних умов праці застосовується комплекс санітарно-гігієнічних, технічних та організаційних заходів, спрямованих на підтримання нормативних параметрів мікроклімату. У процесі монтажу системи вентиляції виконуються роботи з прокладання повітропроводів, встановлення вентиляційних решіток, монтажу автоматизованих компонентів системи та припливно-витяжних установок. За рівнем фізичного навантаження ці роботи належать до категорії Пб.

Температура поверхонь конструкцій у робочій зоні, за умови дотримання норм мікроклімату, не повинна перевищувати нормативні значення більш ніж на 2 °С. Якщо зафіксовано підвищення температури поверхонь понад допустимі межі, робочі місця мають розташовуватися на безпечній дистанції від джерел теплового впливу.

Проектом передбачено технічні рішення для створення нормативного складу та параметрів повітря. Зокрема, запроєктовано тимчасовий повітропровід перерізом 150×100 мм, змонтований по периметру приміщення на висоті 1300 мм. Система тимчасової вентиляції подає в робочу зону охолоджене повітря з температурою 16–18 °С, а також забезпечує видалення надлишкової вологи та тепловиділень.

Під час монтажних робіт утворюється виробничий пил та оксид вуглецю. Згідно з ГДК вони належать до 4 класу небезпеки (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Гранично допустимі норми виробничого пилу, окису азоту, оксиду вуглецю

Речовина	ГДК, мг/м ³	Ступінь небезпеки
Виробничий пил	4,0	3
Оксид вуглецю	20	1

Для зниження впливу шкідливих факторів працівникам рекомендовано використовувати респіратори, захисні щитки, спецодяг, спецвзуття та захисні рукавиці, що запобігають потраплянню пилових частинок у дихальні шляхи та на шкіру.

Виробниче освітлення

Монтаж вентиляційних систем належить до робіт середньої точності, оскільки працівники повинні розрізняти деталі розміром 0,5–1 мм (зокрема, різьбові елементи). Освітлення має відповідати нормам зорової праці — забезпечувати рівномірність освітленості, відсутність осліплювальної дії світильників і глибоких тіней, стабільність світлового потоку та уникнення частих змін адаптації зору.

Для створення необхідного рівня освітленості передбачено:

- застосування регульованих пристроїв на вікнах (жалюзі, завіси, зовнішні козирки);
- обладнання робочих зон системами штучного освітлення;
- використання загального рівномірного освітлення та, за потреби, комбінованого (додаткове локальне);
- розміщення світильників суцільними або переривчастими лініями з боку робочих місць (переважно зліва), паралельно до напрямку зору монтажників.

Виробничий шум і вібрація

Простір, у якому поширюються звукові хвилі, утворює звукове поле. Граничні значення ультразвуку, що передається через руки та інші частини тіла людини при контакті з робочими механізмами, не повинні перевищувати 110 дБ. Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6-039-99 [47].

Під час монтажу застосовуються інструменти, що створюють підвищений рівень шуму — перфоратор Dnipro-M BH-20, шуруповерт Dnipro-M TD-42, компресор Fiac CUBY 6. Тривалий вплив шуму та вібрацій негативно позначається на стані здоров'я: може викликати розлади нервової системи, серцево-судинні порушення, збої роботи вестибулярного апарата, зміни обміну речовин та порушення сну.

Загальна вібрація на виробничій дільниці належить до третього типу «а» (технологічна), а критерієм оцінки є межа зниження продуктивності праці. Допустимі значення інтенсивності вібрацій наведено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Санітарні норми вібраційного навантаження (тривалість зміни 8 год) [47]

Тип вібрації	Напрямок дії	По віброприскоренню	По швидкості
		$\text{м} \cdot \text{с}^{-2} / \text{дБ}$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot 10^{-2} / \text{дБ}$
Локальна	Хл, Ул, Zл	2,0 / 126	2,0 / 112

Зменшення впливу віброакустичних факторів досягається шляхом:

- використання віброізоляційних і вібропоглинальних матеріалів,
- впровадження систем віброгасіння,
- дотримання строків технічного обслуговування обладнання,
- постійного контролю рівня шуму й вібрацій у робочих зонах.

3.5.3 Пожежна безпека

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 приміщення належить до категорії Г [48], до якої відносяться негорючі матеріали або речовини у розжареному, гарячому чи розплавленому стані, під час обробки яких утворюються іскри, промінисте тепло або полум'я, а також горючі гази, рідини й тверді матеріали, що застосовуються як паливо.

Показники вогнестійкості конструкцій відповідають мінімальним значенням II ступеня. Зовнішні огорожувальні стіни виконані з цегли товщиною 510 мм із межею вогнестійкості 220 хв. Перекриття — із залізобетонних пустотних плит завтовшки 0,22 м, вогнестійкість 30 хв. Внутрішні перегородки з цегли товщиною 120 мм мають межу вогнестійкості 60 хв.

Для запобігання виникненню вибухо- та пожежонебезпечних ситуацій у проєкті передбачено такі рішення:

- розміщення вентиляційного і теплового обладнання в окремих приміщеннях;
- герметизація місць проходження повітропроводів через протипожежні перегородки негорючими матеріалами з вогнестійкістю не нижчою за нормовану для даної перешкоди;
- заземлення повітропроводів;
- автоматичне відключення систем механічної вентиляції у разі пожежі;
- встановлення протипожежних вогнезатримувальних клапанів з електроприводом у місцях перетину повітропроводами протипожежних стін і перекриттів (вогнестійкість клапанів відповідає вогнестійкості огорожувальних конструкцій).

3.6 Висновки до розділу 3

В організаційно-технологічному розділі сформовано комплексне

рішення щодо виконання монтажу систем створення мікроклімату в приміщеннях дитячого садка у м. Київ. Основна увага приділена плануванню, координації та раціональній організації всіх етапів монтажних робіт, що забезпечує безперервність процесу та мінімізацію простоїв.

На основі аналізу проєктних рішень визначено необхідний перелік виробів, матеріалів і комплектуючих, а також розраховано потребу в допоміжних ресурсах. Для забезпечення оптимальної продуктивності підібрано технічні засоби — монтажні механізми, інструменти та спеціальні пристосування. Сформовано календарний графік робіт із визначенням тривалості процесів, послідовності їх виконання, чисельності бригад і кваліфікаційних розрядів робітників. Побудовано графіки руху робітників і використання машин та механізмів, що дозволяє досягти рівномірного завантаження персоналу та техніки протягом усього періоду монтажу.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці в умовах монтажу вентиляційного та кліматичного обладнання. Проаналізовано вплив на працівників виробничого пилу, шуму, вібраційних навантажень, можливих електричних ризиків і відхилень мікроклімату на робочому місці. Розроблено систему технічних заходів із гігієни праці та виробничої санітарії, спрямованих на усунення або мінімізацію шкідливих і небезпечних факторів під час монтажу систем мікроклімату. Визначено категорію важкості робіт, вимоги до засобів індивідуального захисту, електробезпеки та параметрів штучного освітлення, передбачене застосування люмінесцентних ламп. Установлено гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони для дотримання нормативів безпеки.

Проведений техніко-економічний аналіз засвідчує, що загальна трудомісткість монтажних робіт становить 475,9 людино-дні. Тривалість виконання монтажу — 39 днів за умови середньої чисельності робітників на об'єкті 14 осіб, що підтверджує ефективність обраної організаційно-технологічної моделі реалізації проєкту.

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 та джерелом нагріву від альтернативних джерел енергії — теплових насосів Cooper&Hunter типу «повітря-вода»;
- регулювання витрати повітря здійснюється з урахуванням фактичної потреби (згідно з якістю повітря);
- регулювання витрати повітря при його підготовці – автоматичне;
- 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;
- 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 2600 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

Пластинчатий рекуператор			
№1 APHE A 40 S 17.4			
Витрата приточного повітря	2600 m ³ /h	Витрата витяжного повітря	470 m ³ /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/м ³)	97 Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м ³)	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/м ³)	100 Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м ³)	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 %
Пластинчатий 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, альтернативних джерел енергії інженерних систем, що покращують 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

5.1 Локальний кошторис об'єкту

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторсних норм України «Настанова з визначення вартості будівництва» від 02.05.2022, рекомендацій [49] і використовували програму Кошторис 8.

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 повітряного опалення дитячого садка (табл.5.2). Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у розділі 3 даної роботи. 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	Одиницівимірювання	Значення
Кошторисна вартість	грн	4 374 145
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн.	3 950 918
Кошторисна заробітна плата	грн	454 088
Кошторисна трудомісткість	грн люд.-год.	15 148,64

Дитячий садочок

(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-001

на

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:	Кошторисна вартість	4 374,145 тис. грн.
креслення(специфікації) №	Кошторисна трудомісткість	15,14864 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	454,088 тис. грн.
	Середній розряд робіт	3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на 11 грудня 2025 р.
Локальний кошторис на будівельні роботи

Таблиця 5.2

№ Ч.ч .	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробітної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслугову- ванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ20-42-1	Перевезення будівельних вантажів	т	32,0	300,00	300,00	9 600	-	9 600	-	-
					-	-			-	-	-
2		Установлення камер припливних, припливно-витяжних камер типових продуктивністю до 10 тис.м3/год	камера	6,0	9 786,44	502,32	58 719	46 142	3 014	68,1700	409,02
					7 690,26	138,03			828	1,1154	6,69
3	КБ20-32-1	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т	1 вентилятор	2,0	788,65	43,46	1 577	1 485	87	6,2100	12,42
					742,72	15,75			32	0,1231	0,25
4	КБ20-29-1	Установлення вставок гнучких до осьових вентиляторів	м2	2,0	1 114,06	8,40	2 228	2 126	17	9,7800	19,56
					1 063,09	3,18			6	0,0266	0,05
5	КБ20-25-2	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих круглого перерізу типу ГТК 1-2 діаметром обичайки 200 мм	шт	2,0	2 258,08	12,61	4 516	407	25	1,8500	3,70
					203,57	4,77			10	0,0399	0,08
6	ОКС-01-001	Монтаж теплових насосів (повітря–вода) до 12 кВт, включно з встановленням, кріпленням, підключенням до 2 м трас, електропідключенням та пусконаладженням	шт	6,0	5 548,00	120,00	33 288	13 248	720	1 920,0000	11 520,00
					2 208,00	45,00			270	1,3000	7,80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	КБ20-10-1	Установлення повітророзподільників, призначених для подавання повітря у робочу зону, масою до 20 кг	1 розподільник повітря	80,0	365,53	41,57	29 242	19 347	3 326	2,0700	165,60
					241,84	13,79			1 103	0,1153	9,22
8	КБ20-12-11	Установлення ґрат жалюзійних сталених щільних регулювальних (Р) розмір 500х500 мм	1 ґрата	3,0	250,47	24,10	751	608	72	1,8200	5,46
					202,71	8,44			25	0,0711	0,21
9	КБ20-23-1	Установлення дефлекторів діаметром патрубку до 280мм	1 дефлектор	2,0	2 249,51	8,40	4 499	980	17	4,5100	9,02
					490,24	3,18			6	0,0266	0,05
10	КБ20-11-1	Установлення ґрат жалюзійних площею у проствіті до 0,25 м2	1 ґрата	12,0	265,55	34,08	3 187	2 433	409	1,8200	21,84
					202,71	8,85			106	0,0745	0,89
11	КБ20-1-1	Прокладання повітроводів гнучких, діаметром до 250 мм	100 м2 поверхні повітроводів	2,25	120 880,29	691,86	271 981	64 030	1 557	261,8000	589,05
					9	249,70			562	2,0876	4,70
12	КБ20-3-1	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм	100 м2 поверхні повітроводів	2,2	90 035,29	691,86	198 078	62 607	1 522	261,8000	575,96
					28 457,66	249,70			549	2,0876	4,59
13	КБ20-3-2	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) товщиною 0,5 мм, периметром до 600 мм	100 м2 поверхні повітроводів	0,8	89 775,29	691,86	71 820	22 766	553	261,8000	209,44
					28 457,66	249,70			200	2,0876	1,67

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	КБ20-3-3	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) товщиною 0,5 мм, периметром 800, 1000 мм	100 м2 поверхні повітрово дів	2,35	87 287,32	612,02	205 125	61 230	1 438	239,7000	563,30
					26 055,39	219,48			516	1,8349	4,31
15	КБ20-13-1	Установлення клапанів зворотних діаметром до 355 мм	клапан	2,0	284,44	8,40	569	385	17	1,7500	3,50
					192,57	3,18			6	0,0266	0,05
16	КБ20-16-1	Установлення клапанів повітряних протипожежних утеплених КПУ з електричним або пневматичним приводом	шт	4,0	1 293,93	79,84	5 176	2 365	319	5,4400	21,76
					591,33	30,22			121	0,2527	1,01
17	КБ20-16-1	Установлення клапанів повітряних протипожежних FPD-90 з електричним або пневматичним приводом	шт	6,0	1 293,93	79,84	7 764	3 548	479	5,4400	32,64
					591,33	30,22			181	0,2527	1,52
18	КБ20-14-1	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних із ручним приводом діаметром до 250 мм	шт	31,0	290,64	8,40	9 010	6 215	260	1,8000	55,80
					200,48	3,18			99	0,0266	0,82
19	КБ20-14-2	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних із ручним приводом діаметром до 355 мм	шт	48,0	350,67	8,40	16 832	10 746	403	2,0100	96,48
					223,87	3,18			153	0,0266	1,28
20	КБ26-24-1	Ізоляція плоских поверхонь матами мінераловатними прошитими на склотканині або металевій сітці	10м2 поверні ізоляції	12,0	2 707,83	1 142,92	32 494	11 004	13 715	7,9400	95,28
					916,99	432,67			5 192	3,6176	43,41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	ПЗ-12-5	Пусконалагоджування та випробування систем вентиляції і кондиціонування повітря	Вен.мер.	1,0	7 222,95	-	7 223	7 223	-	45,0000	45,00
					7 222,95	-			-	-	-
22	ПЗ-2-1	Псуконалагоджування вентиляторів осьових з вхідними елементами мережі, встановлений у повітроводі, шахті, прорізі, або дахового типу, N 4-8	Пристр.	2,0	1 444,59	-	2 889	2 889	-	9,0000	18,00
					1 444,59	-			-	-	-
23	ПЗ-8-1	Пусконалагоджування припливних, припливно-витяжних установок вентиляції	Пристр.	6,0	2 568,16	-	15 409	15 409	-	16,0000	96,00
					2 568,16	-			-	-	-
24	ПЗ-11-1	Регулювально-запірні пристрої. Клапан повітряний прохідний з електричним, пневматичним приводом	Пристр.	55,0	481,53	-	26 484	26 484	-	3,0000	165,00
					481,53	-			-	-	-
25	C130-1	Припливно-витяжна вентиляційна установка AEROSTAR GreenSTR-2 продуктивністю 400-2000 м3/год	шт	3,0	214 728,64		644 186				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	C130-1	Припливно-витяжна вентиляційна установка AEROSTAR GreenSTR-3 продуктивністю 400-3000 м3/год	шт	2,0	281 027,7 9		562 056				
27	C130-1	Припливно-витяжна вентиляційна установка AEROSTAR GreenSTR-4 продуктивністю 500-4000 м3/год	шт	1,0	326 927,7 9		326 928				
28	C130-62	Вентилятори осьові із вуглецевої сталі VENTS TT ПРО 200 EC	шт	2,0	7 497,62		14 995				
29	C130-1	Тепловий насос повітря-вода Cooper&Hunter CH-HP12UMNM	шт	1,0	185 444,4 3		185 444				
30	C130-1	Тепловий насос повітря-вода Cooper&Hunter CH-HP4.0MIRK	шт	4,0	98 101,00		392 404				
31	C130-216	Повітророзподільвачі вихрові регульовані із вуглецевої сталі, діаметр патрубка до 315 мм	шт	80,0	2 588,13		207 050				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32	C130-233	Глушники шуму вентиляційних установок трубчасті круглого перерізу із оцинкованої та сортової сталі, наповнювач - полотно із супертонкого лужного скловолокна, марка ГТК-1-2, діаметр обичайки 200 мм, маса наповнювача 1,64 кг	шт	2,0	1 986,06		3 972				
33	C130-231	Вставки гнучкі до радіальних (відцентрових) вентиляторів із парусини та сортової сталі	м2	2,0	693,54		1 387				
34	C130-262	Дефлектори, типа ЦАГИ N 3 у зібраному вигляді, діаметр патрубку 280 мм	шт	2,0	1 720,66		3 441				
35	C130-603-1	Грати щілинні регульовальні, марка Р-500, розмір 500х500 мм	шт	3,0	55,99		168				
36	C130-605-1	Решітки штамповані нерегульовані, розмір 300х300 мм	шт	12,0	34,07		409				
37	C130-160	Повітроводи алюмінієві гнучкі гофровані, клас "Н", тип ВАГГ, діаметр 250 мм	м2	135,0	196,21		26 488				
38	C130-273	Заслінки повітряні круглого перерізу СТД з ручним управлінням, діаметр до 250 мм	шт	31,0	1 307,47		40 532				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	C130-274	Заслінки повітряні круглого перерізу STD з ручним управлінням, діаметр 315 мм	шт	48,0	1 422,03		68 257				
40	C1630-451	Дросель-клапани в обичайці з сектором управління із тонколистової корозійно-стійкої та сортової сталі, круглі, діаметр до 225 мм	шт	31,0	1 256,62		38 955				
41	C1630-452	Дросель-клапани в обичайці з сектором управління із тонколистової корозійно-стійкої та сортової сталі, круглі, діаметр до 280 мм	шт	48,0	1 320,20		63 370				
42	C1630-598	Повітропроводи з оцинкованої сталі 0,5 мм, круглі діаметром 100–315 мм	м2	180,0	869,19		156 454				
43	C1630-598	Повітропроводи з оцинкованої сталі 0,5 мм, круглі діаметром 400 мм	м2	40,0	1 073,05		42 922				
44	C1630-598	Повітропроводи з оцинкованої сталі 0,5 мм, прямокутні (400x200 – 600x250)	м2	235,0	1 226,05		288 122				
45	C1630-598	Повітропроводи з оцинкованої сталі 0,5 мм, прямокутні 700x250 – 900x500)	м2	80,0	1 481,05		118 484				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
46	C114-31	Вироби з покривним матеріалом на основі алюмінієвої фольги дубльованої, приклеєної до теплоізоляційного шару, марка 75, товщина 60 мм	м3	15,0	9 801,57		147 024				
47	C151-155	Кабелі силові з просоченою паперовою ізоляцією з алюмінієвими жилами в алюмінієвій оболонці, на напругу 6000 В, марка ААБлГУ, число жил та переріз 3х10 мм2	1000м	0,05	412 715,96		20 636				
48	C314-3	Перевезення будівельного сміття до 10 км	т	2,0	1 000,00	1 000,00	2 000	-	2 000	-	-
					-	9,79			20	0,0740	0,15
		Разом прямих витрат по кошторису					4 374 145	383 677	39 550		14 733,83
									9 985		88,75
		Разом прямі витрати						грн.	4 374 145		
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	3 950 918		
		вартість ЕММ						грн.	39 550		
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ						грн.	9 985		
		заробітна плата робітників						грн.	383 677		
		всього заробітна плата						грн.	393 662		
		Загальновиробничі витрати						грн.	190 612		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		трудомісткість в загальновиробничих витратах люд-г									326,06	
		заробітна плата в загальновиробничих витратах							грн.	60 426		
		Всього по кошторису							грн.	4 374 145		
		Кошторисна трудомісткість					люд-г	15 148,64				
		Кошторисна заробітна плата							грн.	454 088		

Висновок до розділу 5

В даному розділі проведено розрахунок локального кошторису на влаштування енергоефективної системи забезпечення мікроклімату дитячого садочка шляхом вентиляції та повітряного опалення, а також наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 4 374 145 грн, кошторисна трудомісткість – 15 148,64 люд-год-грн, кошторисна заробітна плата – 454 088 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У даній роботі обґрунтовано доцільність використання альтернативних джерел теплової енергії — теплових насосів «повітря-вода» — в комплексі з рекуператорами теплоти вентиляційних викидів як енергоефективного рішення для забезпечення мікроклімату дитячого садочка. Проведено аналіз застосування теплових насосів у системах забезпечення мікроклімату громадських будівель, а також існуючих методів рекуперації теплоти, на основі чого обрано оптимальний варіант теплового насоса та рекуператора для забезпечення максимальної ефективності роботи системи вентиляції та повітряного опалення.

На основі техніко-економічного обґрунтування визначено термін окупності та рівень економії енергії при впровадженні теплових насосів в систему обробки повітря. Вартість зекономленої енергії при використанні теплонасосно-рекуператорної системи становить 584 538 грн/рік, а термін окупності складає 3,6 роки.

Виконано розрахунки тепловтрат та теплових надходжень в приміщення, повітрообмін приміщень, повітророзподілення, проведено моделювання аеродинамічного режиму систем. Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів. Система мікроклімату складається з п'яти припливно-витяжних систем з пластинчастими рекуператорами та тепловим насосом, однієї припливної системи, а також двох витяжних систем вентиляції. Усі повітроводи припливно-витяжних систем виконані з оцинкованої сталі та 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, а також теплові насоси розташовані на покрівлі. Виконано підбір вентиляційних машин фірми Aerostar серії

GreenSTR, теплових насосів фірми Cooper&Hunter CH-HP12UMNM та CH-HP4.0MIRK та осьових вентиляторів VENTS TT.

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 475,9 люд-дні при тривалість виконання монтажних робіт 39 днів.

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

У п'ятому розділі виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальний кошторис, в результаті чого визначено загальні витрати кошторису – 4 374 145 грн, кошторисну трудомісткість – 15 148,64 люд-год-грн та кошторисну заробітну плату – 454 088 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.
2. Ратушняк Г.С., Джеджула В. В., Анохіна К. В. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ. 2010. 29 с.
3. eCentral. Regional nZEB case studies for reference public buildings : Deliverable D.T1.1.2. Bolzano : EURAC Research, 2018. 51 p.
4. Огляд вимог nZEB у Європі”. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://rehouse.org.ua/counsellor/ohlyad-vymoh-nzeb-u-yevropi>.
5. Causone F., Moazami A., Carlucci S., Pagliano L., Pietrobon M. Ventilation Strategies for the Deep Energy Retrofit of a Kindergarten. AIVC Conference Proceedings, 2015
6. Ferrari S., Puglisi G., Cardelli R. Heat recovery ventilation in school classrooms — energy impact analysis Energies. Energies 2025,18, 5069. DOI:10.3390/en18195069
7. Stabile L., Massimo A., Canale L. [et al.]. Energy and Indoor Air Quality Effects of a Retrofit in a School Building. Building and Environment. 2019. 9 (5): 110 DOI:10.3390/buildings9050110.
8. Сапунов А. О. Оцінювання енергоефективності будівлі дошкільного навчального закладу в умовах забезпечення теплового комфорту : дис. ... PhD, КПІ ім. І. Сікорського, 2024. 123 С.
9. Літовко Б. М., Лідер М. Ю. Аналіз способів підвищення енергоефективності систем вентиляції і кондиціонування. Вісник ВПІ, вип. 4, с. 47–55, Серп. 2021.
10. Горюн О. О., Лашенко А. В. Енергоефективні рішення у системах мікроклімату дошкільних навчальних закладів. Матеріали науково–технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2025».

Вінниця, 19-21 листопада 2025 р. Електрон. текст. дані. 2025. Режим доступу: <https://blog.conf.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/viewFile/26386/21738>.

11. ДСТУ EN 14511-4:2023 Кондиціонери повітряні, агреатовані охолоджувачі рідини та теплові насоси з компресором із електроприводом. Частина 4. Вимоги [Чинний від 2023- 12-26]. Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», Київ, 2023. 24 с.
12. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання [Чинний від 2023-03-01]. Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», Київ, 2018. 156 с.
13. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіон України, 2013, 141 с.
14. Мандрика А. С., Антоненко С. С., Гусак О. Г. та ін. Енергоефективні технології : навч. посіб. Суми: Сумський державний університет, 2021. 330 с.
15. Безродний М.К., Притула Н. О. Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: підручник. Київ. НТУУ «КПІ», 2016. 272 с.
16. Каталог опалювальних газових котлів VIESSMAN [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://viessmann.od.ua/product-category/opalyvalni-kotli/gazovi-kotli/>.
17. Теплові насоси Cooper & Hunter повітря-вода [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://cooperhunter.org.ua/teplovye-nasosy/vozdukh-voda>.
18. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021- 05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.
19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 128 с.
20. ДСТУ EN ISO 10077-1:2022 Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови

[Чинний від 2022-07-15]. Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», Київ, 2022. 35 с.

21. Пономарчук І. А., Колесник К. В. Опалення : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2017. 125 с.

22. Міністерство охорони здоров'я України. Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів : наказ МОЗ № 234 від 24.03.2016. Київ : МОЗ України, 2016. 28 с.

23. ДБН В.2.2-4:2018 Заклади дошкільної освіти [Чинний від 2022- 09-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіон України, 2018. 46 с.

24. Боженко М.Ф. Енергозбереження в теплопостачанні: текст лекцій для студентів. Київ: НТУУ «КПІ», ТЕФ. 2015. 225 с.

25. Шульга М.О., Юхно І.П. Вентиляція та кондиціювання повітря. Навчальний посібник. Харків. ХНАМГ. 2004. 148 с.

26. Юзбашьян А. П., Міланко В. А. Кондиціювання повітря : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 80 с.

27. Москвітін А.С., Шишина М.О, Пефтьєва І.О. Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель : метод. вказів. Київ: КНУБА, 2023. 64 с.

28. Шушляков Д. О. Методичні вказівки з дисципліни «Вентиляція та кондиціювання повітря», Х.: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. 20 с.

29. Джеджула В. В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Вентиляція та кондиціювання повітря промислових об'єктів» : Вінниця. ВНТУ, 2018. 44 с.

30. Каталог обладнання Промислові установки Aerostar GREENSTR [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://aerostar.ua/ua/catalogue/vozduhoobrabatyvayuschee-oborudovanie/ustanovki/ARPD0007>.

31. Характеристики теплових насосів C&H UNITHERM [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://cooperhunter.org.ua/teplovye-nasosy/vozdukh-voda/teplovoj-nasos-unitherm-monotype-monoblok/teplovoj-nasos-c-h-unitherm-monotype-ch-hp4-0mirk-detail>.

32. Канальний вентилятор Вентс ТТ ПРО 200 ЕС. Характеристики

[Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://vents-shop.com.ua/ventilyator-vents-tt-pro-200-es-uk/?srsltid=AfmBOoqxls-Fc5gT-soDkgIkn3ZunwqY-dp09QZSEvcfwf7jrIsBtfus>.

33. Круглий шумоглушник Вентс СР 200/600. Характеристики [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://vents-shop.com.ua/kruglij-shumoglushnik-dlya-ventilyaci-vents-sr-200-600/?srsltid=AfmBOoocO54NwYuMUMdh25EK69j6NUMXHCHsLhm_qIYZ6HM3aSROLuXa.

34. Технічні характеристики автомашини Mercedes-Benz Actros [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.mercedes-benz-trucks.com/ua/uk/trucks/actros-l.html>.

35. Технічні характеристики автомашини Peugeot [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.peugeot.ua/showroom/peugeot-boxer-fourgon.html>.

36. Перфоратор бочковий Dnipro-M BH-20. Технічні характеристики [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://dnipro-m.ua/tovar/perforator-bochkovoj-bh-20/?tab=characteristics>.

37. Дриль-шуруповерт мережевий Dnipro-M TD-42. Технічні характеристики [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://dnipro-m.ua/tovar/drel-shurupovert-setevaya-td-42>.

38. Компресор Fiac CUBY 6 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://fiac-ukraine.com.ua/ua/p2104119084-bezmaslyanyj-porshnevoj-kompressor.html>.

39. Панкевич. О. Д. Організація будівництва: навчальний посібник. Вінниця. ВНТУ. 2007. 86 с.

40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. ДСН 3.3.6.042–99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>

45. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с

46. 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

47. 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.

48. 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.

49. 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

Затверджено:

Завідувач кафедри ІСБ

к.т.н., проф. Ратушняк Г. С.

“ 0 ” 20 __ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
за темою: «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ
МІКРОКЛІМАТУ ДИТЯЧОГО САДОЧКУ З ВИКОРИСТАННЯМ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ»

Розробив

здобувач гр. ТГ-24м _____ Лашенко А. В.

Курівник

д-р філософії _____ Горюн О. О.

Вінниця 2025

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.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка проектного рішення щодо створення системи мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні креслення, нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до система мікроклімату дитячих садочків 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.2.2-4:2018 «Заклади дошкільної 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 з надійності.

Необхідно дотримуватись санітарно-гігієнічних, економічних, будівельних, монтажних, експлуатаційних, ергономічних вимог. Обов'язковими є показники:

- Середній термін напрацювання обладнання на відмову, який складає не менше 10 років.
- Середній повний строк служби не менше 25 років.
- На вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.
- Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.
- Експлуатаційні та ремонтні вимоги. Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати з 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 «Заклади освіти».

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

- розробка та затвердження із замовником функціональних та принципових 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.

Додаток Б – Висновок про перевірку МКР на плагіат

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БКР, МКР)

Підрозділ кафедра ІСБ, факультет БЦЕІ
(кафедра, факультет)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 332 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

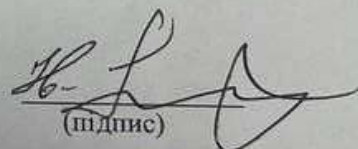
☒ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийнято до захисту.

☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

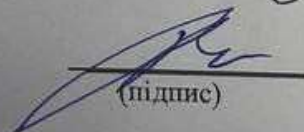
☐ У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Коц В.І., к.т.н., професор каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Ратушняк Г.С., к.т.н., професор каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)


(підпис)

Особа, відповідальна за перевірку:

к.т.н., доцент каф. ІСБ Слободян Н.М.
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

Горюн О.О., д-р філософії, ст. викл. каф. ІСБ
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

Лащенко А.В.
(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК В
Розрахунок тепловтрат

Номер приміщення	$t_v, ^\circ\text{C}$	Найменування конструкції	Орієнтація	Розмір конструкції ї, м ш в		F, м2	$K=1/R$ 0ф, Вт/м2* С	$t_v - t_z, ^\circ\text{C}$	коефіцієнт, n	Додаткові тт, % орієнт вітер зовн стіни двері				сума додат. Втрат	Тепло втрати констр.	Тепло втрати приміщень	S	h	на вентиляцію	Загальні тепловтрати
101 Вестибюль		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	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					
Спальня кімната																				
	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					

Спальня кімната		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					
Спальня кімната	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
Спальня кімната		вк	Зх	23,0	3,0	69,0	1,22	42	1	5	5	0	0	10,0	3889,1					
		дв	Зх	1,8	2,2	8,1	1,43	42	1	5	5		0	10,0	534,9					
	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					
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
Фізкультурна зала	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					

108		ст	Сх	9,0	3,2	12,3	0,18	42	1	5	5	5	0	15	107,3	4645,2				
Ігрова		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					
Медичн ий кабінет	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
Ігрова		ст	Пд	3,0	3,2	5,0	0,18	42	1	0	5	5	0	10	41,9					
	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					
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
Ігрова	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					

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		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
Кімната виховат елів	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	18	дв	Пд	1,8	2,1	3,8	1,22	40	1	0	5	0	70	75	322,8					
Коридо р		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
Коридо р	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
Кімната виховат елів	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					

ДОДАТОК Г

Результати розрахунку теплонадходжень

Теплонадходження через огорожувальні конструкції

№ при міщ ення	Призначення	t _{вн}	Ор існ тац ія	Термі ч ний опір вікн, R	t _{зв}	Площ а покрі влі	Площ а вікна	Площ а стіни	Кое фте пл- пер., k _о	β _{сп}	q _{в. п.}	q _{в. р.}	k ₁	k ₂	q ₁	q ₂	Со- нячна радіа ція, I _{сп}	I _{сп} - Імакс	Тепло- надход ж., Q _{вік} , Вт	Тепло- надход ж., Q _{ст} , Вт	Тепло- надход ж., 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	Вестибюль	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	Спальна кімната	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	Спальна кімната	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	Спальна кімната	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	Фізкультурна зала	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	Спальна кімната	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	Ігрова	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	-

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	Ігрова	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	Ігрова	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	Ігрова	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 вихователі в	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	Коридор	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	Кімната вихователі в	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	-

За результатами розрахунків теплонадлишків влітку, загальні теплонадлишки становлять 119 кВт.

Додаток Д

Результати розрахунку повітрообміну загальнообмінної вентиляції

Розрахунок повітрообміну загальнообмінної системи вентиляції дит. садка

№ приміщення	Призначення	Площа	Кількість людей	Теплонадходження від людей	Теплонадходження від освітлення	Теплонадходження через	Теплонадходження через вікна	Потужність повітряного опалення	Повітрообмін за теплон, Лт, м³/год	Повітрообмін для повітряного опалення, Lс
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
101	Вестибюль	70	16	1920	495,7	41,5	444,4	4585,5	250	250
102	Спальна кімната	69,8	12	1680	495,7	31	380,9	5201,7	250	250
103	Спальна кімната	11,2	3	480	151,5	10,9	69,6	861,4	100	-
104	Спальна кімната	47,46	6	840	428,1	20,6	180,2	2537,4	458,1	550,3
105	Столова	127,43	50	5240	739	9,2	117,9	8031,0	3150	2000
106	Фізкультурна зала	250	50	5240	1402,5	515,4	1387,8	19956,4	3585,5	4000
107	Спальна кімната	15,2	1	130	124,6	24	50,1	2992,2	222,5	313,1
108	Ігрова	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	Ігрова	15	16	860	106	56,4	132,4	1270,5	230,5	200
111	Ігрова	15	16	860	106	3,8	120,4	1029,5	206,4	200
112	Ігрова	151,71	32	5120	879,9	134,2	649,5	17697,4	2528,7	2443,3
113	Кімната вихователів	9,81	3	390	165,1	8,0	156,2	794,8	268,1	109,7
115	Коридор	10	1	106,8	56,1	2,9	140,0	757,3	80	70
116	Кімната вихователів	14,75	1	130	123	8,0	156,2	1041,9	80	70

Додаток Е

Результати моделювання аеродинамічного режиму будівлі

							Припливна система П	ПВ1								
№	витрата	довжина	сума кмо		b або діам	Fроз	Fстанд	Vреком	vфакт	гідр радіус DL	Re	шорсткіст	лямбда	P	повні втрати	
0-1	110	5,00	4,2		125	0,006	0,012	5,00	2,49	0,13	19960	0,1	0,10	0,0		
1-2	220	4,00	1,2		160	0,012	0,020	5,00	3,04	0,16	31188	0,1	0,098	0,0		
2-3	440	1,50	1,5		200	0,024	0,031	5,00	3,89	0,20	49901	0,1	0,092	0,0		
3-4	510	2,00	9,3		200	0,028	0,031	5,00	4,51	0,20	57840	0,1	0,092	0,0		
							Відгалудження									
5-6	110	2,50	1,2		125	0,006	0,012	5,00	2,49	0,13	19960	0,1	0,11	0,0		
6-2	220	7,80	3,5		160	0,012	0,020	5,00	3,04	0,16	31188	0,1	0,1	0,0		
							Вігалудження									
7-3	70	9,10	2,4		100	0,004	0,008	5,00	2,48	0,10	15878	0,1	0,11	2,5	25,5	
							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		
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	
							Відгалудження								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	
							Відгалудження								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	
							Відгалудження									
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	
							Відгалудження									
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							#	
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	В1								
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	В2								
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	34	

Схема розміщення системи вентиляції на плані поверху

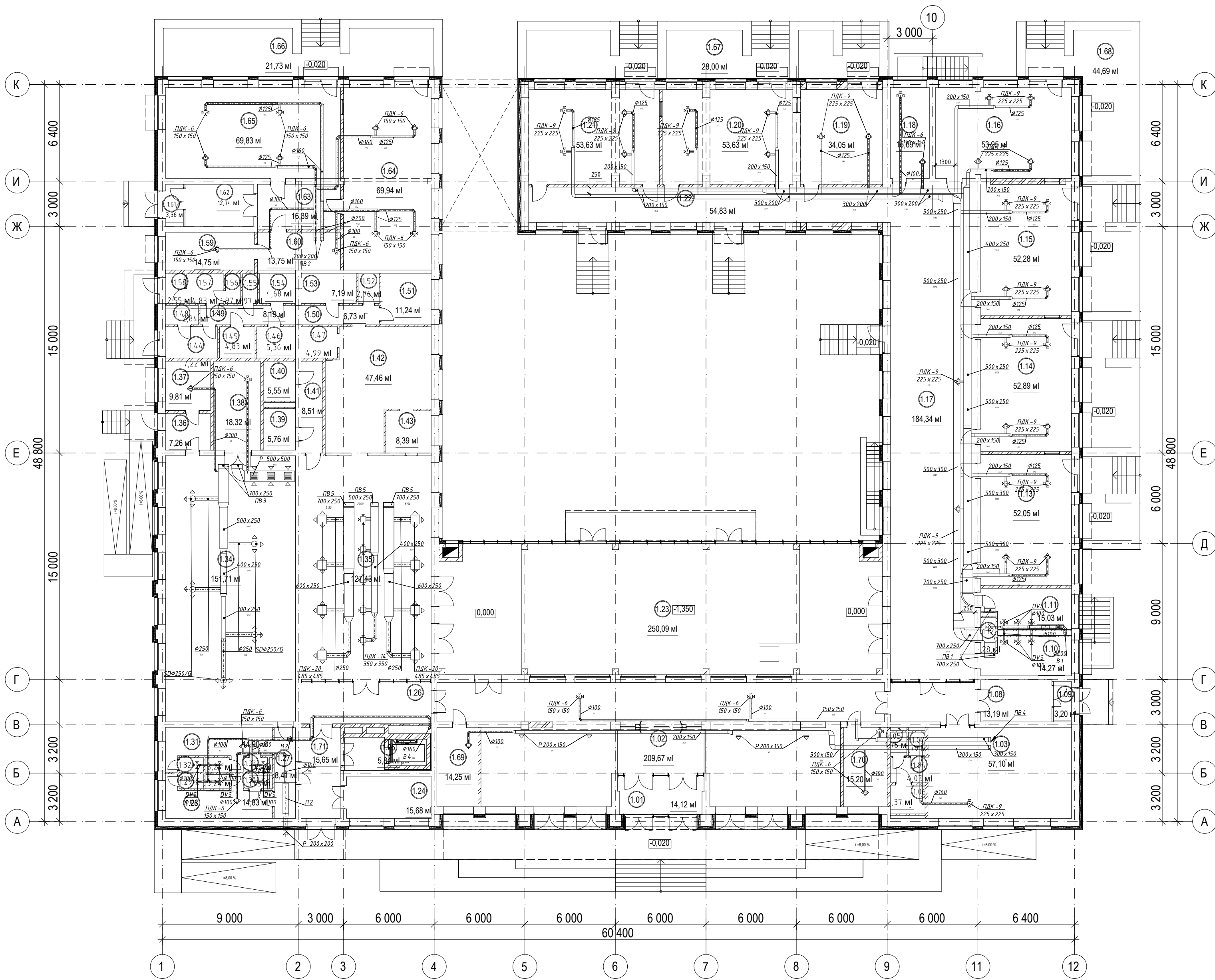
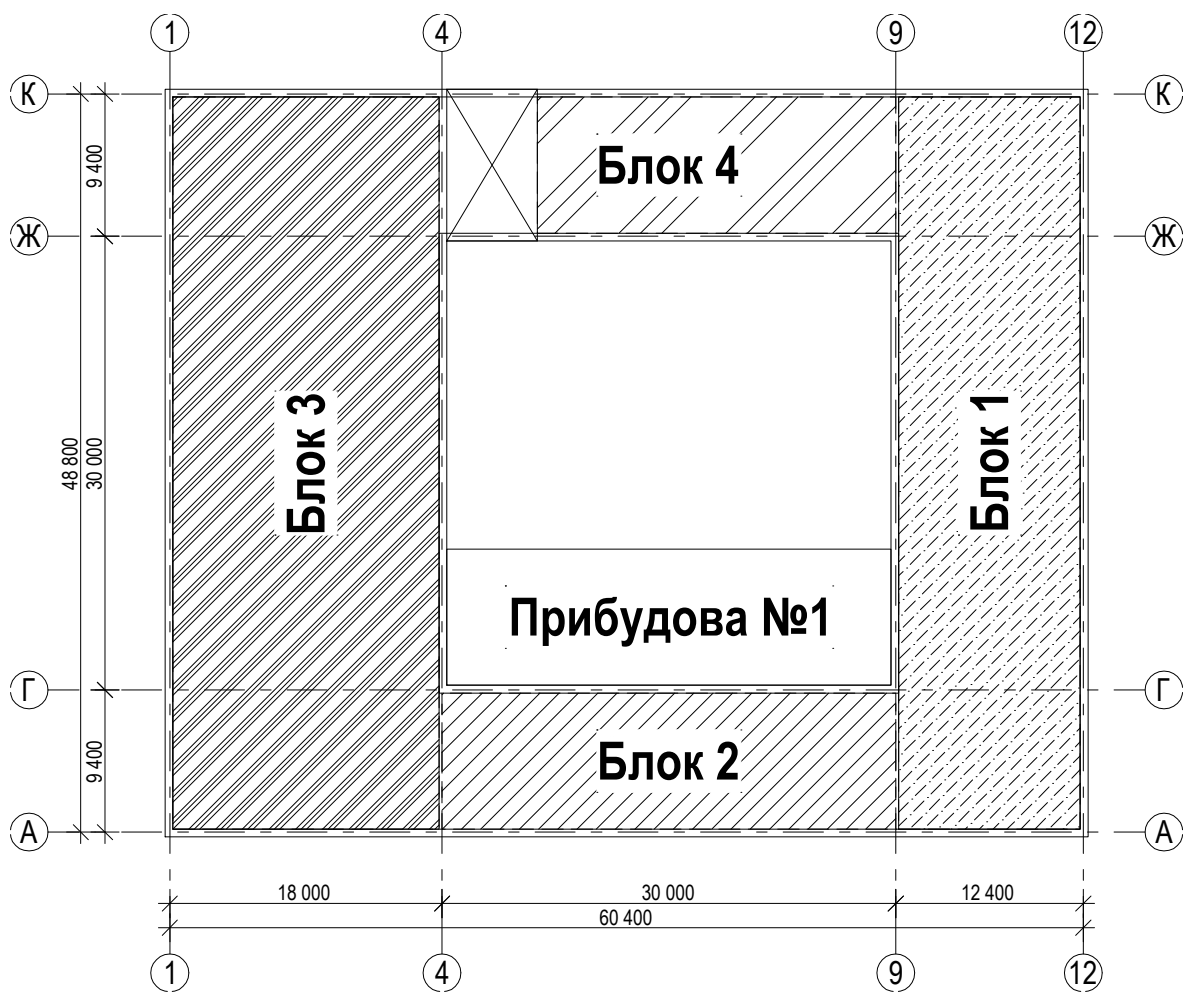
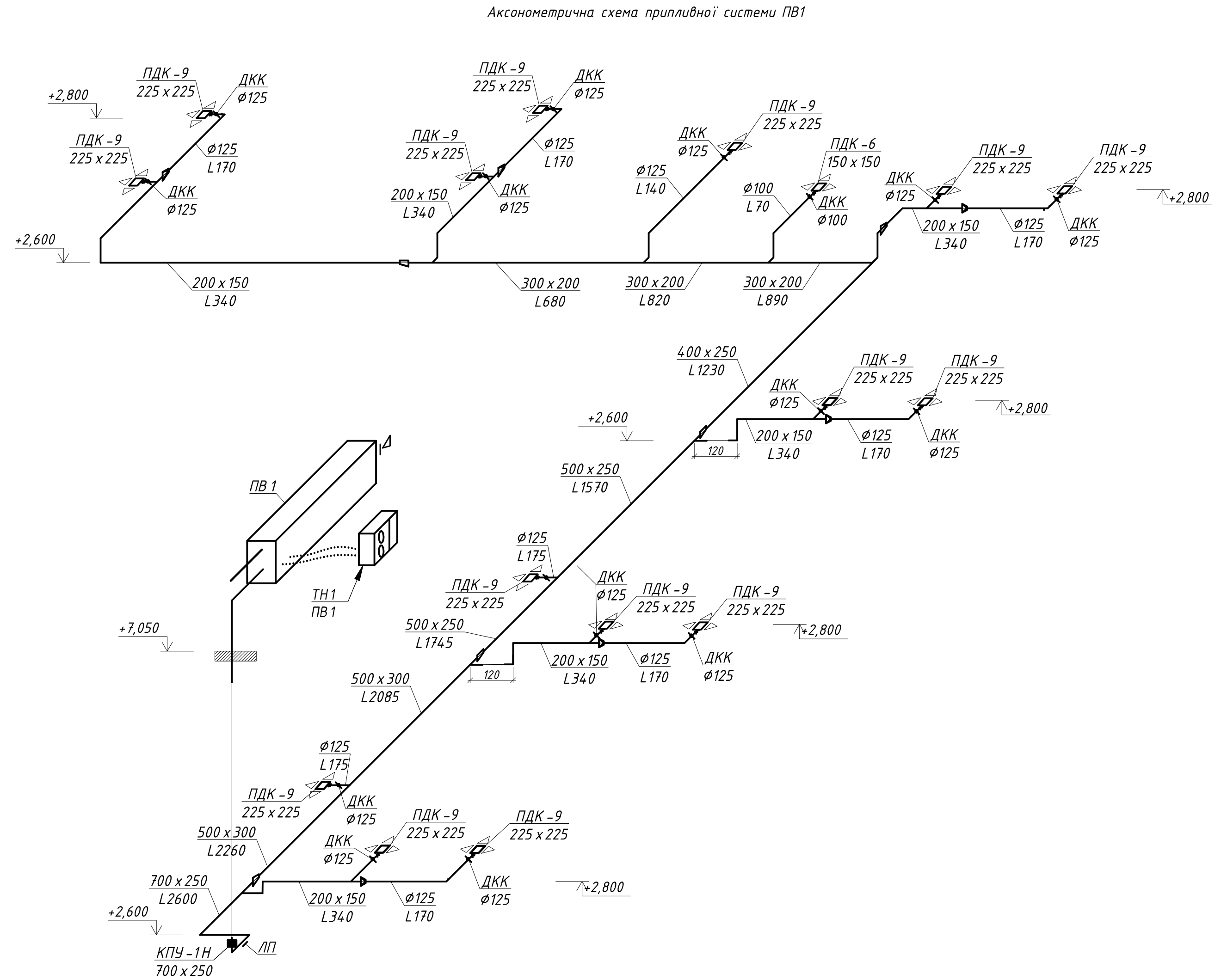
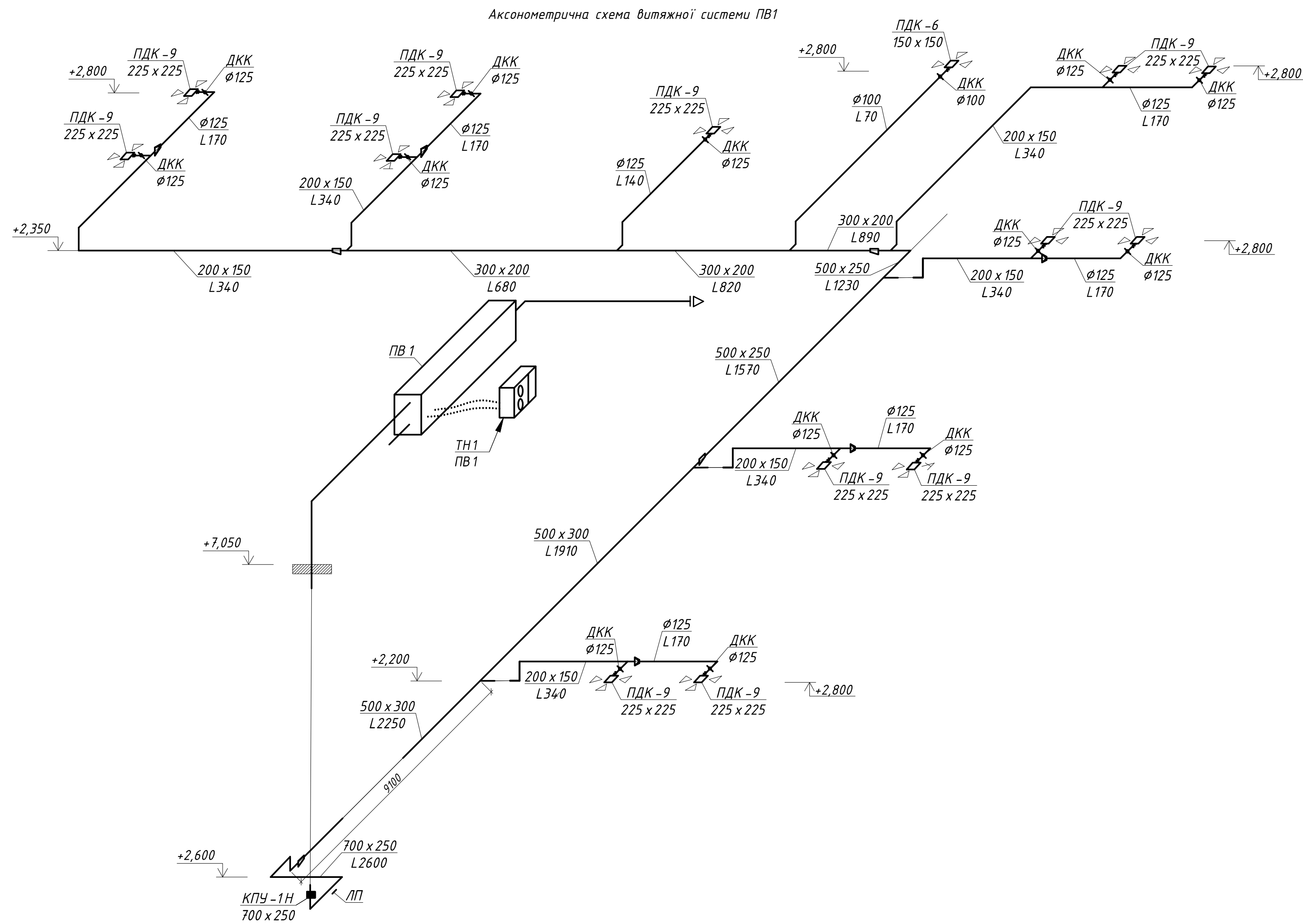


Схема блоків

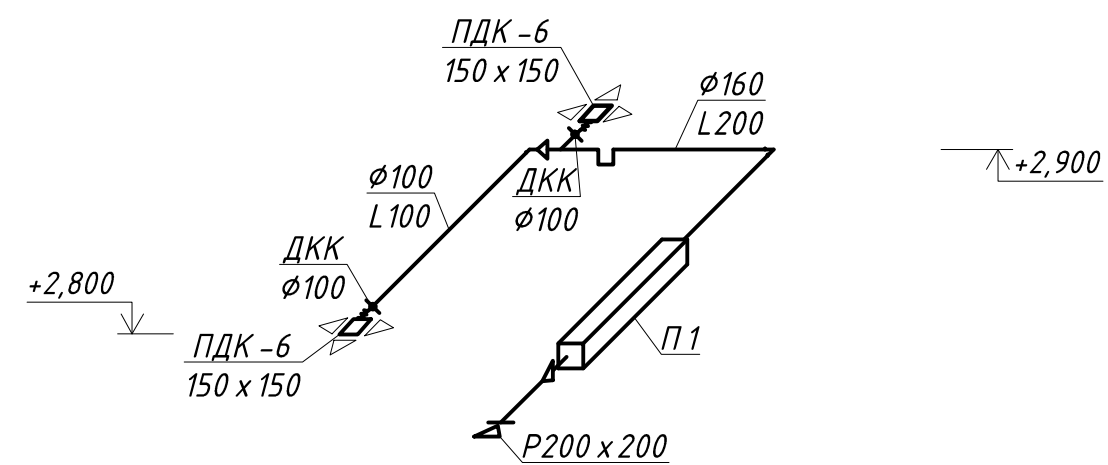


Експлікація приміщень будівлі				
№	Найменування	Площа(м2)	Категорія приміщення	
1.01	Тамбур головного входу	14,12		
1.02	Вестибіль з бібліотекою	209,67		
1.03	Гардероб	57,10		
1.04	Коридор	4,03		
1.05	Санітарний вузол (Ч)	1,76		
1.06	Санітарний вузол для МНГ	4,37		
1.07	Санітарний вузол (Ч)	1,76		
1.08	Комора	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 вихователів	2,28		
1.13	Спальня кімната	52,05		
1.14	Спальня кімната	52,89		
1.15	Спальня кімната	52,28		
1.16	Спальня кімната	53,95		
1.17	Рекреація	184,34		
1.18	Кабінет вихователів	15,69		
1.19	Ігрова	34,05		
1.20	Ігрова	53,63		
1.21	Ігрова	53,63		
1.22	Коридор	54,83		
1.23	Зимовий сад	250,09		
1.24	Комора	15,68		
1.25	Тамбур шлюз 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	Фізкультурна зала	151,71		
1.35	Столова	127,43		
1.36	Коридор	7,26		
1.37	Кімната вихователів	9,81		
1.38	Комора	18,32		
1.39	Санітарний вузол (Ж)	5,76		
1.40	Санітарний вузол (Ч)	5,55		
1.41	Коридор	8,51		
1.42	Підсобні приміщення	47,46		
1.43	Мийка 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	Мийка кухонного посуду	4,99		
1.48	Склад тари	2,84		
1.49	Коридор	8,19		
1.50	Коридор	6,73		
1.51	Склад продуктів	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 вихователя	14,75		
1.60	Комора	13,75		
1.61	Тамбур	3,36		
1.62	Комора	12,74		
1.63	Коридор	16,39		
1.64	Універсальна зала	69,94		
1.65	Універсальна зала	69,83		
1.66	Тераса	21,73		
1.67	Тераса	28,00		
1.68	Тераса	44,69		
1.69	Медицинський кабінет	14,25		
1.70	Приміщення охорони, посту СПЗ, відеонагляду, ОС	15,20		
1.71	Тамбур	15,65		
		2 000,6 м2		

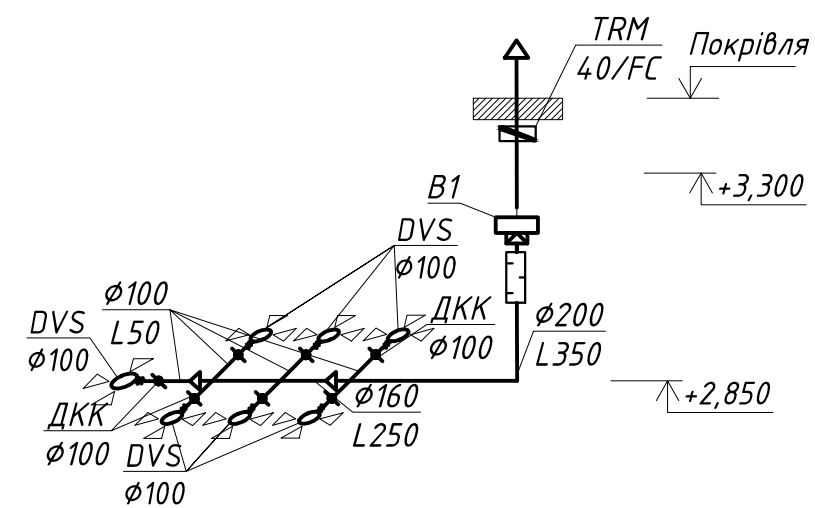
						08-13. МКР.006.01.000 ОВ			
						Енергоєфективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.		Підп.	Дата			
Розробив		Лашеню А.В.				12.25			
Перевірив		Горюн О.О.				12.25			
Н.контроль		Панкевич О.Д.				12.25			
Система вентиляції							Стадія	Аркуш	Аркушів
							П	1	6
Схема розміщення системи вентиляції на плані поверху, експлікація приміщень							ВНТУ		
Опонент		Риндок С.В.				12.25			
Затвердив		Ратушняк Г.С.				12.25			



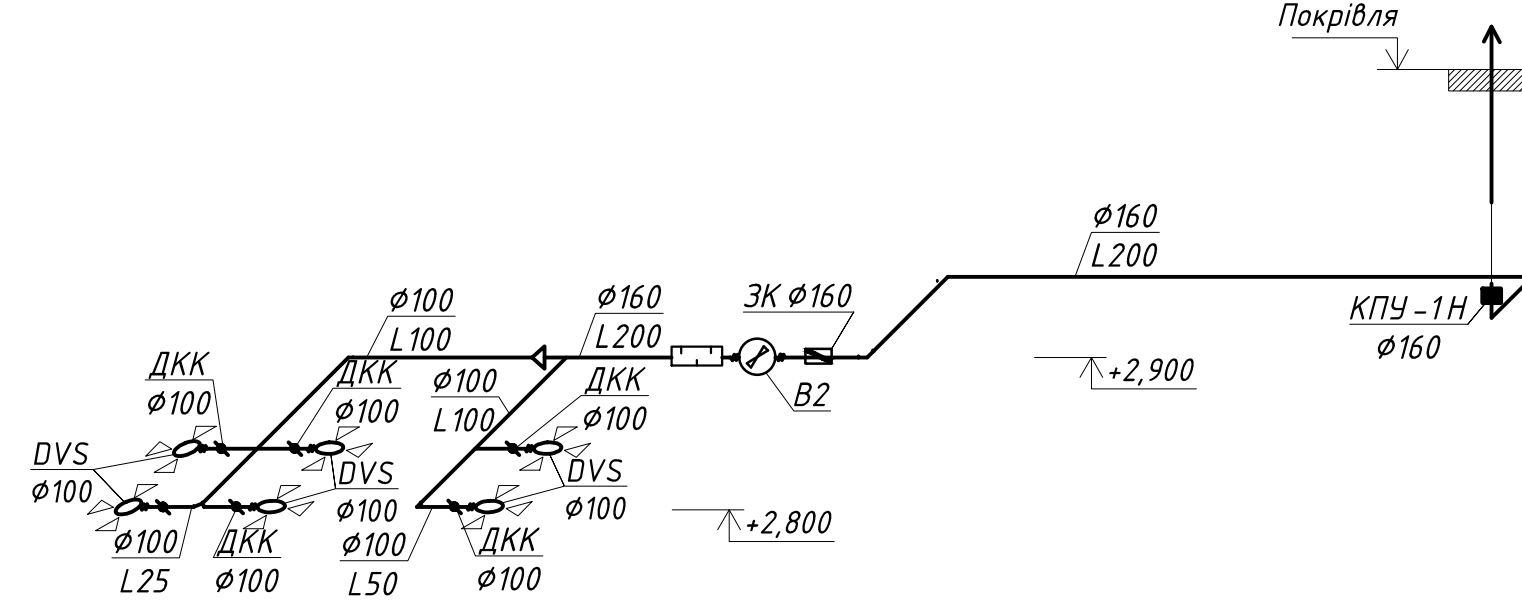
Аксонетрична схема системи П1



Аксонетрична схема системи В1



Аксонетрична схема системи В2

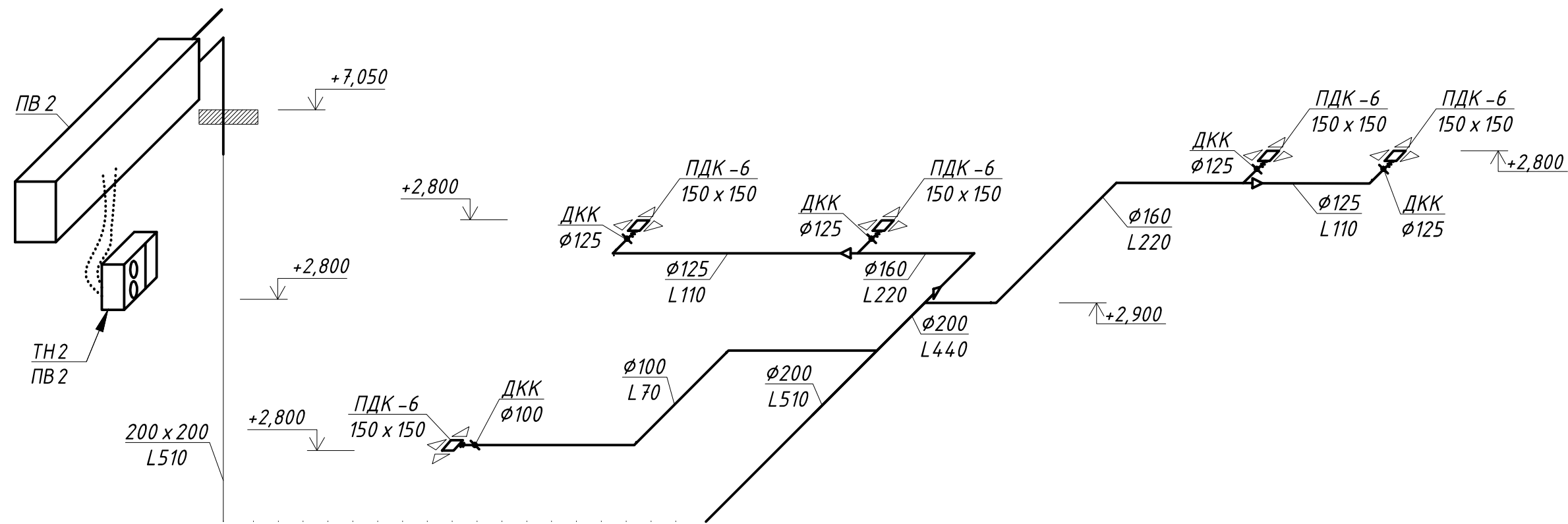


Умовне позначення спіненої тепло-, звукоізоляції

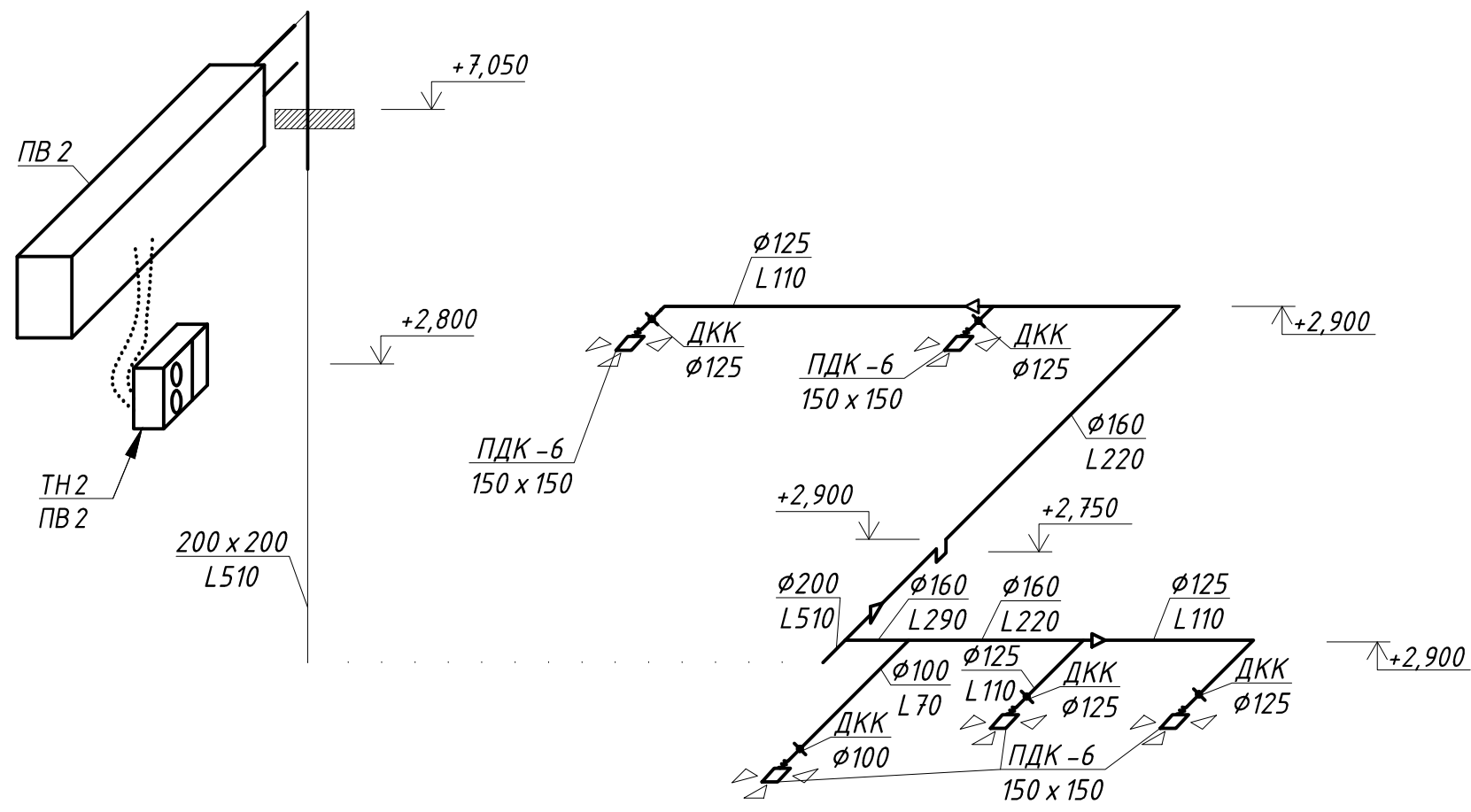
Умовне позначення теплоізоляції з мінеральної вати

08-13. МКР.006.01.000 ОВ						Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Лашенко А.В.				12.25		П	2	6
Перевірив	Горюн О.О.				12.25				
Н.контроль	Панкевич О.Д.				12.25	Аксонетричні схеми систем ПВ1, П1, В1, В2	ВНТУ		
Опонент	Риндик С.В.				12.25				
Затвердив	Ратушняк Г.С.				12.25				

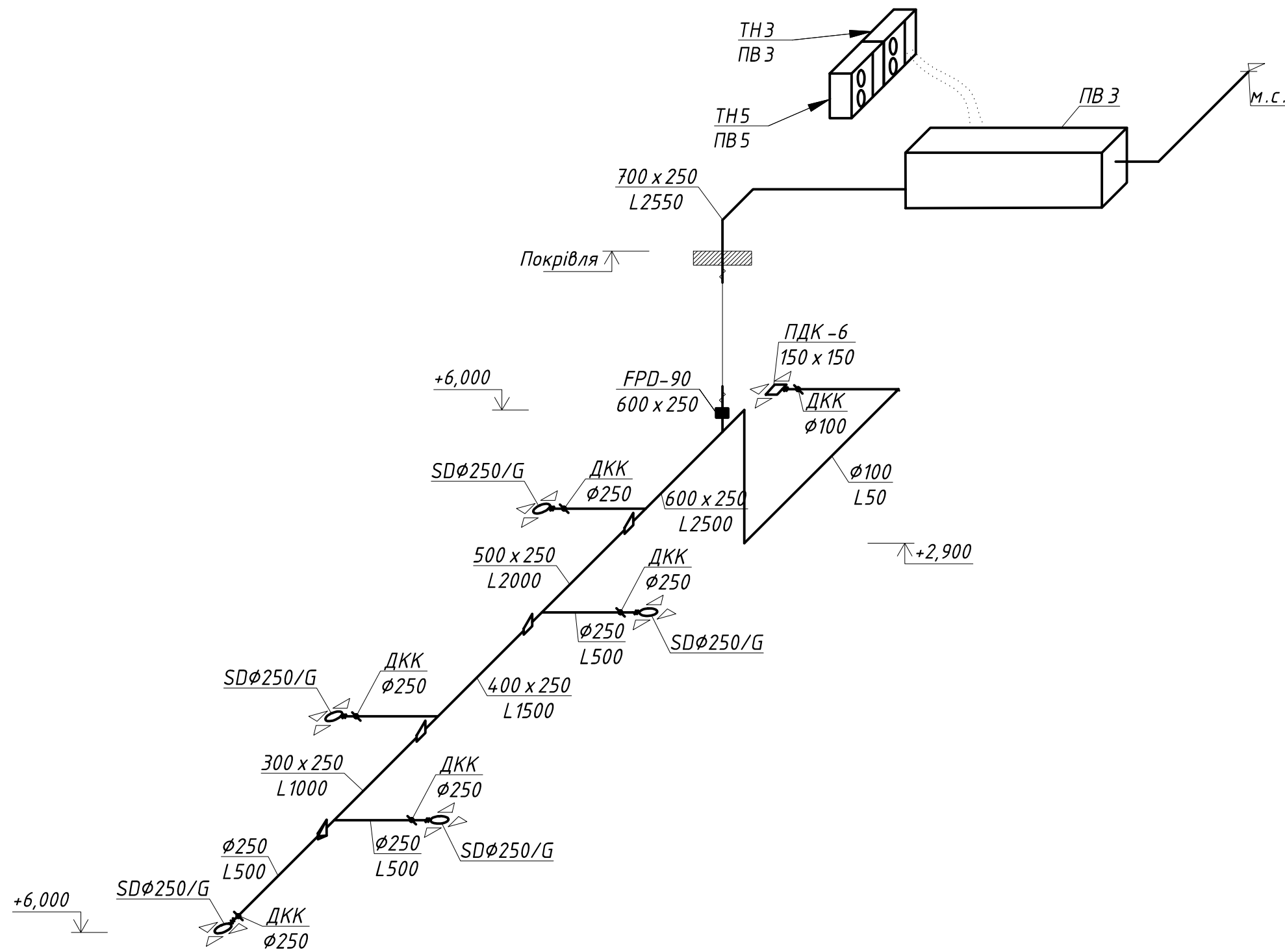
Аксометрична схема припливної системи ПВ2



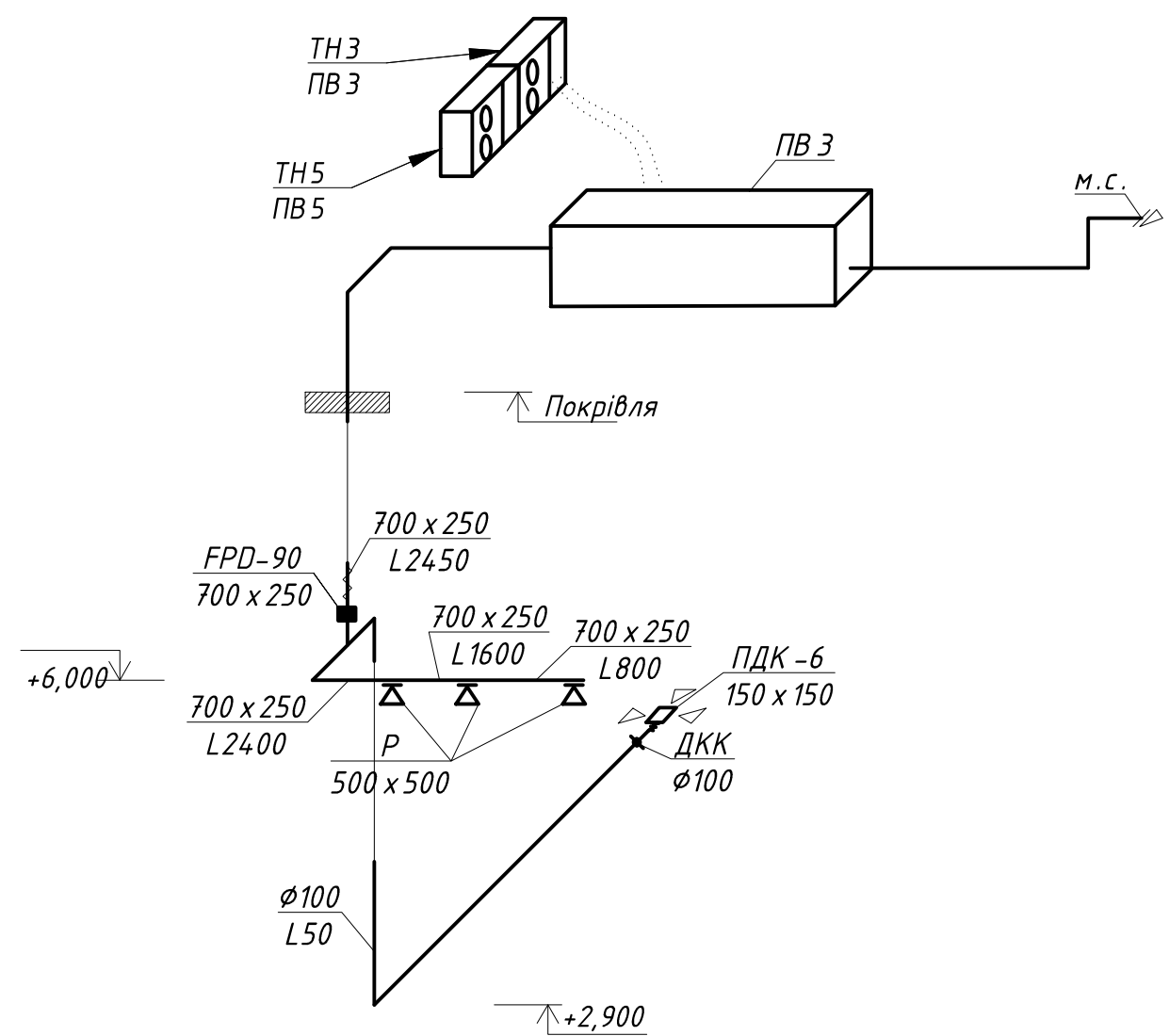
Аксометрична схема витяжної системи ПВ2



Аксометрична схема припливної системи ПВ3



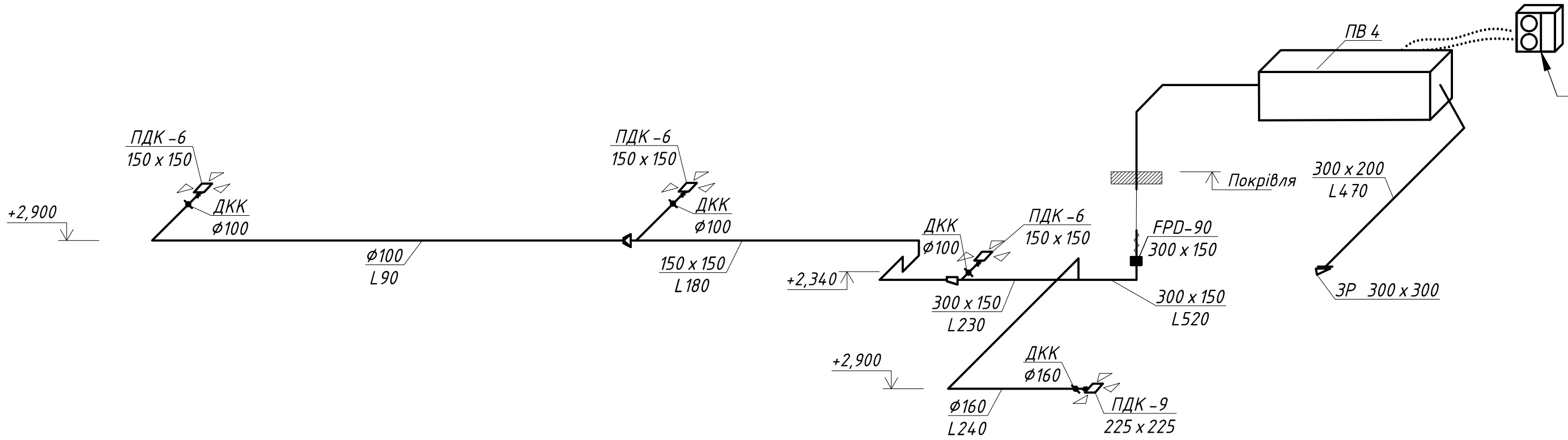
Аксометрична схема витяжної системи ПВ3



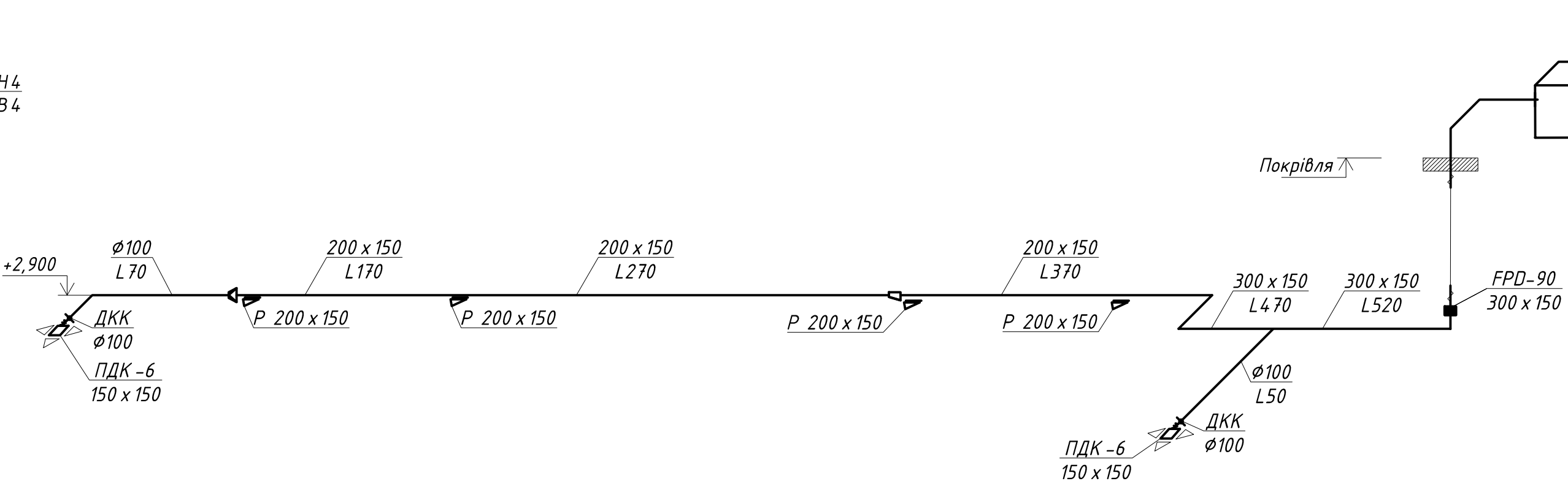
Умовне позначення спіненої тепло-, вогнеізоляції
Умовне позначення теплоізоляції з мінеральної вати

08-13. МКР.006.01.000 ОВ						Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Лашенко А.В.				12.25		П	3	6
Перевірив	Горюн О.О.				12.25				
Н.контроль	Панкевич О.Д.				12.25	Аксометричні схеми систем ПВ2, ПВ3			
Опонент	Риндюк С.В.				12.25	ВНТУ			
Затвердив	Ратушняк Г.С.				12.25				

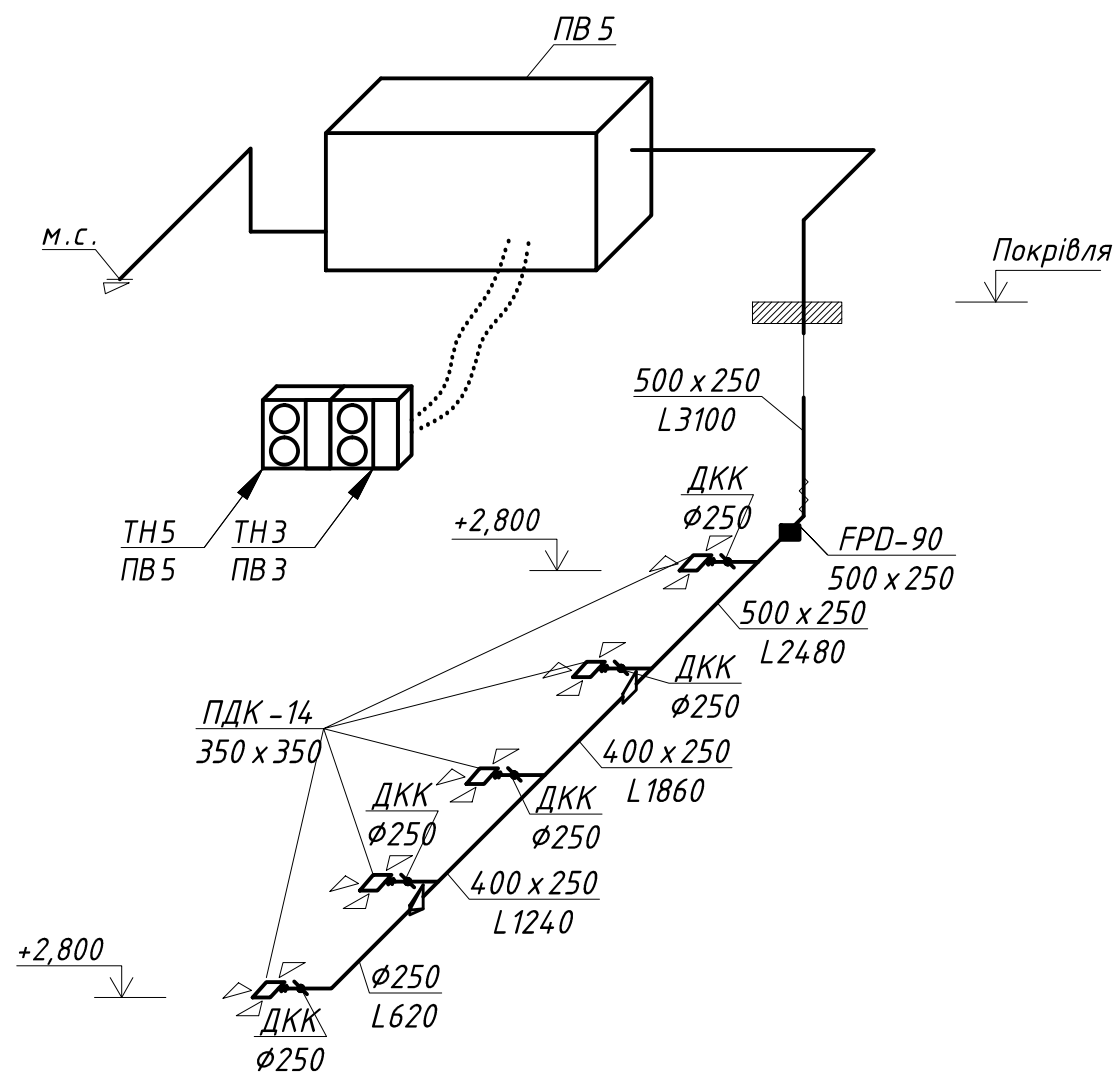
Аксометрична схема витяжної системи ПВ4



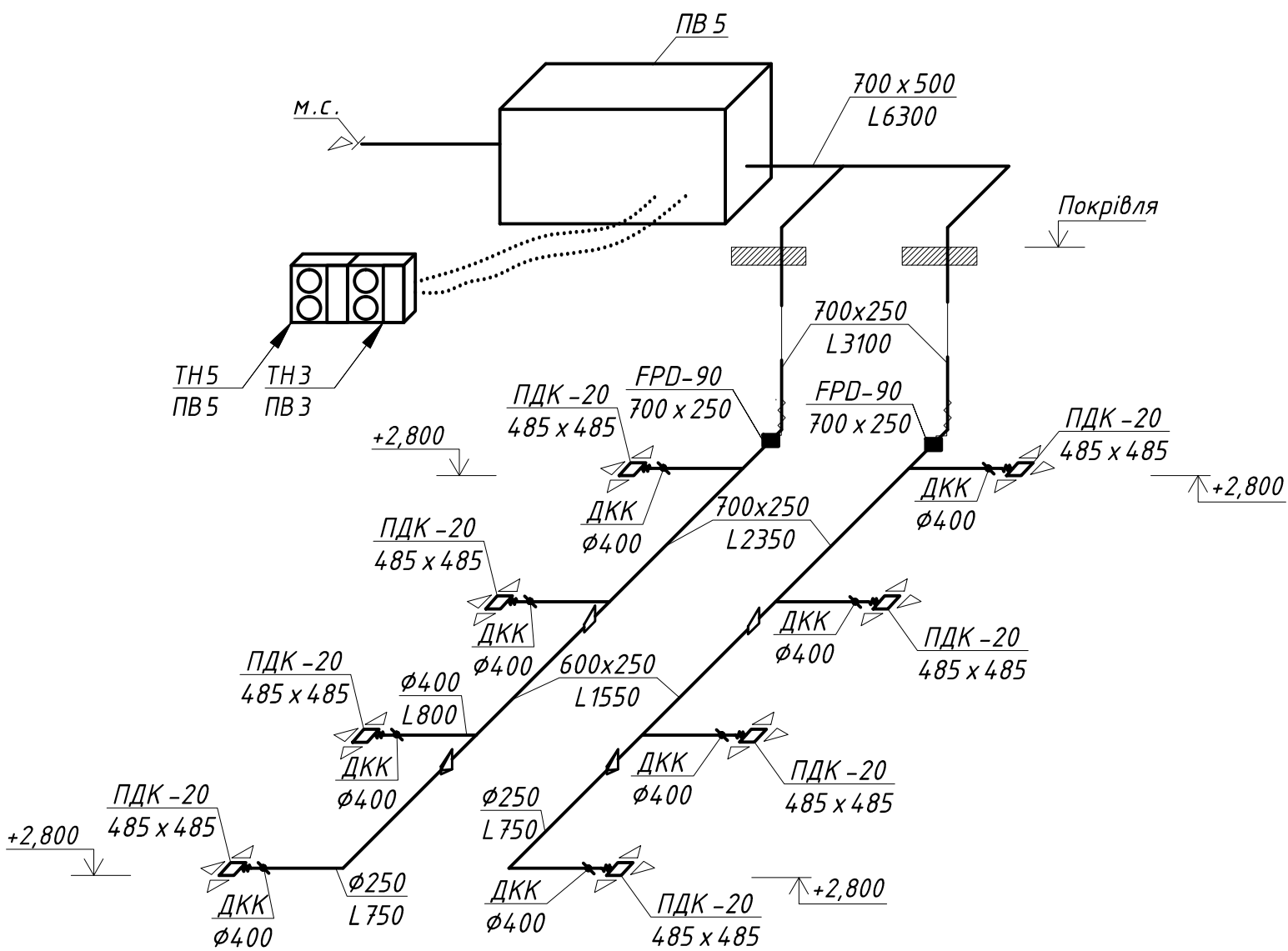
Аксометрична схема припливної системи ПВ4



Аксометрична схема витяжної системи ПВ5



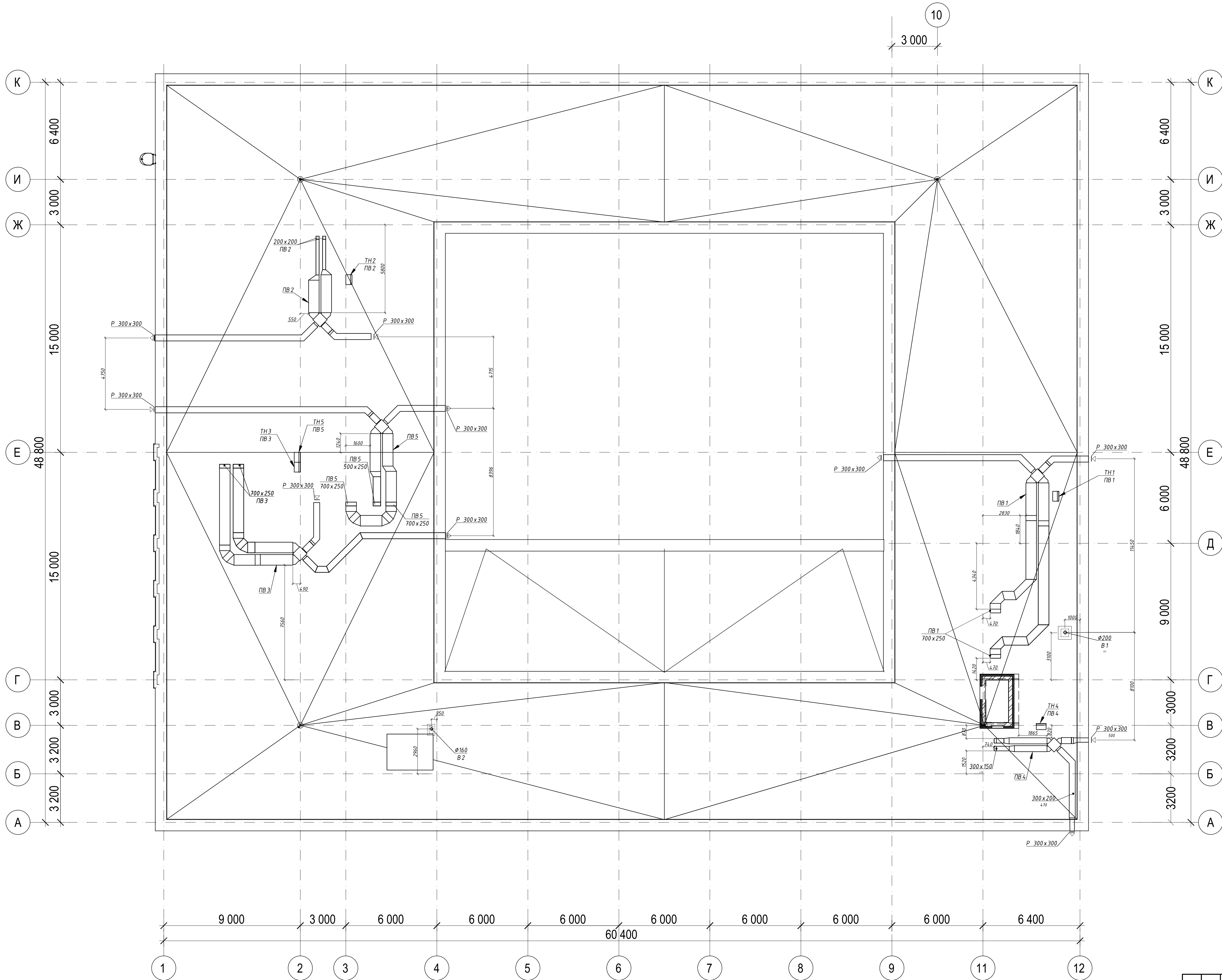
Аксометрична схема припливної системи ПВ5



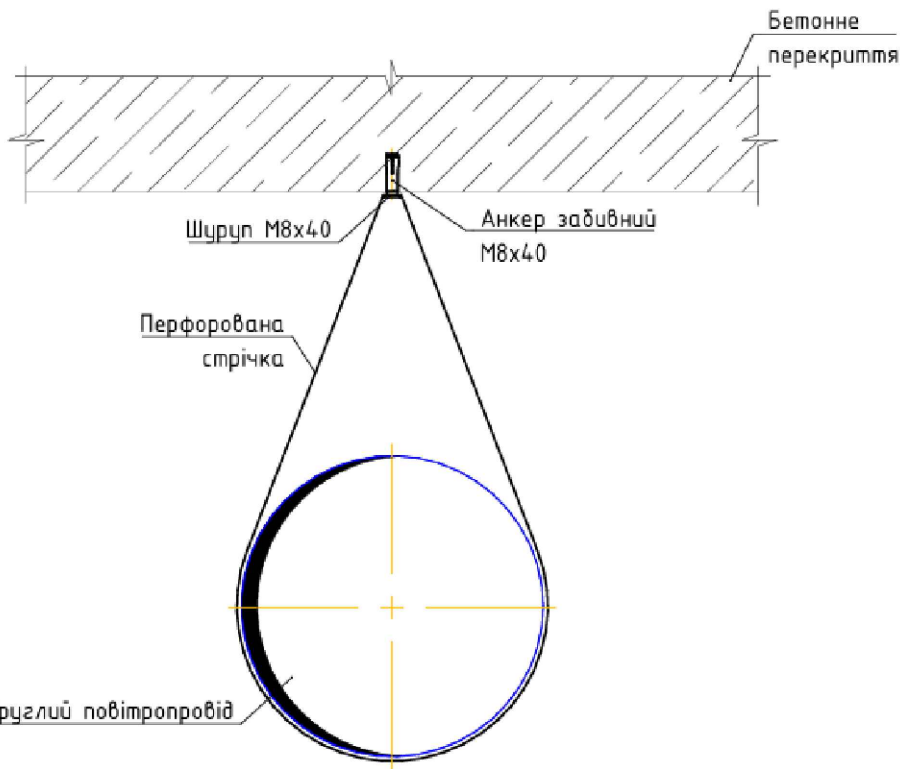
Умовне позначення спіненої тепло-, вогнеізоляції

Умовне позначення теплоізоляції з мінеральної вати

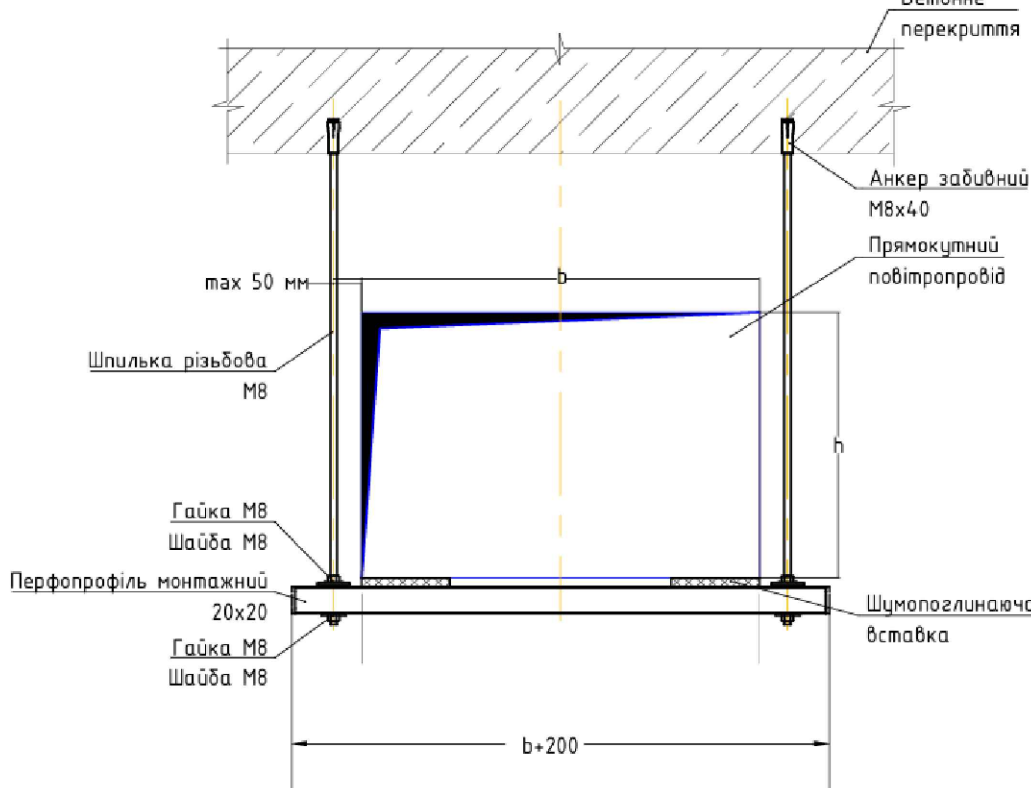
08-13. МКР.006.01.000 ОВ						Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Лашенко А.В.				12.25		П	4	6
Перевірів	Горюн О.О.				12.25				
Н.контроль	Панкевич О.Д.				12.25	Аксометричні схеми систем ПВ4, ПВ5			
Опонент	Риндок С.В.				12.25	ВНТУ			
Затвердив	Ратушняк Г.С.				12.25				



Вузол кріплення круглого повітропроводу до бетонного перекриття



Вузол кріплення прямокутного повітропроводу до бетонного перекриття

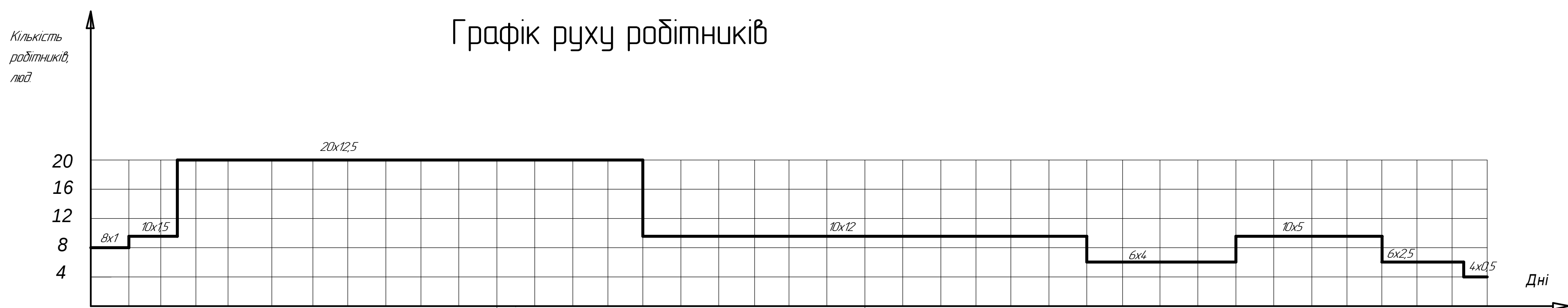


						08-13. МКР.006.01.000 ОВ			
						Енергоєфективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Система вентиляції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Лашенко А.В.				12.25		П	5	6
Перевірив	Горюн О.О.				12.25				
Н.контроль	Панкевич О.Д.				12.25				
Опонент	Риндюк С.В.				12.25	Схема розміщення системи вентиляції на плані покрівлі. Вузли	ВНТУ		
Затвердив	Ратушняк Г.С.				12.25				

Календарний план монтажу систем створення мікроклімату у школі

[illegible]

Графік руху родітників



Техніко-економічні показники графіку ррху робітників

№ п/п	Позначения	Формула	Результат	Ед. измерения
1	$Q_{\Sigma \text{эз}}$	$\sum Q_i$	4 75,9	мощ/ч/ми
2	$T_{\Sigma \text{эз}}$	—	39	д/ми
3	R_{max}	—	20	мощ
4	$R_{\text{ср}}$	$Q_{\Sigma \text{эз}} / T_{\Sigma \text{эз}}$	14	мощ
5	$T_{\text{вст}}$	—	30	д/ми
6	$Q_{\text{напл}}$	—	73	мощ/д/ми
7	α_1	$R_{\text{ср}} / R_{\text{max}}$	0,7	—
8	α_2	$Q_{\text{напл}} / Q_{\Sigma \text{эз}}$	0,2	—
9	α_3	$T_{\text{вст}} / T_{\Sigma \text{эз}}$	0,77	—

ГРАФІК РУХУ МАШИН, МЕХАНІЗМІВ

[illegible]

							08-13.МКР.006.01.000.08		
							Енергоефективна система створення мікроклімату дитячого садочку з використанням альтернативних джерел енергії		
Зм	Км	цм	Лист	№зак	Підпис	Дата			
Розробив	Лашенко А.В.		Календарний план монтажу систем створення мікроклімату				Старший	Лист	Листів
Перевірив	Горбан О.О.						П	6	6
Нантворює	Пажечко О.Д.		Календарний план монтажу систем створення мікроклімату в школі, дитячій дитині, розробників, заводів, дитини, механізмів				ВНТУ		
Оплатив	Риндиків С.В.								
Затвердив	Ратичак Г.В.								