

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

Енергопостачання та інженерне забезпечення енергоефективного  
дитячого садочка з вбудованим протирадіаційним укриттям

Габа Олександр Володимирович

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра теплотехніки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

Енергопостачання та інженерне забезпечення енергоефективного  
дитячого садочка з вбудованим протирадіаційним укриттям

Виконав: Габа Олександр Володимирович  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

студент групи \_\_\_\_\_ з ТЕМ-23

144 Теплоенергетика  
(спеціальність)

Енергетичний менеджмент, енергоефективні  
муніципальні та промислові теплові  
технології  
(освітня програма)

Керівник Погосов О.Г.  
(прізвище та ініціали)

Канд.техн.наук, доцент  
(вчене звання, науковий ступінь)

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології  
Випускова кафедра теплотехніки  
Освітній ступінь магістр  
Спеціальність 144 Теплоенергетика  
Освітня програма Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав.кафедри \_\_\_\_\_

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

Габи Олександра Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Енергопостачання та інженерне забезпечення енергоефективного дитячого садочка з вбудованим протирадіаційним укриттям

затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року.

2. Керівник роботи к.т.н., доц. Погосов О.Г.

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту 23.06.2025 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р.1. Характеристика об'єкту проектування.

Р.2. Технічні рішення з енергопостачання та інженерного забезпечення.

Р.3. Розрахунок класу енергетичної ефективності будівлі ДНЗ.

Р.4. Загальні рішення з автоматизації.

Р.5. Рішення з інженерно-технічного захисту.

Р.6. Економічна оцінка прийнятих рішень.

Р.7. Наукова частина

5. Графічний матеріал за розділами

P.1. Дитячий садок. Архітектурні рішення.

P.2. Принципова схема тепlopостачання будівлі ДНЗ.

P.2. Принципова схема вентиляції дитячих груп.

P.2. Принципова схема вентиляції кухні та басейну.

P.2. Принципова схема вентиляції адміністративних навчальних приміщень та підвалу (укриття).

P.2. Принципа схема тепло та холодопостачання вентиляційних установок.

P. 2 Принципова схема опалення приміщень ДНЗ.

P.2. Принципова схема системи водопостачання.

P.6. Техніко-економічне обгрупування прийнятих рішень

P.7. Наукова частина кваліфікаційної роботи

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Характеристика об'єкту проектування	квітень, 2024
Розділ 2. Технічні рішення з енергопостачання та інженерного забезпечення.	квітень, 2024
Розділ 3. Розрахунок класу енергетичної ефективності будівлі ДНЗ	травень, 2024
Розділ 4. Загальні рішення з автоматизації.	травень, 2024
Розділ 5. Рішення з інженерно-технічного захисту.	червень, 2024
Розділ 6. Економічна оцінка прийнятих рішень.	червень, 2024
Розділ 7. Наукова частина	квітень-травень, 2024
Остаточне оформлення роботи	червень, 2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	червень, 2024
Попередній захист роботи на кафедрі	червень, 2024
Направлення роботи на рецензування	червень, 2024

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав.кафедри \_\_\_\_\_ **Кириченко М.А.**

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ **Погосов О.Г.**

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Здобувач \_\_\_\_\_ **Габа О.В.**

( підпис )

(прізвище та ініціали)



3.4.	Оцінка теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій.....
3.5.	Розрахункова оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій.....
3.5.1.	Розрахунок масової повітропроникності зовнішніх стін.....
3.5.2.	Розрахунок масової повітропроникності віконних блоків.....
3.6.	Зведені характеристики будівлі.....
4.	Загальні рішення з автоматизації.....
4.1.	Автоматизація системи тепlopостачання будівлі ДНЗ.....
4.2.	Автоматизація системи вентиляції.....
4.3.	Автоматизація протипожежних систем.....
5.	Рішення з інженерно-технічного захисту.....
5.1	Пожежна безпека. Система пожежної сигналізації.....
5.2	Протипожежні заходи.....
5.3.	Пожежна безпека. Система оповіщення.....
5.4.	Пожежна безпека. Система пожежогасіння.....
5.5.	Блискавкозахист.....
5.6.	Цивільний захист.....
5.7.	Загальні рішення по захисту від шуму.....
6.	Економічна оцінка прийнятих рішень.....
7.	Наукова частина.....
	Використана література.....



Дитячий садок – це другий дім для багатьох малюків, місце, де вони проводять значну частину дня, навчаються, граються, спілкуються та розвиваються. Тому надзвичайно важливо забезпечити комфортні умови мікроклімату у всіх приміщеннях дошкільного закладу. Це не просто питання зручності, а фундаментальний аспект, що безпосередньо впливає на здоров'я, самопочуття, когнітивні здібності та загальний розвиток дитини.

Неоптимальні умови мікроклімату можуть мати серйозні негативні наслідки для дітей. Перегрів або переохолодження призводить до зниження імунітету, підвищуючи ризик простудних захворювань, ГРВІ та інших інфекцій. Недостатня вентиляція сприяє накопиченню вуглекислого газу, пилу, алергенів та патогенних мікроорганізмів у повітрі. Це може викликати головний біль, млявість, алергічні реакції, загострення астми та поширення інфекційних хвороб. Надмірна або недостатня вологість негативно впливає на слизові оболонки дихальних шляхів, роблячи їх більш вразливими до інфекцій, а також може призвести до розвитку плісняви та грибка у приміщеннях. Діти, які перебувають у некомфортних умовах (задуха, спека, холод), стають дратівливими, млявими, швидко втомлюються, що негативно позначається на їхній поведінці та настрої. Погіршується якість сну, що є критично важливим для відновлення дитячого організму.

Некомфортні умови знижують концентрацію уваги та здатність до засвоєння нової інформації. Дітям важче зосередитися на заняттях, вони стають неуважними. Знижується фізична активність, що може негативно позначитися на фізичному розвитку та рухових навичках.

Відповідальність за створення та підтримання належного мікроклімату лежить на адміністрації закладу, персоналі, а також на проектувальниках та будівельниках нових та реконструйованих ДНЗ. Сучасні технології дозволяють створювати енергоефективні та безпечні системи опалення, вентиляції та кондиціонування, що автоматично підтримують задані параметри. Використання якісних будівельних матеріалів, що не виділяють шкідливих речовин, також є частиною цього процесу.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У підсумку, інвестиції у створення комфортного мікроклімату в дитячих садочках – це інвестиції у здоров'я, щастя та успішне майбутнє наших дітей. Це фундаментальний аспект, що дозволяє їм повноцінно розвиватися та розкривати свій потенціал у безпечному та сприятливому середовищі.

В умовах сучасних викликів безпеки, особливо в Україні, наявність та якість укриттів і бомбосховищ у дитячих садках набуває критичного значення. Це вже не просто технічна вимога, а життєво необхідний елемент інфраструктури, що забезпечує не лише фізичну безпеку, а й психологічний комфорт найменших громадян. Комфортне та функціональне укриття допомагає мінімізувати травматичний вплив надзвичайних ситуацій на психіку дитини.

Облаштування комфортних та функціональних укриттів у дитячих садках – це не просто виконання нормативних вимог, а стратегічний крок до захисту фізичного та психологічного здоров'я майбутніх поколінь. Це демонстрація турботи держави та суспільства про найуразливішу частину населення, що дозволяє дітям почуватися в безпеці навіть у найскладніші часи.

Енергоефективність при будівництві є ключовим аспектом сучасного будівництва, що має фундаментальне значення для кожного з нас та для майбутнього планети. Вона стосується не лише економії коштів, а й створює комфортніші умови для життя та роботи, зменшуючи наш вплив на довкілля.

Впровадження енергоефективних рішень сприяє мінімізації енергії для опалення, охолодження, вентиляції та освітлення. Це досягається завдяки якісній теплоізоляції стін, даху та підлоги, встановленню енергозберігаючих вікон, використанню сучасних систем вентиляції з рекуперацією тепла, а також інтеграції відновлюваних джерел енергії.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1.1. ОПИС АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИХ РІШЕНЬ

У даній кваліфікаційній роботі об'єктом проектування є енергоефективний дошкільний навчальний заклад (ДНЗ) з поліпшеними екологічними характеристиками. Запроектований заклад дошкільної освіти на 8 навчальних груп по зовнішньому контуру має габаритні розміри 67,4м x 46,5м. Будівля має 2 поверхи та підвальне приміщення, що відіграє роль захисного укриття, і може використовуватися у мирний час, як споруда подвійного призначення. Архітектурно-будівельні рішення відповідають вимогам нормативів [1-21]

Площа будівлі складає:

I.Підвал -755.59 м.кв.

II.1-й поверх -1616.30 м.кв.

III.2-поверх -1566.25 м.кв.

Разом: 3 938.14 м.кв.

При проектуванні ДНЗ враховано модульну координацію розмірів. Зокрема пропонується застосовувати укрупнений модуль (мультимодуль) 3М, що передбачає кратність міжосьових розмірів 300 мм. Таке рішення продиктоване зручністю застосування відповідних проектних рішень при використанні як збірних залізобетонних перекриттів разом із несучими стіновими конструкціями, так і монолітного залізобетонного перекриття при каркасному будівництві. Дитячі групи компонується у самостійні функціональні блоки чи єдиний. Застосовується зонування (молодші групи розміщуються на 1 поверсі, старші – вище.). Просторова організація будівлі формується залежно від взаємозв'язку вказаних груп приміщень. За цією ознакою було обрано планування дитячого садка централізованого типу (із внутрішнім зв'язком між окремими групами приміщень). Блоки з дитячими групами (по 4 на поверсі ) поєднані з внутрішнім об'ємом, в якому розташовані адміністративні приміщення, кухня, складські приміщення, спортивний та музична зали та допоміжні приміщення

Основна вхідна група включає в себе тамбур, хол, приміщення охорони , гардероб та технічні приміщення. Місткість дошкільного навчального закладу

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

становить 160 місць у 8 групах, для дітей віком від 3 до 7 років денного перебування. Наповнюваність груп по 20 кожна. Усі групові осередки є універсальними та спроектовані за принципом групової ізоляції. До складу кожного осередку входить: групова, спальна, роздягальна, туалетна, буфетна та санвузол персоналу. Додаткові приміщення для занять з дітьми - кабінети психолога та логопеда. Всі медичні приміщення розміщені єдиним блоком на 1-му поверху в безпосередній близькості від входу до будинку дитячого садка.

Медичний блок включає наступний набір приміщень: медичний кабінет, процедурний кабінет, приймальня і туалет з місцем для приготування дезінфікуючих розчинів.

Басейний блок з душовими та роздягальними приміщеннями, тренерською та медичним кабінетом в дитячому садку має розміри 15,7x11,3м. Чаша басейну 7x3м. Цей блок розташований на першому поверсі і призначений для забезпечення комфорту та безпеки дітей, які відвідують садок. Зовнішній вигляд блоку передбачає вікна, що пропускають достатньо природного світла, з мінімальною можливістю прозорості для забезпечення конфіденційності.

Харчовий блок розташовується єдиним блоком на першому поверсі і розрахований на роботу на напівфабрикатах. До складу харчоблоку входять: допоміжний цех, гарячий цех, холодний цех, мийний кухонний посуд, роздавальний, підсобні приміщення з витягами, мийна оборотна тара, завантажувальна, приміщення для приготування дез. розчинів, приміщення зберігання харчових відходів, комора продуктів, що швидко псуються, приміщення для зберігання сипучих продуктів, комора очищених овочів, холодильні камери, приміщення персоналу, гардероб верхнього одягу персоналу, туалет з душовою кабіною для персоналу. Завантажувальна має окремий вхід з тамбуром та розвантажувальним майданчиком. Об'ємно-планувальні рішення приміщень харчоблоку передбачають послідовність технологічних процесів, що викривають зустрічні потоки сирови та готової продукції.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

На другому поверсі центральної частини розміщені спортивна та танцювальна зали та адміністративний блок. Універсальне гурткове приміщення на 20 місць використовується як універсальне класне приміщення, приміщення для занять образотворчою творчістю (малюнок, ліплення, аплікація, ручна праця) включеним у програму дошкільного виховання.

Універсальне гурткове приміщення включає методичний кабінет інвентарю. На кожному поверсі розміщені санітарні вузли для хлопчиків та дівчаток, обладнані кабінами із дверима без заборів. Кількість санітарних приладів визначено з розрахунку 1 унітаз на 20 дівчаток, 1 умивальник на 30 дівчаток, 1 унітаз, 0,5 лоткового пісуару та 1 умивальник на 30 хлопчиків. Площа санітарних вузлів для хлопчиків та дівчаток слід приймати з розрахунку не менше ніж 0,1 кв.м. на одного учня. Для персоналу на кожному поверсі виділено окремі санвузли, дві кімнати особистої гігієни жінок. Входи до санвузлів не розташовані навпроти входу до навчальних приміщень або у безпосередній близькості від них. На кожному поверсі передбачені приміщення, обладнані піддонами та підведенням до них холодної та гарячої води, для зберігання та обробки збирального інвентарю, приготування дезінфекційних розчинів.

Підвальний поверх запроектовано на відмітці – 3,570 та виконує функцію укриття, яке забезпечує можливість безперервного перебування в ньому упродовж не менше 48 годин. Підвал має входи безпосередньо з вулиці та з будівлі садочку, які забезпечують вільний доступ усередину. Входи облаштовані пандусами для осіб з інвалідністю та маломобільних груп. В укритті передбачено основні та допоміжні приміщення.

До основних відносяться приміщення для населення, яке переховується, пункти керування, медпункти для надання екстреної медичної допомоги з ізолятором та кухонний блок – кухонний цех, складські приміщення, інвентарні та комори та їдальню.

До допоміжних відносяться технічні приміщення, санітарні вузли, електрощитова, приміщення для зберігання продовольства, тамбур-шлюз,

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

тамбури. Норму площі підлоги основного приміщення на одного переховуваного було прийнято рівною 0,5 м<sup>2</sup>.

Будівля двоповерхового ДНЗ має ж- подібну форму в плані та умовно поділена на 2 об'єми. Зовнішній вигляд будівлі може бути важливим фактором як для її функціональності, так і для її впливу на навколишнє середовище. Ж-подібна конструкція створила привабливий центральний внутрішній двір або відкритий простір, який може служити фокусом для будівлі. Загалом об'ємно- просторове рішення для Ж-подібного ДНЗ передбачає збалансування цих та інших факторів для створення функціонального, ефективного та естетично привабливого дизайну, який відповідає потребам учнів, персоналу та громади.

Будівлю ДНЗ в залежності від призначення можна умовно поділити на такі зони :

- дитячі групи (8 шт);
- харчоблок;
- басейн;
- адміністративні приміщення і навчальні приміщення;
- санвузли;
- укриття та технічні приміщення.

## 1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

Конструкція зовнішньої стіни прибудови – залізобетонний каркас із заповненням керамічною порожнистою цеглою, перекриття монолітні залізобетонні. Для зовнішнього утеплення та облицювання стін використовується штукатурного фасаду. Архітектурна виразність та пластика фасадів досягається поєднанням пофарбованих у світлий колір площин та площин, що мають насичений колір та текстуру. Цоколь по периметру існуючої будівлі та перший поверх прибудови оздоблюється кlinkерною фасадною плиткою по утеплювачу. Заповнення віконних отворів – металопластикові віконні блоки темного кольору.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Покрівля – плоска, з монолітного залізобетону ефективним тепло- та (або) гідроізоляційним шаром. Металеві елементи, поручні, огороження фарбуються високоякісними олійними фарбами.

Опір теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій будівель відповідно до вимог ДБН В.2.6-31.2016 «Теплова ізоляція будівель»[14].

Дійсні опори теплопередачі огорожуючих конструкцій відповідають нормативним показникам:

- зовнішні стіни з утеплювачем –  $R_{q \min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;
- покриття і перекриття –  $R_{q \min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;
- суміщена покрівля –  $R_{q \min} = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ;
- віконні блоки та вітражі –  $R_{q \min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Всі будівельні матеріали повинні відповідати протипожежним та санітарно-гігієнічним вимогам для використання в дитячих закладах, мати відповідні сертифікати та протоколи випробувань.

### 1.3. ОПИС ПРИМІЩЕНЬ

*Опис навчальних приміщень:*

- підвісна стеля білого, або світло-бежевого відтінку, в садочку не повинна мати відкритого гратчастого каркасу;
- стіни – поліпшене тинькування з пофарбуванням вододисперсною фарбою. Приміщення молодших груп вирішуються в теплій колірній гаммі бези використання чорних та сірих кольорів. Для основної частини використовуються в основному зелені відтінки зі зниженою насиченістю. Приміщення старших груп вирішуються у холодних тонах із часткою монохроматичних (сірих, білих);
- підлога із зносостійкого лінолеуму на тепло- звукоізоляційній основі, повинна бути темнішою за стіни, але не занадто темною. Колір має відповідати кольору стін, малюнок має бути простим, без орнаментів, або мати мілкозернисту структуру.

*Опис холів, коридорів, сходів, рекреацій:*

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Оздоблювальні матеріали аналогічні навчальним приміщенням. Колірна гамма повинна відрізнятись від прийнятої для навчальних приміщень. Рішення рекреацій більш активне, виразне, у контрастних поєднаннях в рамках загальних підходів до колірної гармонії.

*Опис санвузлів, роздягалень, кухонних приміщень:*

- стіни – керамічна плитка з матовою поверхньою;
- підлога – плитка для підлоги з анти слизькою по верхньою;
- стеля в санвузлах та роздягальнях підвісна, з вологостійкого матеріалу, в кухонних приміщеннях – фарбування вододисперсною фарбою.

*Опис фізкультурно-спортивних приміщень:*

- стіни – поліпшена штукатурка з вододисперсним пофарбуванням в теплій колірній гамі;
- підлога – спортивний паркет.

*Опис клубно-видовищних приміщень, бібліотеки:*

- стеля в актовому залі підвісна, типу «Армстронг»;
- стіни – пофарбування водо дисперсними фарбами в спокійному характері, переважно в теплій гамі. Для бібліотеки застосовується на стінах виділення кольором окремих функціональних зон;
- підлога – дошка з високоякісної деревини кольору темнішого за колір стін;
- стеля підвісна по типу «грильято», пофарбована у світлі відтінки;
- стіни – поліпшена штукатурка з пофарбуванням водостійкими фарбами, в спокійному, теплому характері, в жовтогарячій колірній гамі із зонуванням ділянок для різних форм обслуговуванням;
- підлога – великорозмірна керамічна плитка, антислизька, в загальній колірній гамі, дещо темніша за колір стін.

Оздоблення адміністративно-службових приміщень виконується в тих же матеріалах, що й навчальні приміщення. Колірне рішення має більш стриманий характер.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

В приміщеннях призначених для роботи та відпочинку зони виділяються кольором: більш теплий відтінок у зонах відпочинку.

#### 1.4. РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ

Розрахункові параметри зовнішнього повітря [12] :

- для вентиляції влітку -  $t_n=23,7$  °С;  $I_n=53,6$  кДж/кг ;
- для кондиціонування влітку -  $t_n=33,0$  °С;  $I_n=62,9$ кДж/кг ;
- для зимового періоду -  $t_n=-22$  °С;  $I_n=-20,7$  кДж/кг ;

Середня температура опалювального періоду -  $-1,1$  °С.

Тривалість опалювального періоду - 187 діб.

Кількість градусо - діб опалювального періоду - 3572 г /діб.

Розрахункова швидкість вітру :

- в теплий період року - 1,0 м/с ;
- в холодний період року - 4,2 м/с.

Температури внутрішнього повітря в приміщеннях наведені в таблиці 1.

**Таблиця 1.**

*Параметри внутрішнього повітря згідно - ДБН В.2.2-4:2018 (табл.4); ДБН В.2.2-25:2009, додатку М (табл. М.1); ДБН В.2.5-67:2013, додатку Д (табл. Д.5 )*

	Найменування приміщень	Діапазон температур повітря, °С	Відносна вологість, %
	Дитячі групи	$+22 \pm 2^\circ\text{C}$	30-50%
	Харчоблок	$+18^\circ\text{C}$	25-60%
	Басейн	$+30$ °С	60%
	Адміністративні приміщення	$+18^\circ\text{C}$	25-60%
	Навчальні приміщення	$+19\pm 1$ °С	25-60%
	Санвузли	$+18\pm 2^\circ\text{C}$	25-60%
	Бомбосховище (СПП з властивостями ПРУ, П-4)	$+22 \pm 2^\circ\text{C}$	25-60%
	Технічні приміщення	Відповідно до призначення	

РОЗДІЛ 2.  
ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З  
ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА  
ІНЖЕНЕРНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.1. СИСТЕМА ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ДНЗ

Теплопостачання закладів дошкільної освіти в Україні регулюється законодавством, яке забезпечує сприятливий мікроклімат для дітей. Опалення та вентиляція є обов'язковими, а пічне опалення дозволено лише у виняткових випадках.

Теплопостачання будівлі ДНЗ являє собою систему з комбінованим використанням традиційних (електрика) та альтернативних джерел енергії (геотермальна та сонячна) [22-31].

Теплове навантаження будівлі наведено у таблиці 2.

**Таблиця 2.**

### *Теплове навантаження будівлі*

Найменування будинку (споруди, приміщення)	Об'єм, м <sup>3</sup>	Період року при tзовн, °C	Витрати тепла, кВт (ккал/год)				Витрати холоду, кВт (ккал/год)	Встановлена потужність обладнання, кВт
			на опалення	на вентиляцію	на гаряче водопостачання	всього		
Дошкільний навчальний заклад	13940	-22	107,3	63,3	52	222,6	-	150
		+33	-	-	52	52	126	95

### 2.1.1. ТЕРМОАКУМУЛЯЦІЙНА ЕЛЕКТРИЧНА СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ (ТАСО)

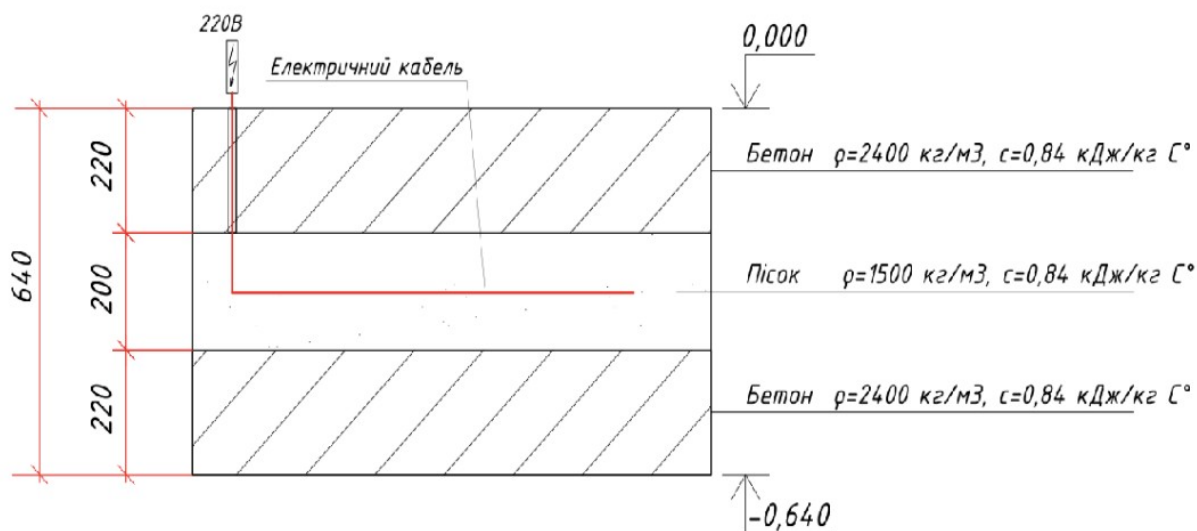
Проектом передбачається використання плити переkritтя над укриттям (бомбосховищем) у якості термоаккумуляційної електричної системи опалення. Плита переkritтя над підвалом має площу 863 м<sup>2</sup> і товщину 0,64 м. Плита переkritтя складається з двох залізобетонних плит товщиною 220 мм та прошарку у 200 мм, який засипається піском.

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

У шар піску закладається електричний кабель, який живиться від електричної мережі ДНЗ. Конструкція плити перекриття між підвалом та першим поверхом зображена на рис. 1.

КОНСТРУКЦІЯ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ МІЖ ПІДВАЛОМ (БОМБОСХОВИЩЕМ) ТА ПЕРШИМ ПОВЕРХОМ

S=862м<sup>2</sup>



**Рис 1. Конструкція плити перекриття між підвалом та першим поверхом**

В нічний час система споживає електроенергію (за нічним тарифом) та акумулює тепло в конструкції плити, а в денний час передає його за допомогою природної конвекції у приміщення 1-го поверху, через підлогу.

Опалювальних приладів у приміщеннях, що знаходяться над підвалом, не передбачається. Потужність термоаккумуляційної електричної системи складає 25,5 кВт.

### 2.1.2 РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ТЕРМОАКУМУЛЯЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

Об'єм конструкції складається з об'єму з/б плити та об'єму піску у прошарку:

- об'єм з/б плити:  $V=S \cdot h = 863 \cdot 0.44 = 379,7 \text{ м}^3$  ;
- об'єм піску у прошарку:  $V=S \cdot h = 863 \cdot 0.2 = 172,6 \text{ м}^3$ .

						<b>Пояснювальна записка</b>
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Вага конструкції складається з ваги з/б плити та ваги піску у прошарку:

- вага з/б плити:  $m = V \cdot \rho_{\text{бетону}} = 379,7 \cdot 2400 = 911280 \text{ кг}$ , де,  $\rho_{\text{бетону}} = 2400 \text{ кг/м}^3$ ;
- вага піску у прошарку:  $m = V \cdot \rho_{\text{піску}} = 172,6 \cdot 1500 = 258900 \text{ кг}$ , де  $\rho_{\text{піску}} = 1500 \text{ кг/м}^3$ .

Кількість енергії, яку може закумулявати конструкція перекриття при нагріві її на теоретичну різницю температур в  $\Delta t = 20 \text{ C}^\circ$ , складає

$$Q_{\text{теор}} = m \cdot c \cdot \Delta t_{\text{теор}} = (911280 + 258900) \cdot 0,84 \cdot 20 = 19659024 \text{ кДж або } 227,350 \text{ кВт}$$

де,  $c_{\text{бетону}} = 0,84 \text{ кДж/кг C}^\circ$ ,  $c_{\text{піску}} = 0,84 \text{ кДж/кг C}^\circ$ .

З метою визначення оптимальності системи опалення наведено розрахунок двох варіантів роботи системи залежно від виду конвекції:

- перший – кількість тепла, яку може віддати нагріта конструкція приміщення в умовах природної конвекції;
- другий - кількість тепла, яку може віддати нагріта конструкція у приміщення в умовах вимушеної конвекції, тобто при організації руху повітря, наприклад, за допомогою вентиляторів під фальшпідлогою.

Кількість енергії (кВт), яку нагріта конструкція може віддати у приміщення, розраховується за формулою

$$Q_{\text{факт}} = q \cdot S$$

Густина теплового потоку при природній конвекції становить  $q_{\text{прир}} = 30 \text{ Вт/м}^2$ .

Густина теплового потоку при вимушеній конвекції становить  $q_{\text{прим}} = 90 \text{ Вт/м}^2$ .

Таким чином

$$Q_{\text{факт прир}} = 30 \cdot 863 = 25890 \text{ Вт} = 25,8 \text{ кВт, або } 2203200 \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{факт прим}} = 90 \cdot 863 = 77670 \text{ Вт} = 77,7 \text{ кВт, або } 6609600 \text{ кДж.}$$

Фактична різницю температур  $\Delta t$ , на яку треба нагріти плиту перекриття,

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

щоб отримати необхідний фактичний тепловий потік розраховується за формулою

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Отже, можемо скласти систему рівнянь, що містить фактичну  $\Delta t_{\text{факт}}$  на теоретичну  $\Delta t_{\text{теор}}$  різницю температур

$$Q_{\text{теор}} = m \cdot c \cdot \Delta t_{\text{теор}}, \text{ звідки } m \cdot c = Q_{\text{теор}} / \Delta t_{\text{теор}}$$

$$Q_{\text{факт}} = m \cdot c \cdot \Delta t_{\text{факт}}, \text{ звідки } m \cdot c = Q_{\text{факт}} / \Delta t_{\text{факт}}.$$

Оскільки добуток  $m \cdot c$  однаковий для обох рівнянь, то можемо прирівняти їх праві частини

$$Q_{\text{теор}} / \Delta t_{\text{теор}} = Q_{\text{факт}} / \Delta t_{\text{факт}}, \text{ звідки } \Delta t_{\text{факт}} = (Q_{\text{факт}} \cdot \Delta t_{\text{теор}}) / Q_{\text{теор}}$$

Таким чином,

для природної конвекції

$$\Delta t_{\text{факт}} = (20 \text{ C}^\circ \cdot 2203200 \text{ кДж}) / 19659024 \text{ кДж} = 2,23 \text{ C}^\circ$$

для примусової конвекції

$$\Delta t_{\text{факт}} = (20 \text{ C}^\circ \cdot 6609600 \text{ кДж}) / 19659024 \text{ кДж} = 6,8 \text{ C}^\circ.$$

Режим роботи термоаккумуляційної системи опалення передбачає нагрів плити протягом 8 годин в нічний період доби і охолодження (віддача тепла в приміщення) протягом 8 денних робочих годин.

Кількість затраченої енергії для акумуляції необхідної кількості тепла становитиме:

$$Q_{\text{нівд прир}} = 3 \cdot 25,8 = 77,4 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{нівд прим}} = 3 \cdot 77,7 = 233,1 \text{ кВт}.$$

Економічно більш вигідною є експлуатація термоаккумуляційної системи опалення з природною конвекцією. Тому частку теплового навантаження будівлі, яку перекриває дана система опалення приймаємо в обсязі 25,5 кВт.

У використанні такого способу опалення є такі переваги:

1. Економія коштів за електроспоживання за рахунок використання нічного тарифу.
2. Розвантаження електричної мережі у нічний період часу.

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### 2.1.3. СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ. СИСТЕМА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

Для забезпечення тепловою енергією системи опалення дитячих груп, адміністративних та навчальних приміщень 2-го поверху і гарячого водопостачання ДНЗ запропоновано схему теплопостачання, наведеному на листі 1 креслень.

Джерелом теплової енергії в холодний період року є каскад із двох геотермальних теплових насосів *Compress 7000 EHP 64 - 2 LW (BUDERUS,, Німеччина)*, потужністю 63,9 кВт кожен. Розрахунок необхідної кількості вертикальних скважин наведено у розділі 2.1.4. даної записки [26].

У якості резервного джерела теплоти для покриття пікових навантажень передбачається наявність електричного котла потужністю 60 кВт.

Нагріта вода від джерела тепла надходить у буферний акумуляційний бак, а звідти через розподільний колектор потрапляє у систему опалення.

У якості опалювальних приладів використано внутрішньопідлогові конвектори із 2-х трубним теплообмінником.

У блоках дитячих груп першого поверху передбачається наявність теплої підлоги. Крім того, тепла підлога передбачається в приміщенні басейну. У приміщеннях бомбосховища (підвалу) опалювальними приладами є внутрішньопідлогові конвектори із 2-х трубним теплообмінником. Вони опалюють приміщення підвалу у черговому режимі. У разі пошкодження системи теплопостачання ДНЗ приміщення бомбосховища опалюються електричними опалювальними приладами, які живляться від дизельної електростанції (ДЕС), яка розташована у підвалі будівлі.

Для приготування гарячої води встановлюється буферний бак-накопичувач, який під'єднується до одного з теплових насосів через трьохходовий змішувальний клапан. У бак вмонтовано теплообмінник для можливості підключення геліоколекторів (*Logasol SKN 4.0-s, 8 шт, BUDERUS, Німеччина*).

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таким чином в холодний період року нагрів води забезпечується геотермальним тепловим насосом, а в теплий період - завдяки сонячній енергії.

Для резервування підготовки гарячої води у буферному баці передбачено електронагрівальний прилад.

У теплий період передбачається охолодження будівлі від земляного контуру системи тепlopостачання за допомогою станції пасивного холоду (теплообмінник, циркуляційний насос та запірно-регулювальна арматура) опалювальних приладів. Потужність, яку можна передати на внутрішньопідлогові конвектори становить 80 кВт. Все обладнання системи тепlopостачання встановлюється у приміщенні індивідуального теплового пункту (ІТП), яке знаходиться у підвалі будівлі.

Загальне теплове навантаження будівлі становить  $Q=222,6$  кВт та складається з:

$Q_1=25,5$  кВт – навантаження на теплоаккумуляційну електричну систему опалення;

$Q_2=52,0$  кВт – навантаження на гаряче водopостачання та навантаження на басейн;

$Q_3=63,3$  кВт – навантаження на систему вентиляції (електричне);

$Q_4= 107,3-25,5=81,8$  кВт – навантаження на систему опалення на базі геотермального теплового насосу.

Теплове навантаження, яке має покрити тепловий насос становить:

$$Q_4+Q_2 = 81,8+52=133,8 \text{ кВт.}$$

До установки прийнято каскад із двох геотермальних теплових насосів (*Compress 7000 EHP 64-2 LW (BUDERUS, Німеччина)*) з номінальною потужністю 63,9 кВт кожен.

Максимальна кількість геотермального тепла, яку може передати 1 м пог. вертикального зонду становить  $q = 35$  Вт/м.пог.

Довжина зонду, необхідного для отримання 133,8 кВт тепла становитиметь:

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$L = (Q_4 + Q_2) / q = 133800 / 35 = 3823 \text{ м.}$$

При одиничній довжині зонда  $l=100$  м кількість зондів  $n$  буде складати:

$$n = L/l = 3823/100 = 38 \text{ шт.}$$

При одиничній довжині зонда  $l=80$ м (рекомендація від виробника обладнання) кількість зондів  $n$  буде складати:

$$n = L/l = 3823/80 = 48 \text{ шт.}$$

Розподіл теплового та електричного навантаження будівлі ДНЗ наведений у таблиці 3.

**Таблиця 3**

**Розподіл теплового та електричного навантаження будівлі ДНЗ**

Обладнання (тип енергії)	Потужність тепла, кВт		Потужність електрична, кВт		Періодичність роботи
	Тепло	Холод	Зима	Літо	
Теплові насоси (геотермальна енергія)	133,8	80*	43,6	-	чергова
Термоакумуляційна система (електрика)	25,5	-	77,4	-	чергова
Циркуляційні насоси (електрика)	-	-	0,6	0,6	чергова
Тен у баку ГВП (електрика)	9,0	-	9,0	9,0	аварійна
Котел (електрика)	60,0	-	60,0	-	аварійна
Припливно-витяжні установки вентилятори (електрика) Калорифери (електрика)	-	-	10,3	10,3	чергова
	82	-	82	-	аварійна
Компресорно-конденсаторні блоки до СВ (електрика)	74,8	53,8	23,5	29,8	чергова
Витяжні вентилятори (електрика)	-	-	2,7	2,7	чергова
Комплектна геліостанція Циркуляційні насоси (електрика)	52,0	-	-	0,5	чергова

\* - холодильна потужність, яку можна отримати використовуючи станцію пасивного холоду.

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## 2.2. СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ ДНЗ

Загальні вимоги до систем вентиляції дошкільних навчальних закладів (ДНЗ) в Україні базуються на принципах забезпечення здорового та комфортного мікроклімату для дітей та персоналу. Ці вимоги регулюються, в першу чергу, ДБН В.2.2-4:2018 "Заклади дошкільної освіти" та ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування", а також Санітарним регламентом для дошкільних навчальних закладів.

Оптимальна температура повітря для різних приміщень є нормованою. Для ігрових та роздягалень ясельної групи – 22°C, для спалень – 19-21°C, для залів музичних та фізкультурних занять – 19°C, для басейну – 30°C. Відносна вологість повітря в приміщеннях, де перебувають діти, повинна підтримуватися на рівні 40-60%. Низька вологість сприяє поширенню респіраторних хвороб. Виняток становлять пральні та харчоблоки, де вологість може сягати 70%.

Основною функцією системи вентиляції є забезпечення якісного повітрообміну. У більшості приміщень ДНЗ, де повітрообмін становить 1,5 і більше разів на годину, передбачається проектування саме такої системи з механічним спонуканням. Це особливо актуально з огляду на поширене використання герметичних пластикових вікон, які мінімізують ефект природної вентиляції.

Норми кратності повітрообміну встановлюються в залежності від призначення приміщень. Розрахунок повітрообміну враховує не лише об'єм приміщення, а й кількість дітей, що в ньому перебувають, та його функціональне призначення (ігрова, спальня, санвузол, кухня тощо). Для різних приміщень встановлені конкретні норми кратності повітрообміну. Наприклад, для ігрових, роздягалень, спалень, залів цей показник становить 1,5. Для пралень – 5, для кухонь (гарячих цехів) та басейнів – за розрахунком.

Мінімальна витрата зовнішнього повітря в бомбосховищі (укритті) обирається відповідно до вимог ДБН В.2.2-5:2023.

Розрахункові повітрообміни в приміщеннях ДНЗ наведені у таблиці 4.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

## Розрахункові повітрообміни в приміщеннях ДНЗ

Назва приміщення	Площа,	Об'єм,	Кількість людей	Норма на людину	та/або нормативна кратність	Об'єм повітря, м <sup>3</sup> /год		Система
						Приплив	Викид	
<b>(Режим чистої вентиляції)</b>								
Підвальне приміщення								
Бомбосховище	70	196	35	10		350		П2
Бомбосховище	70	196	35	10		350		П2
Венткамера припливна	33,6	94		2	2	160	160	П2,В16
Санвузол	10,4	29					150	В15
Санвузол	10,4	29					150	В15
санвузол	16	45					150	В15
ДЕС	21	59		2	2	120	120	П2,В16
Санвузол	65	182			1		600	В15
Санвузол	61	171			6		600	В15
Бомбосховище	90	252	45	10		450		П2
Бомбосховище	90	252	45	10		450		П2
Венткамера витяжна	18	50		2	2	100	100	П2,В16
Приміщення для продуктів	9	25		2	2	50	50	П2,В16
Пункт Керування	17	48		1	1	50	50	П2,В16
Технічне приміщ під басейн	62	174		2	2	270	270	П2,В16
Бомбосховище	70	196	35	10		350		П2
Медичний пункт	18,35	51		1	1	50	50	П2,В16
Туалет	12	34			3		150	В15
Туалет	12	34			3		150	В15
Туалет	33	92			3		150	В15
Приміщення із скважиною	21	59		1	1	60	60	П2,В16
Бомбосховище	70	196	35	10		350		П2
Бомбосховище	70	196	35	10		350		П2
ДУШ	5,6	16					200	В15
ДУШ	5,6	16					200	В15
ІТП	25	70		2	2	140	140	П2,В16
Бомбосховище	70	196	35	10		350		П2
Всього по поверху						4000	3500	
<b>(Режим фільтровентиляції)</b>								
Підвальне приміщення								
Бомбосховище	70	196	35	3		120		П3
Бомбосховище	70	196	35	3		120		П3
Венткамера припливна	33,6	94,08	1	10	10	10	10	П3,В17
Санвузол	10,4	29,12					75	В17
Санвузол	10,4	29,12					75	В17
санвузол	16	44,8					75	В17
Санвузол	65	182			1		170	В17
Санвузол	61	170,8			6		170	В17
Бомбосховище	90	252	45	3		150		П3
Бомбосховище	90	252	45	3		150		П3
Венткамера витяжна	18	50,4	1	10	10	10	10	П3,В17
Приміщення для продуктів	9	25,2			1		30	П3,В17
Бомбосховище	70	196	35	3		120		П3
Медичний пункт	18,35	51,38		1		50		П3
Туалет	12	33,6			3		75	В17
Туалет	12	33,6			3		75	В17
Туалет	33	92,4			3		75	В17
Бомбосховище	70	196	35	3		120		П3
Бомбосховище	70	196	35	3		120		П3
ДУШ	5,6	15,68					75	В17
ДУШ	5,6	15,68					75	В17
Бомбосховище	70	196	35	3		120		П3
Всього по поверху						1100	990	

Пояснювальна записка

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Назва приміщення	Площа, м2	Об'єм, м3	Норм. кратність		Об'єм, м3/год		Номер системи
			Приплив	Викид	Приплив	Викид	
<b>1 поверх</b>							
Роздягальня	14,05	42,15	2	3	80	130	ПВ5
Роздягальня	26,06	78,18	1,5	1,5	120	120	ПВ1
Буфет	5,61	16,83		1,5	0	30	ПВ1
Душова	4,73	14,19		1,5	0	20	В1
Санвузол для дітей	15,22	45,66		1,5	0	70	В1
Санвузол для дітей	15,22	45,66		1,5	0	70	В1
Санвузол для вихователя	4,68	14,04		3	0	50	В1
ростір для розвитку дітей	59,54	178,6	1,5	1,5	270	270	ПВ1
Спальня кімната	47,32	142	1,5	1,5	220	220	ПВ1
Зимовий сад	19,89	59,67	1	1	60	60	ПВ1
Завантажувальна	12,5	37,5		3	120	0	ПВ5
Роздягальня	26,06	78,18	1,5	1,5	120	120	ПВ2
Буфет	5,61	16,83		1,5	0	30	ПВ2
Душова	4,73	14,19		1,5	0	20	В2
Санвузол для дітей	15,26	45,78		1,5	0	70	В2
Санвузол для дітей	15,12	45,36		1,5	0	70	В2
Санвузол вихователя	4,68	14,04		3	0	50	В2
ростір для розвитку дітей	59,54	178,6	1,5	1,5	270	270	ПВ2
Спальня кімната	23,29	69,87	1,5	1,5	110	110	ПВ2
Спальня кімната	23,29	69,87	1,5	1,5	110	110	ПВ2
Зимовий сад	19,89	59,67	1	1	60	60	ПВ2
Мийна кухонного посуду	8	24	4	6	100	150	ПВ5
Роздягальня	26,92	80,76	1,5	1,5	120	120	ПВ3
Буфет	9,83	29,49		1,5	0	50	В3
Душова	4,31	12,93		1,5	0	20	В4
Санвузол для дітей	14,53	43,59		1,5	0	70	В4
Санвузол для дітей	14,4	43,2		1,5	0	70	В4
Санвузол вихователя	2,78	8,34		3	0	30	В4
Спальня кімната	20,76	62,28	1,5	1,5	100	100	ПВ3
Спальня кімната	20,76	62,28	1,5	1,5	100	100	ПВ3
ростір для розвитку дітей	59,13	177,4	1,5	1,5	270	270	ПВ3
Комора	13,48	40,44		1	0	40	В3
Заготівельний цех	14,19	42,57	3	4	130	170	ПВ5
Роздягальня	26,92	80,76	1,5	1,5	120	120	ПВ4
Буфет	9,83	29,49		1,5	0	50	В5
Душова	4,31	12,93		1,5	0	20	В6
Санвузол для дітей	14,4	43,2		1,5	0	70	В6
Санвузол для дітей	14,53	43,59	0	1,5	0	70	В6
Санвузол для вихователя	2,78	8,34	0	3	0	30	В6
Спальня кімната	42,25	126,8	1,5	1,5	190	190	ПВ6
ростір для розвитку дітей	59,13	177,4	1,5	1,5	270	270	ПВ6
Комора	13,48	40,44	0	0	1	40	В5
Кухня	23,43	70,29	за розрахунком		1400	1400	П1, В7
Кухня	23,43	70,29	2	2	140	140	ПВ5
Роздавальна	16,15	48,45		2	100	0	ПВ5
Охолоджувача камера	7,92	23,76	3	4	70	100	ПВ5
Комора сухих продуктів	8,1	24,3		2	0	50	ПВ5
Комора овочів	10,58	31,74		2	0	60	ПВ5
Зберігання колясок	7,54	22,62		1	0	20	ПВ5
Санвузол	9	27		3	0	80	В8
Санвузол персоналу	13,31	39,93		3	0	120	В8
Санвузол	6,4	19,2		3	0	60	В10
Санвузол	4,49	13,47		3	0	40	В11
фізіотерапевтичний кабінет	25,33	75,99	1,5	1,5	120	120	ПВ7
Процедурний кабінет	8,17	24,51		1	0	40	ПВ7
Медична кімната	14,15	42,45	1		40	0	ПВ7
Коридор	202,7	608,1	1		750	0	ПВ7
Господарська комора	14,26	42,78		1	0	40	ПВ7
Кімната охорони	8,07	24,21	1	1	30	30	ПВ7
Господарська комора	6,02	18,06		1	0	20	ПВ7
Гардероб	14,48	43,44	2	2	90	90	ПВ7
Стоматологічний кабінет	14,15	42,45	1,5	1,5	70	70	ПВ7
Санвузол	5,94	17,82		3	0	50	В12
Приміщення басейну	102,58	307,7	за розрахунком		1600	1600	ПВ6
Кімната тренера	11,47	34,41	1,5	1,5	60	60	ПВ6
Кімната медсестри	11,47	34,41	1,5	1,5	60	60	ПВ6
Роздягальня	13,78	41,34	2		80	0	ПВ6
Санвузол	1,71	5,13		1,5	0	10	В9
Душова	5,67	17,01		1,5	0	30	В9
Санвузол	1,71	5,13		1,5	0	10	В9
душова	5,67	17,01		1,5	0	30	В9
Роздягальня	12,35	37,05	2		80	0	ПВ6
Комора інвентаря	6,29	18,87		1	0	20	ПВ7
кімната технічного персоналу	17,88	53,64	1	1	50	50	ПВ7
кімната кастелянші	9,38	28,14	1	1	30	30	ПВ7
Господарська комора	9,04	27,12		1	0	30	ПВ7

Пояснювальна записка

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Назва приміщення	Площа, м2	Об'єм, м3	Норм. кратність		Об'єм, м3/год		Номер системи
			Приплив	Викид	Приплив	Викид	
<b>2 поверх</b>							
Коридор	235,81	707,4	1		810	0	ПВ7
Роздягальна	26,06	78,18	1,5	1,5	120	120	ПВ1
Буфет	5,61	16,83		1,5	0	30	ПВ1
Душова	4,73	14,19		1,5	0	20	В1
Санвузол для дітей	15,22	45,66		1,5	0	70	В1
Санвузол для дітей	15,22	45,66		1,5	0	70	В1
Санвузол для вихователя	4,68	14,04		3	0	50	В1
ростір для розвитку дітей	59,54	178,6	1,5	1,5	270	270	ПВ1
Спальня кімната	47,32	142	1,5	1,5	220	220	ПВ1
Зимовий сад	19,89	59,67	1	1	60	60	ПВ1
Роздягальна	26,06	78,18	1,5	1,5	120	120	ПВ2
Буфет	5,61	16,83		1,5	0	30	ПВ2
Душова	4,73	14,19		1,5	0	20	В2
Санвузол для дітей	15,26	45,78		1,5	0	70	В2
Санвузол для дітей	15,12	45,36		1,5	0	70	В2
Санвузол вихователя	4,68	14,04		3	0	50	В2
ростір для розвитку дітей	59,54	178,6	1,5	1,5	270	270	ПВ2
Спальня кімната	23,29	69,87	1,5	1,5	110	110	ПВ2
Спальня кімната	23,29	69,87	1,5	1,5	110	110	ПВ2
Зимовий сад	19,89	59,67	1	1	60	60	ПВ2
Роздягальна	26,92	80,76	1,5	1,5	120	120	ПВ3
Буфет	9,83	29,49		1,5	0	40	В3
Душова	4,31	12,93		1,5	0	20	В4
Санвузол для дітей	14,53	43,59		1,5	0	70	В4
Санвузол для дітей	14,4	43,2		1,5	0	70	В4
Санвузол вихователя	2,78	8,34		3	0	30	В4
Спальня кімната	20,76	62,28	1,5	1,5	110	110	ПВ3
Спальня кімната	20,76	62,28	1,5	1,5	110	110	ПВ3
ростір для розвитку дітей	59,13	177,4	1,5	1,5	270	270	ПВ3
Комора	13,48	40,44		1	0	40	В3
Роздягальна	26,92	80,76	1,5	1,5	120	120	ПВ4
Буфет	9,83	29,49		1,5	0	50	В5
Душова	4,31	12,93		1,5	0	20	В6
Санвузол для дітей	14,53	43,59		1,5	0	70	В6
Санвузол для дітей	14,4	43,2		1,5	0	70	В6
Санвузол для вихователя	2,78	8,34		3	0	30	В6
Спальня кімната	42,25	126,8	1,5	1,5	190	190	ПВ6
ростір для розвитку дітей	59,13	177,4	1,5	1,5	270	270	ПВ6
Комора	13,48	40,44		1	0	40	В5
Прасувальна	13,57	40,71	5	5	200	200	ПВ7
Пральна	14,13	42,39	5	5	210	210	ПВ7
Склад брудної білизни	7,02	21,06		1	0	20	ПВ7
Склад чистої білизни	6,4	19,2		1	0	20	ПВ7
Кабінет завідуючого	16,14	48,42	1	1	50	50	ПВ7
Методичний кабінет	18,29	54,87	1	1	50	50	ПВ7
кімната технічного персоналу	13,99	41,97	1	1	50	50	ПВ7
Кабінет завгоспу	12,03	36,09	1	1	40	40	ПВ7
Бухгалтерія	12,03	36,09	1	1	40	40	ПВ7
Комора	6,88	20,64		1	0	20	ПВ7
Комора	8,87	26,61		1	0	20	ПВ7
Фізкультурний зал	124,27	372,8	1,5	1,5	600	600	ПВ7
Музична зала	86,91	260,7	1,5	1,5	400	400	ПВ7
Приміщення персоналу	16,58	49,74		1	0	50	ПВ7
Санвузол	14,26	42,78		3	0	130	В13
Санвузол	4,3	12,9		3	0	40	В14
Санвузол	9,29	27,87		3	0	80	В14
Санвузол	9,29	27,87		3	0	80	В14
Санвузол	4,3	12,9		3	0	40	В14
Санвузол	3,77	11,31		3	0	40	В14
Кабінет образотворчого м-	16,07	48,21	1,5	1,5	80	80	ПВ7
кімната занять з технічної	35,25	105,8	1,5	1,5	160	160	ПВ7
Всього по будівлі					<b>17170</b>	<b>17170</b>	

Пояснювальна записка

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

### 2.2.1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ДНЗ

Система вентиляції у приміщеннях постійного перебування дітей (групи) проектується загальнообмінна, припливно-витяжна з рекуперацією тепла витяжного повітря (системи ПВ1, ПВ2, ПВ3, ПВ4). Розрахункові повітрообміни наведено в таблиці 4.

Повітря подається і видаляється із верхньої зони. Видалення повітря із санвузлів передбачається за допомогою витяжних каналних вентиляторів (системи В1 – В6). В зоні кухні запроектовано загальнообмінну припливно-витяжну систему вентиляції з рекуперацією тепла (ПВ5) для «холодних» приміщень та прямоточну систему припливного повітря (П1), яка працює одночасно із системою місцевих відсмоктувачів (В7, В7.1) для «гарячої» зони.

Припливне повітря подається в робочу зону кухні і у верхню зону інших приміщень. Швидкість руху та напрямок струменя повітря регулюється решітками, що виключає пряме попадання холодного струменя повітря в робочу зону. Швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,2 м/с. Системи місцевих відсмоктувачів комплектуються жироловлівачами.

Система вентиляції басейну запроектована припливно-витяжна із опцією осушення внутрішнього повітря до нормативних показників. Передбачено декілька режимів роботи установки.

1. Основний режим (зима): здійснюється вологовидалення та подача в басейн (підмішування) свіжого повітря.

2. Швидкий нагрів: , призначений для умов, коли в приміщенні басейну нема людей і нема виділення вологи, здійснюється 100% рециркуляція повітря.

3. Активне осушення: здійснюється, коли в басейні нема людей, але відбувається активне вологовиділення. Установка працює в черговому режимі і видалення вологого повітря здійснюється за рахунок роботи теплового насосу.

4. Режим Літо: вентиляція приміщення басейну здійснюється свіжим теплим повітрям . Підтримання потрібного рівня вологості досягається за рахунок видалення вологого повітря і подачі теплового сухого.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

5. Режим «Літо ++»: припливне повітря проходить через рекуператор, а тепловий насос вмикається на реверс і охолоджує повітря до комфортної температури. Повітря подається і видаляється із верхньої зони приміщення басейну. Повітропроводи передбачаються з нержавіючої сталі.

Система вентиляції адміністративних і навчальних приміщень (ПВ7) запроектована загальнообмінною, припливно-витяжною із рекуперацією тепла витяжного повітря і обслуговує приміщення 1-го і 2-го поверху.

Видалення повітря із санвузлів передбачається за допомогою каналних вентиляторів (В10-В14). Системи ПВ1-ПВ7 та П1 прийняті у зовнішньому виконанні та встановлюються на покрівлі.

Викид витяжного повітря від витяжних систем відбувається, через вентиляційні шахти що виводяться на висоту не нижче 2-х метрів від рівня покрівлі і закінчуються металевим зонтом У підшивній стелі в місцях для технічного обслуговування витяжних вентиляторів передбачені ревізійні люки. Приплив та видалення повітря в приміщеннях передбачене через вентиляційні решітки у верхній зоні. Проектом передбачені повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі по ГОСТ 19904-91 товщиною згідно додатку «Ц» ДБН В.2.5-67:2013 прямокутного та круглого перетину.

Для неможливості появи конденсату та зменшення тепловтрат крізь стінки повітропроводів, а також зменшення шуму передбачено використання високоефективної самоклеючої ізоляції товщиною не менше ніж 10 мм. Припливні повітропроводи до рекуператора, та витяжні повітропроводи після рекуператора ізолюються високоефективною самоклеючою ізоляцією товщиною 20 мм або мінерально-ватною ізоляцією 30 мм. В місцях перетину повітропроводами перекриттів передбачити встановлення вогнезатримуючих клапанів. Для догляду, технічного обслуговування та чистки систем повітропроводів до них повинен бути забезпечений вільний доступ.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

### 2.2.2. ВЕНТИЛЯЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ БОМБОСХОВИЩА

Проектом передбачається використання підвалу в якості ПРУ на 300 осіб під час військового часу. Система вентиляції бомбосховища запроектована механічною, прямоточною і працює у двох режимах – режимі I, чистої вентиляції та режимі II, фільтровентиляції. Розрахункові повітрообміни наведено в таблиці 4.

Припливне повітря подається у приміщення, де знаходяться діти, а витяжка здійснюється через санвузли та техприміщення у режимі чистої вентиляції. У режимі фільтровентиляції витяжка – лише через санвузли. Забезпечення експлуатаційного надлишкового підпору повітря у ПРУ досягається позитивним дисбалансом (видалення повітря зі сховища не більше 0,9 від кількості повітря припливу).

Системи вентиляції складаються з електроручних вентиляторів, електричного калорифера, масляних фільтрів з коефіцієнтом очищення не менше 0,8 та мережі повітроводів з дворядними решітками в якості повітророзподільників.

Розміщення повітрозаборів вентиляції СПП з властивостями ПРУ передбачено з окремих будівельних конструкцій поза межами можливих завалів будівель і споруд, виконано на 2 м. вище за рівень землі в зоні розміщення забору повітря та на відстані не ближче 10 м від викидів витяжних систем вентиляції сховища і оснащуються противибуховими пристроями.

### 2.2.3 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

До установки прийнято припливно-витяжне та припливне опалення фірми «AeroStar», Україна та витяжне обладнання фірми «AeroStar», Україна [27].

Припливно-витяжні установки систем вентиляції комплектуються з:

- шумопоглинаючий корпус;
- припливний вентилятор;
- витяжний вентилятор;
- фільтр класу G3

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- повітрянагрівач основний, реверсивний (теплоносії – фреон);
- повітрянагрівач резервний (теплоносії – електрика);
- повітроохолоджувач (холодоносії – фреон));
- рекуператор; - глушник шуму;
- комплект автоматики.

Припливна прямоточна установка комплектується:

- шумопоглинаючий корпус;
- припливний вентилятор;
- фільтр класу G3;
- повітрянагрівач основний, реверсивний (теплоносії – фреон);
- повітрянагрівач резервний (теплоносії – електрика);
- повітроохолоджувач (холодоносії – фреон);
- глушник шуму;
- комплект автоматики.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК КЛАСУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ДНЗ

## 3.1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ 3.1.1. ОПИС ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Огороджувальні конструкції ДНЗ мають такий склад:

- віконні блоки : ПВХ профіль з монтажною шириною 85 мм, двокамерним склопакетом 4MDS\_plus-16Ar-4-16Ar-4i;

- зовнішні стіни: внутрішня штукатурка товщиною 20 мм, керамічна пустотіла цегла на цементно-піщаному розчині товщиною 250 мм та залізобетону товщиною 250 мм, мінераловатні плити, густиною 135 кг/м<sup>3</sup> , тинькування товщиною 10 мм;

- суміщене покриття: залізобетонна панель перекриття товщиною 200 мм, бітумна мастика товщиною 2 мм, кам'яна вата густиною 100 кг/м<sup>3</sup>, кам'яна вата густиною 220/115 кг/м<sup>3</sup> товщиною 50 мм, ПЕ плівка товщиною 1 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, гідроізоляційний килим товщиною 8,2 мм;

- перекриття над проїздом: паркет товщиною 20 мм, плита OSB товщиною 20 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 60 мм, залізобетонна панель перекриття товщиною 200 мм, мінераловатні плити, густиною 135 кг/м<sup>3</sup> , тинькування товщиною 10 мм;

- підлога на ґрунті : паркет товщиною 20 мм, плита OSB товщиною 20 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, гідроізоляція товщиною 4 мм, екструдований пінополістирол, густиною 30 кг/м<sup>3</sup> товщиною 150 мм, залізобетонний ростверк товщиною 400 мм, гідроізоляція товщиною 4 мм, бетонна підготовка товщиною 100 мм;

- підлога на ґрунті на відмітці -3.57: керамічна плитка товщиною 10 мм, шар клею товщиною 10 мм, стяжка із цементно-піщаного розчину товщиною 50 мм, гідроізоляція товщиною 4 мм, екструдований пінополістирол, густиною 30 кг/м<sup>3</sup> товщиною 150 мм, залізобетонний ростверк товщиною 400 мм, гідроізоляція товщиною 4 мм, бетонна підготовка товщиною 100 мм;

- стіни, що контактують із ґрунтом: внутрішня штукатурка товщиною 20 мм, залізобетон товщиною 250 мм, гідроізоляція товщиною 5 мм, екструдований

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

пінополістирол, густиною 30 кг/м<sup>3</sup> товщиною 200 мм, дренажна мембрана, геотекстиль, зворотна засипка ґрунтом.

### 3.1.2. КЛІМАТИЧНІ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ

Розрахункова температура внутрішнього повітря у приміщеннях приймається згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27  $\theta_{int} = 22$  °С, відносна вологість повітря  $\phi_{int} = 50\%$ . Кліматичні параметри наведені у таблиці 5.

*Таблиця 5.*

#### *Кліматичні параметри для розрахункових умов*

Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С											
Середньомісячна відносна вологість зовнішнього повітря, %											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-4,7	-3,6	1	9	15,2	18,3	19,8	19	13,9	8,1	1,9	-2,5
83	79	74	66	62	68	69	68	74	77	84	85

Нормоване мінімальне допустиме значення приведеного опору теплопередачі  $R_{q \min}$ , м<sup>2</sup> · К/Вт, становить:

- для зовнішніх стін – 4,0 м<sup>2</sup> · К/Вт;
- для перекриття над проїздом – 5,0 м<sup>2</sup> · К/Вт;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – 0,9 м<sup>2</sup> · К/Вт;
- для зовнішніх дверей – 0,7 м<sup>2</sup> · К/Вт;
- для суміщеного покриття – 7,0 м<sup>2</sup> · К/Вт.

Нормована допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\Delta\theta_{int-si, \max}$ , °С:

- для зовнішніх стін – 4,0 °С;
- для покриття та перекриття горищ – 3,0 °С;
- для перекриття над проїздами та підвалами – 2,0 °С

Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для будівель закладів дошкільної освіти становить 32 кВт·год/м<sup>3</sup>.

### 3.2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОГОРОЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ [32-37].

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### Зовнішні стіни

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для I температурної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 4,0 (м·°С/Вт). Склад стінового огородження ТИП 1,2 наведено у таблицях 6,7 відповідно.

Таблиця 6.

#### Склад стінового огородження (тип 1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Внутрішня штукатурка	20	0,81	66
2	Керамічна порожниста цегла (густина 1000 кг/м <sup>3</sup> ) на цементно-піщаному розчині	250	0,52	60
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	200	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Тинькування	10	0,87	67

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

$$\delta_{ут1} = 0,04 \times [4 - (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/0,52 + 0,01/0,87 + 1/23)] = 0,133 \text{ м} = 133 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м<sup>3</sup>) товщиною 200 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

$$R_{\Sigma 1} = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/0,52 + 0,2/0,04 + 0,01/0,87 + 1/23 = 5,675 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт.}$$

Таблиця 7.

#### Склад стінового огородження (тип 2)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Внутрішня штукатурка	20	0,81	66
2	Залізобетон	250	2,04	64
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	200	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Тинькування	10	0,87	67

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідної зовнішньої стіни:

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$\delta_{yт2} = 0,04 \times [4 - (1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/2,04 + 0,01/0,87 + 1/23)] = 0,147 \text{ м} = 147 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м<sup>3</sup>) товщиною 200 мм для покриття впливу теплопровідних включень.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для зовнішньої стіни:

$$R_{\Sigma 2} = 1/8,7 + 0,02/0,81 + 0,25/2,04 + 0,2/0,04 + 0,01/0,87 + 1/23 = 5,317 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Розраховуємо приведенй опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \frac{A_i}{R_i} + \sum_m I_m \cdot \Psi_m + \sum_j N_j \cdot \chi_j}$$

де  $A_{\Sigma} = 1712,8 \text{ м}^2$  – загальна площа зовнішніх стін;

$A_1 = 1277,1 \text{ м}^2$  – площа зовнішніх стін типу-1;

$R_1 = 5,675 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-1;

$A_2 = 219,6 \text{ м}^2$  – площа зовнішніх стін типу-2;

$R_2 = 5,317 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  – опір теплопередачі термічнооднорідної стіни типу-2;

$\Psi_m$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно додатку Г ДСТУ 9191:2022:

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні перемички – 0,08 Вт/(м·К);
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні підвіконня – 0,068 Вт/(м·К);
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення – 0,073 Вт/(м·К);

$I_m$  – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, К:

- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні перемички – 286,7 м;
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні підвіконня – 286,7 м;
- для вузла примикання віконної конструкції до зовнішніх стін в зоні рядового сполучення – 564,0 м;

$$\Psi_m \cdot I_m = 0,08 \cdot 286,7 + 0,068 \cdot 286,7 + 0,073 \cdot 564 = 83,61 \text{ Вт/К};$$

$\chi_j$  – точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно додатку Д ДСТУ 9191:2022:

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 0,0015 Вт/К;

$N_j$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 24696 шт.;

$$\chi_j \cdot N_j = 0,0015 \cdot 24696 = 37,04 \text{ Вт/К}$$

Тоді приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 1712,8 / (1277,1 / 5,675 + 219,6 / 5,317 + 83,61 + 37,04) = 4,43 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевірка умови (4):  $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$ ,  $4,43 \geq 4,0$ . Отже, умова виконується.

Перевірка умови (5):

Температура внутрішньої поверхні стіни/укосів:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma i} \cdot h_{si}}$$

де  $\theta_{\text{int}}$  – температура внутрішнього повітря, в даному випадку  $22^\circ\text{C}$  згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{\text{ext}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, для І температурної зони мінус  $22^\circ\text{C}$  згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{si,H,1} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,675) = 21,11 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,2} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 5,317) = 21,05 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,\text{ПМ}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 0,19 / 0,08) = 19,87 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,\text{ПВ}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 0,19 / 0,068) = 20,19 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\theta_{si,H,\text{РС}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,7 \cdot 0,19 / 0,073) = 20,06 \text{ }^\circ\text{C};$$

Приведена температура внутрішньої поверхні стіни:

$$\theta_{si,\text{пр},H} = \frac{\sum_i \theta_{si,H,i} \cdot A_{si,H,i}}{A_{si,\Sigma,H}}$$

$$\theta_{si,\text{пр},H} = (21,11 \cdot 1277,1 + 21,05 \cdot 219,6 + 19,87 \cdot 54,5 + 20,19 \cdot 54,5 + 20,06 \cdot 107,1) / 1712,8 = 20,97 \text{ }^\circ\text{C}$$

Визначаємо коефіцієнт скління фасадів будівлі згідно формули (Л.1а) ДСТУ 9191:2022:

$$m_{gl,B} = A_{si,\Sigma C,B} / (A_{si,\Sigma C,B} + A_{si,\Sigma H,B})$$

де  $A_{si,\Sigma C,B} = 567,7 \text{ м}^2$  – загальна площа світлопрозорих огорожувальних конструкцій;

$A_{si,\Sigma H,B} = 1496,7 / 40,7 \text{ м}^2$  – загальна площа зовнішніх стін (без укосів)/дверей;

$$m_{gl,B} = 567,7 / (567,7 + 1496,7 + 40,7) = 0,27.$$

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Оскільки коефіцієнт скління фасадів становить 0,27 що менше 0,3, тоді температурний перепад між внутрішньою температурою огороження та температурою внутрішнього повітря становить:

$$\Delta\theta_{\text{int-si,np}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{\text{si,np,H}}$$

$$\Delta\theta_{\text{int-si,np}} = 22 - 20,97 = 1,03 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для зовнішніх стін становить  $\Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$  згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}, 1,03 \leq 4,0. \text{ Отже, умова виконується.}$$

### Суміщене покриття

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для I температурної зони (згідно ДБН В.2.6-31:2021) складає 7,0 (м·°C/Вт). Склад суміщеного покриття наведений у таблиці 8.

**Таблиця 8.**

#### Склад суміщеного покриття

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Залізобетонна плита покриття	200	2,04	64
2	Бітумна мастика	2	0,27	81
3	Мінеральна вата густиною 110 кг/ м <sup>3</sup>	X	0,041	аналог 1 Протокол №40К/22
4	Мінеральна вата густиною 190 кг/ м <sup>3</sup>	50	0,043	аналог 1 Протокол №39К/22
5	ПЕ плівка	1	0,23	84
6	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,93	68
7	Гідроізоляційний килим	8,2	0,17	83

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного суміщеного покриття:

$$\delta_{\text{ym1}} = 0,041 \cdot [7 - (1/10 + 0,2/2,04 + 0,002/0,27 + 0,05/0,043 + 0,001/0,23 + 0,05/0,93 + 0,0082/0,17 + 1/23)] = 0,225 \text{ м} = 225 \text{ мм.}$$

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

**Пояснювальна записка**

Приймаємо плити із кам'яної вати (густина  $100 \text{ кг/м}^3$ ) товщиною 250 мм. Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття:

$$R_1 = 1/10 + 0,2/2,04 + 0,002/0,27 + 0,25/0,041 + 0,05/0,043 + 0,001/0,23 + 0,05/0,93 + 0,0082/0,17 + 1/23 = 7,62 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі суміщеного покриття дорівнює опору теплопередачі для однорідного суміщеного покриття так як лінійних та точкових теплопровідних включень немає.

$$R_{\Sigma \text{np}} = 7,62 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Перевірка умови (4):  $R_{\Sigma \text{np}} \geq R_{q \text{ min}}$ ,  $7,62 \geq 7,0$ . Отже, умова виконується.

Перевірка умови (5):

Температура внутрішньої поверхні огороження:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma i} h_{si}}$$

де  $\theta_{\text{int}}$  – температура внутрішнього повітря, в даному випадку  $22^\circ\text{C}$  згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{\text{ext}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус  $22^\circ\text{C}$  згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{si,H,1} = 22 - (22 - (-22))/(10 \cdot 7,62) = 21,42^\circ\text{C};$$

Приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного покриття:

$$\theta_{si,np,H} = \frac{\sum_i \theta_{si,H,i} \cdot A_{si,H,i}}{A_{si,\Sigma,H}}$$

$$\theta_{si,np,H} = (21,42 \cdot 1756,2)/1756,2 = 21,42^\circ\text{C}$$

Різниця температур між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороження:

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{si,np,H} = 22 - 21,42 = 0,58^\circ\text{C}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для суміщеного покриття становить  $\Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 3,0^\circ\text{C}$  згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}, 0,58 \leq 3,0. \text{ Отже, умова виконується.}$$

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## Перекриття над проїздом

Нормоване мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі для I температурної зони складає 5,0 (м·°C/Вт).

Таблиця 5

### Склад перекриття над проїздом

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Паркет	20	0,18	51
2	Плита OSB	20	0,08	21
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	60	0,93	68
4	Залізобетонна плита перекриття	200	2,04	64
5	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	X	0,04	Протокол №2-20/20 аналог 1
6	Тинькування	10	0,87	67

Розраховуємо мінімально необхідну товщину утеплювача для термічно однорідного перекриття над проїздом:

$$\delta_{\text{ут1}} = 0,04 \times [5 - (1/5,9 + 0,02/0,18 + 0,02/0,08 + 0,06/0,93 + 0,2/2,04 + 0,01/0,87 + 1/23)] = 0,173 \text{ м} = 173 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінераловатні плити (густина 135 кг/м<sup>3</sup>) товщиною 200 мм.

Розраховуємо дійсне значення опору теплопередачі для однорідного перекриття над проїздом:

$$R_1 = 1/5,9 + 0,02/0,18 + 0,02/0,08 + 0,06/0,93 + 0,2/2,04 + 0,2/0,04 + 0,01/0,87 + 1/23 = 5,748 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт.}$$

Розраховуємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідного перекриття над проїздом за формулою (1) ДСТУ 9191:2022:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \frac{A_i}{R_i} + \sum_m I_m \cdot \psi_m + \sum_j N_j \cdot \chi_j}$$

де  $A_{\Sigma} = 10,4 \text{ м}^2$  – загальна площа перекриття над проїздом;

$A_1 = 10,4 \text{ м}^2$  – площа однорідного перекриття над проїздом;

$R_1 = 5,748 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  – опір теплопередачі термічно однорідного перекриття над проїздом;

$\psi_m$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно додатку Г ДСТУ 9191:2022:

$I_m$  – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, К:

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Лінійні включення відстуні.

$$\Psi_m \cdot I_m = 0 \text{ Вт/К.}$$

$\chi_j$  – точковий коефіцієнт теплопередачі точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно додатку Д ДСТУ 9191:2022:

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 0,0015 Вт/К;

$N_j$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт.

- вузол влаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару – 125 шт.;

$$\chi_j \cdot N_j = 0,0015 \cdot 125 = 0,19 \text{ Вт/К}$$

Тоді приведений опір теплопередачі термічно неоднорідного перекриття над проїздом дорівнює:

$$R_{\Sigma \text{np}} = 10,4 / (10,4 / 5,748 + 0 + 0,19) = 5,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Перевірка умови (4):  $R_{\Sigma \text{np}} \geq R_{q \text{ min}}$ ,  $5,2 \geq 5,0$ . Отже, умова виконується.

Перевірка умови (5):

Температура внутрішньої поверхні огороження:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma i} h_{si}}$$

де  $\theta_{\text{int}}$  – температура внутрішнього повітря, в даному випадку 22°C згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{\text{ext}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус 22 °С згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{si,H,i} = 22 - (22 - (-22)) / (5,9 \cdot 5,748) = 20,7 \text{ °С};$$

Приведена температура внутрішньої поверхні суміщеного покриття:

$$\theta_{si,np,H} = \frac{\sum_i \theta_{si,H,i} \cdot A_{si,H,i}}{A_{si,\Sigma,H}}$$

$$\theta_{si,np,H} = (20,7 \cdot 10,4) / 10,4 = 20,7 \text{ °С}$$

Різниця температур між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороження:

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} = \theta_{\text{int}} - \theta_{si,np,H} = 22 - 20,7 = 1,3 \text{ °С}$$

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції для перекриття над паркінгом  $\Delta\theta_{\text{int-si,max}} = 2,0 \text{ °С}$  згідно таблиці 3 ДБН В.2.6-31:2021.

$\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si,max}}$ ,  $1,3 \leq 2,0$ . Отже, умова виконується.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### *Світлопрозорі огорожувальні конструкції*

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для I температурної зони (згідно таблиці 1 ДБН В.2.6-31:2021) складає 0,9 (м<sup>2</sup>·К/Вт).

До установки приймаються віконні блоки із ПВХ профілю товщиною 85 мм ( $R_{\text{проф}} = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ) з двокамерними склопакетами 4MDS\_plus-16Ar-4-16Ar-4i ( $R_{\text{сп}} = 1,22 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ).

Розраховуємо приведений опір теплопередачі віконних та вітражних блоків із двокамерними склопакетами за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\text{сп}} + F_{\text{проф}}}{\frac{F_{\text{сп}}}{R_{\text{сп}}} + \frac{F_{\text{проф}}}{R_{\text{проф}}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j}$$

де  $F_{\Sigma} = 567,7 \text{ м}^2$  – загальна площа світлопрозорих огорожувальних конструкцій;

$F_{\text{сп}} = 414,4 \text{ м}^2$  – загальна площа склопакетів;

$F_{\text{проф}} = 153,3 \text{ м}^2$  – загальна площа профільних елементів (рам віконних блоків, імпостів, тощо);

$R_{\text{сп}} = 1,22 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  – приведений опір теплопередачі термічно однорідного склопакету;

$R_{\text{проф}} = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  – приведений опір теплопередачі елементів із профілю;

$k_j$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно таблиці К.1 ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами при заглибленні дистанційної рамки відносно штапика 5 мм становить – 0,03 Вт/(м·К).

$L_j$  – лінійний розмір (проекція) лінійного теплопровідного включення, м:

- лінійні теплопровідні включення в зоні примикання склопакету до рами – 1610,5 м;

$$L_j \cdot k_j = 0,03 \cdot 1610,5 = 48,3 \text{ Вт}/\text{К};$$

Тоді приведений опір теплопередачі віконних блоків становить:

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$R_{\Sigma np} = 567,7 / (414,4 / 1,22 + 153,3 / 1,12 + 48,3) = 1,08 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Перевірка умови (4):  $R_{\Sigma np} \geq R_{q \text{ min}}$ ,  $1,08 \geq 0,9$ . Отже, умова виконується.

Перевірка умови (6):

Згідно п.5.5.2 ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення температури на внутрішній поверхні  $\Delta\theta_{si, \text{min}}$  світлопрозорих огорожувальних конструкцій при розрахункових значеннях температур зовнішнього та внутрішнього повітря, прийнятих згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021, повинно бути не менше ніж температура точки роси  $\theta_D$ .

Температуру внутрішньої поверхні віконних блоків визначаємо за формулою (К.3) ДСТУ 9191:2022:

$$\theta_{si, \text{min}} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{e, \text{роз}}}{R_{\Sigma np} \cdot h_{si}}$$

де  $\theta_{\text{int}}$  – температура внутрішнього повітря, в даному випадку  $22^\circ\text{C}$  згідно таблиці Б.2 ДБН В.2.6-31:2021;

$\theta_{e, \text{роз}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, для I температурної зони мінус  $22^\circ\text{C}$  згідно таблиці Б.4 ДБН В.2.6-31:2021;

$$\theta_{si, \text{min}} = 22 - (22 - (-22)) / (8,0 \cdot 1,08) = 16,91^\circ\text{C}$$

При  $\theta_{\text{int}} = 22^\circ\text{C}$ ;  $\phi_{\text{int}} = 50\%$  температура точки роси внутрішнього повітря становить  $\theta_D = 11,1^\circ\text{C}$ .

$\theta_{si, \text{min}} > \theta_D$ ,  $16,91 > 11,1$ . Отже, умова (6) виконується відносно точки роси.

### ***Підлога на ґрунті***

Визначаємо характерний розмір підлоги:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

де  $A = 445,9 \text{ м}^2$  – площа підлоги;

$P = 107,1 \text{ м}$  – зовнішній периметр підлоги;

$$B' = 445,9 / 0,5 / 107,1 = 8,33 \text{ м}.$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}),$$

де  $w = 0,480 \text{ м}$  – загальна товщина стіни, включаючи всі шари;

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$\lambda = 2,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,17 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_{se} = 0,043 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_f = 0,02/0,18 + 0,02/0,08 + 0,05/0,93 + 0,004/0,17 + 0,15/0,034 + 0,4/2,04 + 0,004/0,17 + 0,1/1,86 = 5,027 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – термічний опір підлоги включаючи всі шари (паркет, плита OSB, цементно-піщана стяжка, гідроізоляція, еструзійний пінополістирол, залізобетонний ростверк, гідроізоляція, бетонна підготовка);

$$d_t = 0,48 + 2,0 \cdot (0,17 + 5,027 + 0,043) = 10,96 \text{ м.}$$

Оскільки  $d_t \geq B'$  (добре ізольована підлога)  $10,96 > 8,33$  коефіцієнт теплопередачі підлоги визначаємо за формулою:

$$U = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}$$

$$U = 2,0 / (0,457 \cdot 8,33 + 10,96) = 0,135 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту визначають за формулою:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g,$$

$\Psi_k = 0,98 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до зовнішніх стін з фасадною ізоляцією згідно ДСТУ 9191:2022;

$$H_g = 445,9 \cdot 0,135 + 107,1 \cdot 0,98 = 165,2 \text{ Вт/К.}$$

### ***Огороджувальні конструкції, що межують із ґрунтом***

Визначаємо характерний розмір підлоги:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

де  $A = 1299,9 \text{ м}^2$  – площа підлоги;

$P = 228,1 \text{ м}$  – зовнішній периметр підлоги;

$$B' = 1299,9 / 0,5 / 228,1 = 11,40 \text{ м.}$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги:

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}),$$

де  $w = 0,525$  м – загальна товщина стіни, включаючи всі шари;

$\lambda = 2,0$  Вт/(м·К) – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,17$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт – тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_{se} = 0,043$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_f = 0,01/1,1 + 0,01/0,08 + 0,05/0,93 + 0,004/0,17 + 0,15/0,034 + 0,4/2,04 + 0,004/0,17 + 0,1/1,86 = 4,897$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт – термічний опір підлоги включаючи всі шари (керамічна плитка, шар клею, цементно-піщана стяжка, гідроізоляція, еструзійний пінополістирол, залізобетонний ростверк, гідроізоляція, бетонна підготовка);

$$d_t = 0,525 + 2,0 \cdot (0,17 + 4,897 + 0,043) = 10,745 \text{ м.}$$

Оскільки  $d_t + 0,5 \cdot z \geq B'$  (добре ізольована підлога)  $10,745 + 0,5 \cdot 3,371 = 12,431 > 11,40$  коефіцієнт теплопередачі підлоги цокольного поверху визначаємо за формулою:

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z}$$

де  $z = 3,371$  м – висота стін, що межують з ґрунтом.

$$U_{bf} = 2,0 / (3,14 \cdot 11,4 + 10,745 + 0,5 \cdot 3,371) = 0,113 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Визначаємо еквівалентну товщину стін, що межують з ґрунтом:

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}),$$

де  $\lambda = 2,0$  Вт/(м·К) – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,115$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт – тепловий внутрішній поверхневий опір (вертикальна огорожувальна конструкція, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021);

$R_{se} = 0,043$  (м<sup>2</sup>·К)/Вт – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$R_w = 0,02/0,81 + 0,3/2,04 + 0,005/0,17 + 0,2/0,034 = 6,084 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – термічний опір стін, що межують з ґрунтом (штукатурка, залізобетон, гідроізоляція бітумна, утеплювач);

$$d_w = 2,0 \cdot (0,115 + 6,084 + 0,043) = 12,484 \text{ м.}$$

Коефіцієнт теплопередачі стін, що межують із ґрунтом становить визначаємо за формулою:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left( 1 + \frac{0,5d_t}{d_t + z} \right) \ln \left( \frac{z}{d_w} + 1 \right)$$

$$U_{bw} = 2 \cdot 2,0 / (3,14 \cdot 3,371) \cdot (1 + 0,5 \cdot 10,745 / (10,745 + 3,371)) \cdot \ln(3,371 / 12,484 + 1) = 0,125 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту визначають за формулою:

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + P \cdot \psi_g,$$

$\Psi_k = 0,88 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколя згідно ДСТУ 9191:2022;

$$H_g = 1299,9 \cdot 0,113 + 3,371 \cdot 228,1 \cdot 0,125 + 151,9 \cdot 0,88 = 443,7 \text{ Вт/К.}$$

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Визначаємо характерний розмір підлоги:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

де  $A = 445,9 \text{ м}^2$  – площа підлоги;

$P = 107,1 \text{ м}$  – зовнішній периметр підлоги;

$$B' = 445,9/0,5/107,1 = 8,33 \text{ м.}$$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}),$$

де  $w = 0,480 \text{ м}$  – загальна товщина стіни, включаючи всі шари;

$\lambda = 2,0 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  – теплопровідність ґрунту (пісок або гравій) прийнята згідно з таблицею Б.1 ДСТУ 9190:2021;

$R_{si} = 0,17 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – тепловий внутрішній поверхневий опір (горизонтальна огорожувальна конструкція (тепловий потік зверху вниз)), приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_{se} = 0,043 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2 ДСТУ 9190:2021;

$R_f = 0,02/0,18 + 0,02/0,08 + 0,05/0,93 + 0,004/0,17 + 0,15/0,034 + 0,4/2,04 + 0,004/0,17 + 0,1/1,86 = 5,027 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$  – термічний опір підлоги включаючи всі шари (паркет, плита OSB, цементно-піщана стяжка, гідроізоляція, еструзійний пінополістирол, залізобетонний ростверк, гідроізоляція, бетонна підготовка);

$$d_t = 0,48 + 2,0 \cdot (0,17 + 5,027 + 0,043) = 10,96 \text{ м.}$$

Оскільки  $d_t \geq B'$  (добре ізольована підлога)  $10,96 > 8,33$  коефіцієнт теплопередачі підлоги визначаємо за формулою:

$$U = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}$$

$$U = 2,0/(0,457 \cdot 8,33 + 10,96) = 0,135 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту визначають за формулою:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g,$$

$\Psi_k = 0,98 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до зовнішніх стін з фасадною ізоляцією згідно ДСТУ 9191:2022;

$$H_g = 445,9 \cdot 0,135 + 107,1 \cdot 0,98 = 165,2 \text{ Вт/К.}$$

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### 3.3. ТЕПЛОВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Тепловологісний стан зовнішніх огороджувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-192:2013.

Оцінка тепловологісного стану при проектуванні зовнішніх огорожень для визначення заходів проводиться з метою:

- запобігання можливості зволоження матеріалів огороджувальної конструкції; - уникнення можливості конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огороджувальної конструкції;

- запобігання можливості конденсації водяної пари в товщі огороджувальної конструкції;

- забезпечення умови від'ємного або нульового річного балансу вологи в товщі огороджувальних конструкцій (умови виведення за період вологовіддачі всієї вологи, що сконденсувалася за період вологонакопичення).

#### Зовнішні стіни

Таблиця 9

#### Склад стінового огородження (тип 1)

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м <sup>2</sup> ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Внутрішня штукатурка	20	0,81	0,025	0,12	0,167	66
2	Керамічна порожниста цегла (густина 1000 кг/м <sup>3</sup> ) на цементно-піщаному розчині	250	0,52	0,481	0,17	1,471	60
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	200	0,04	5	0,43	0,465	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Тинькування	10	0,87	0,011	0,098	0,102	67

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається  $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість повітря  $\phi_{int}=50\%$ .

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

$E_B = 2645$  Па – при температурі внутрішнього повітря  $22$  °С;

$E_3 = 412$  Па – при температурі зовнішнього повітря  $-4,7$  °С (в січні).

$\Phi_3 = 83\%$  – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$$e_B = 0,01 \varphi_{\text{int}} \cdot E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па};$$

$$e_3 = 0,01 \varphi_3 \cdot E_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}.$$

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ , °С, по товщині конструкції за формулою: 
$$\theta(x) = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{зов}}}{R_{\Sigma}} \left( \frac{1}{h_{\text{si}}} + R_x \right)$$

де  $\theta_{\text{int}}$  – внутрішня температура приміщення, °С;

$\theta_{\text{зов}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, як середня місячна температура повітря;

$R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини),  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ;

$h_{\text{si}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

$R_x$  – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок,  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ .

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ , °С, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,675] \cdot (1/8,7) = 21,5 \text{ °С};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,675] \cdot (1/8,7 + 0,025) = 21,3 \text{ °С};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,675] \cdot (1/8,7 + 0,025 + 0,481) = 19,1 \text{ °С};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,675] \cdot (1/8,7 + 0,025 + 0,481 + 5) = -4,4 \text{ °С};$$

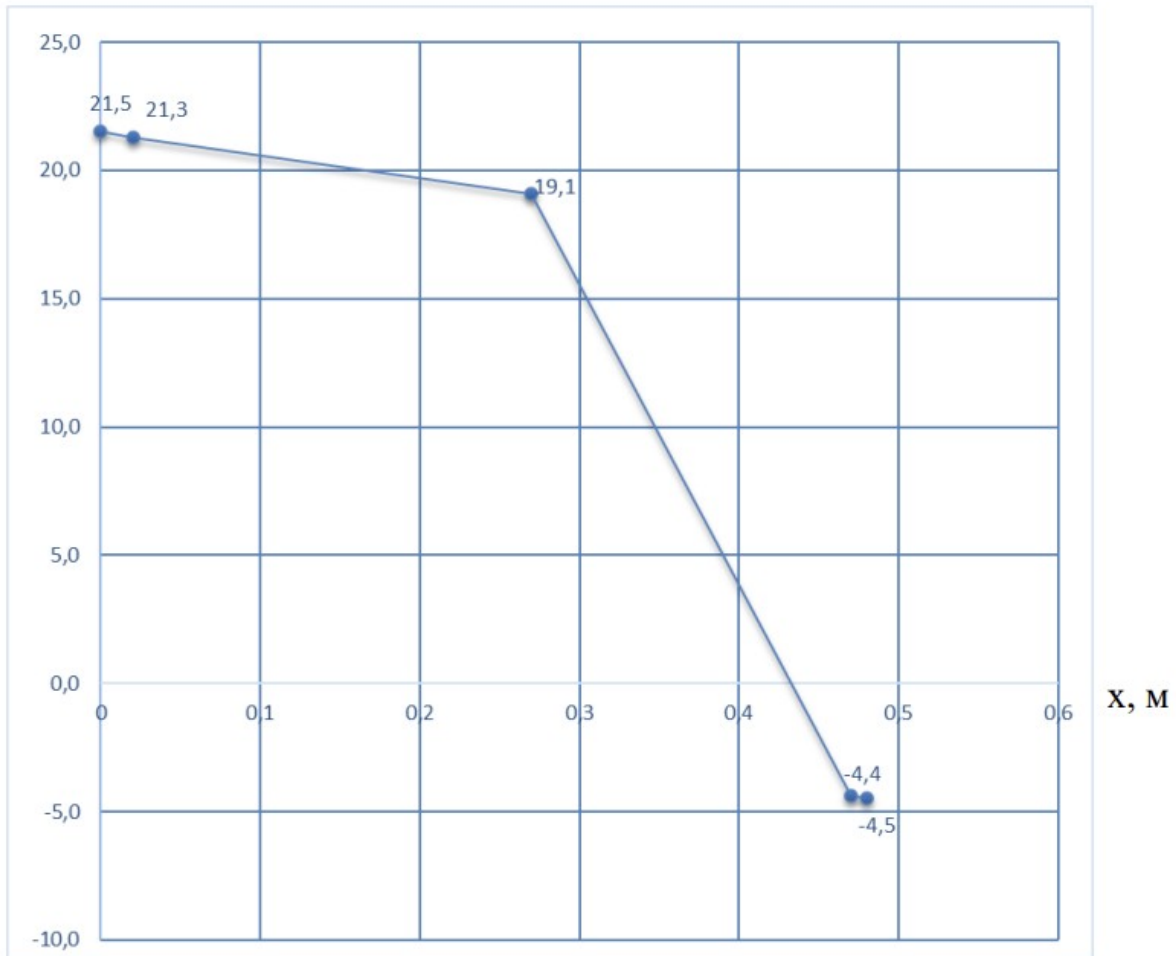
- на зовнішній поверхні 4-го шару:

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

$$\theta(5) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,675] \cdot (1/8,7 + 0,025 + 0,481 + 5 + 0,011) = -4,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$ ,  $^\circ\text{C}$



*Рисунок. 2. Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни*

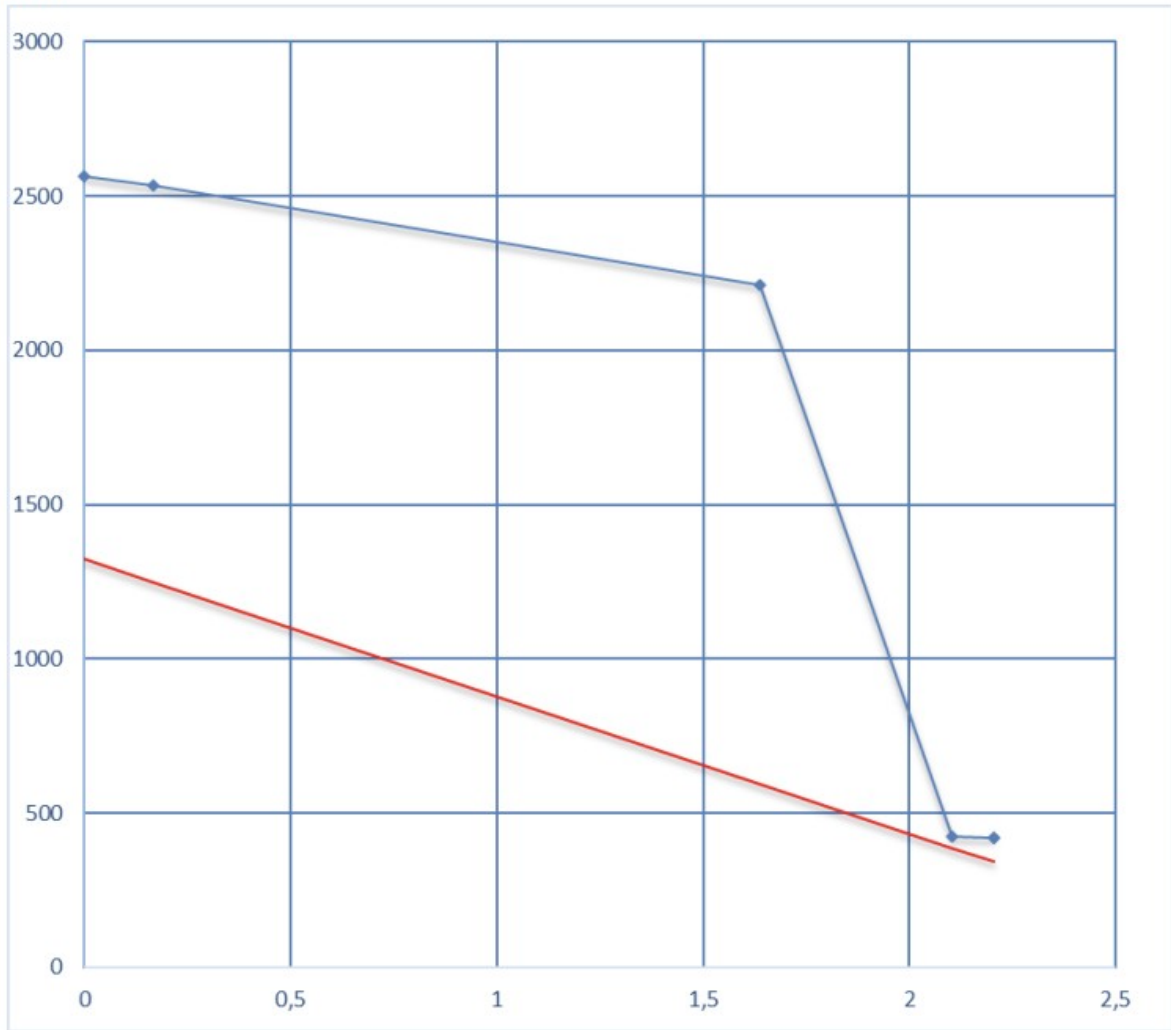
На рисунку 2 побудовано розподіл температур у товщі зовнішньої стіни.

У масштабі опорів паропроникненню будуємо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари (рис. 3).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

$p, \text{Па}$



$R_e, \text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$

Рисунок. 3. Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається.

,

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

**Таблиця 10. Склад стінового огородження (тип 2)**

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м <sup>2</sup> ·год·Па)/мг	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Внутрішня штукатурка	20	0,81	0,025	0,12	0,167	66
2	Залізобетон	250	2,04	0,123	0,03	8,333	64
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	200	0,04	5	0,43	0,465	Протокол №2-20/20 аналог 1
4	Тинькування	10	0,87	0,011	0,098	0,102	67

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається  $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість повітря  $\varphi_{int}=50\%$ .

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_B = 2645 \text{ Па}$  – при температурі внутрішнього повітря  $22^{\circ}\text{C}$ ;

$E_3 = 412 \text{ Па}$  – при температурі зовнішнього повітря  $-4,7^{\circ}\text{C}$  (в січні).

$\Phi_3 = 83\%$  – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_B = 0,01\varphi_{int} E_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па}$ ;

$e_3 = 0,01\varphi_3 E_3 = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}$ .

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , по товщині конструкції за

формулою: 
$$\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$$

де  $\theta_{int}$  – внутрішня температура приміщення,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\theta_{зов}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ , як середня місячна температура повітря;

$R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$h_{si}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

$R_x$  – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м<sup>2</sup>·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , по товщині конструкції:

						<b>Пояснювальна записка</b>
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,317] \cdot (1/8,7) = 21,4 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,317] \cdot (1/8,7 + 0,025) = 21,3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,317] \cdot (1/8,7 + 0,025 + 0,123) = 20,7 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,317] \cdot (1/8,7 + 0,025 + 0,123 + 5) = -4,4 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- на зовнішній поверхні 4-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - (-4,7))/5,317] \cdot (1/8,7 + 0,025 + 0,123 + 5 + 0,011) = -4,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$\theta(x)$ ,  $^\circ\text{C}$

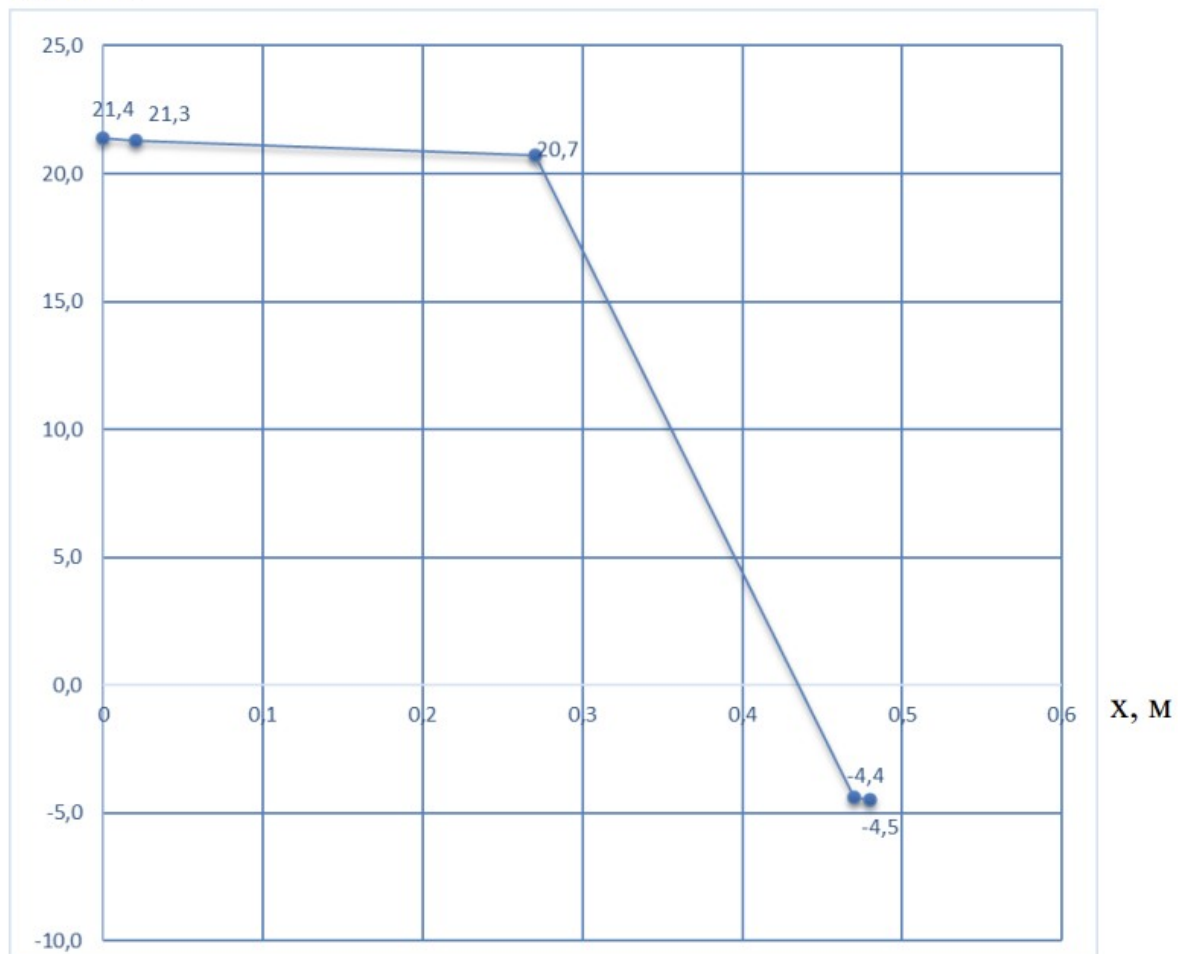


Рисунок. 4. Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни

У масштабі опорів паропроникненню будуємо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари (рис. 5).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

$p, \text{Па}$

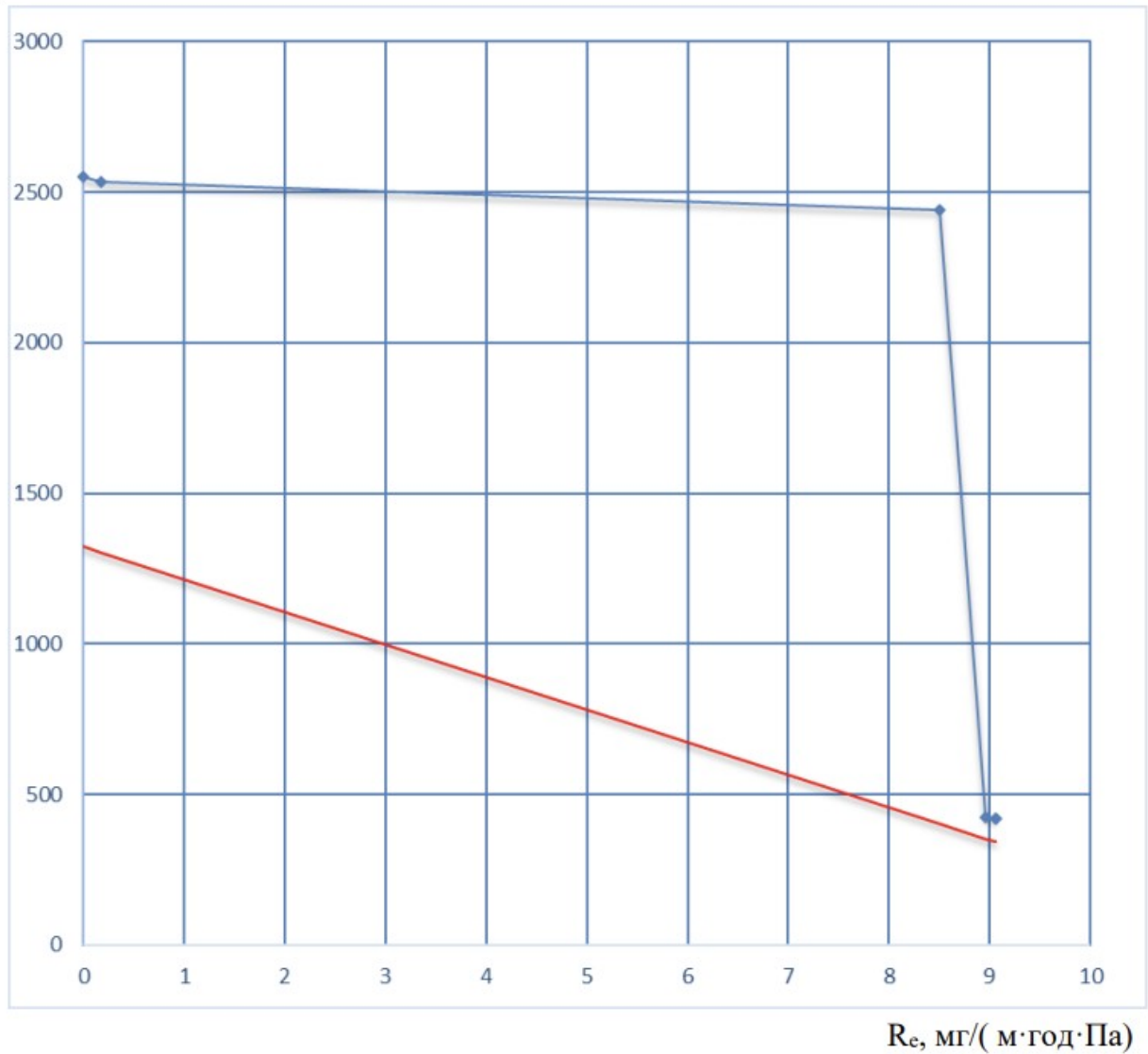


Рисунок. 5. Розподіл парціальних тисків у товщі зовнішньої стіни

Оскільки лінії не перетинаються, що свідчить про те що процес конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції не відбувається.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

## Суміщене покриття

Таблиця 11. Склад суміщеного перекриття, тип-1

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	Коефіцієнт паропроникності, мГ/(м·год·Па)	Опір паропроникненню, (м <sup>2</sup> ·год·Па)/мГ	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Залізобетонна плита покриття	200	2,04	0,098	0,03	6,667	64
2	Бітумна мастика	2	0,27	0,007	0,008	0,25	81
3	Мінеральна вата густиною 110 кг/ м <sup>3</sup>	250	0,041	6,098	0,47	0,532	аналог 1 Протокол №40К/22
4	Мінеральна вата густиною 190 кг/ м <sup>3</sup>	50	0,043	1,163	0,35	0,143	аналог 1 Протокол №39К/22
5	ПЕ плівка	1	0,23	0,004	0,00011	9,091	84
6	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,93	0,054	0,09	0,556	68
7	Гідроізоляційний килим	8,2	0,17	0,048	0,001	8,2	83

Згідно з таблицею Б.2 ДБН В.2.6-31:2021 розрахункова температура внутрішнього повітря приймається  $\theta_{int}=22^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість повітря  $\phi_{int}=50\%$ .

Згідно з таблицею Б.1 додатка Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаються парціальні тиски насиченої водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$E_v = 2645 \text{ Па}$  – при температурі внутрішнього повітря  $22^{\circ}\text{C}$ ;

$E_z = 412 \text{ Па}$  – при температурі зовнішнього повітря  $-4,7^{\circ}\text{C}$  (в січні).

$\Phi_z = 83\%$  – відносна вологість зовнішнього повітря (в січні).

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$e_v = 0,01\phi_{int} E_v = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1170 \text{ Па}$ ;

$e_z = 0,01\phi_z E_z = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 342 \text{ Па}$ .

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , по товщині конструкції за формулою:  $\theta(x) = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{зов}}{R_{\Sigma}} \left( \frac{1}{h_{si}} + R_x \right)$

де  $\theta_{int}$  – внутрішня температура приміщення,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\theta_{зов}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ , як середня місячна температура повітря;

$R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (однорідної частини), (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

						<b>Пояснювальна записка</b>
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

$h_{si}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), приймають згідно з додатком Б ДСТУ 9191;

$R_x$  – опір теплопередачі частини огорожувальної конструкції, що розташована між внутрішньою поверхнею та площиною, для якої проводиться розрахунок, (м<sup>2</sup>·К)/Вт.

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ , °С, по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10) = 21,6 \text{ °С};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098) = 21,3 \text{ °С};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007) = 21,3 \text{ °С};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098) = -0,1 \text{ °С};$$

- на межі 4-го та 5-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163) = -4,2 \text{ °С};$$

- на межі 5-го та 6-го шару:

$$\theta(6) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163 + 0,004) = -4,2 \text{ °С};$$

- на межі 6-го та 7-го шару:

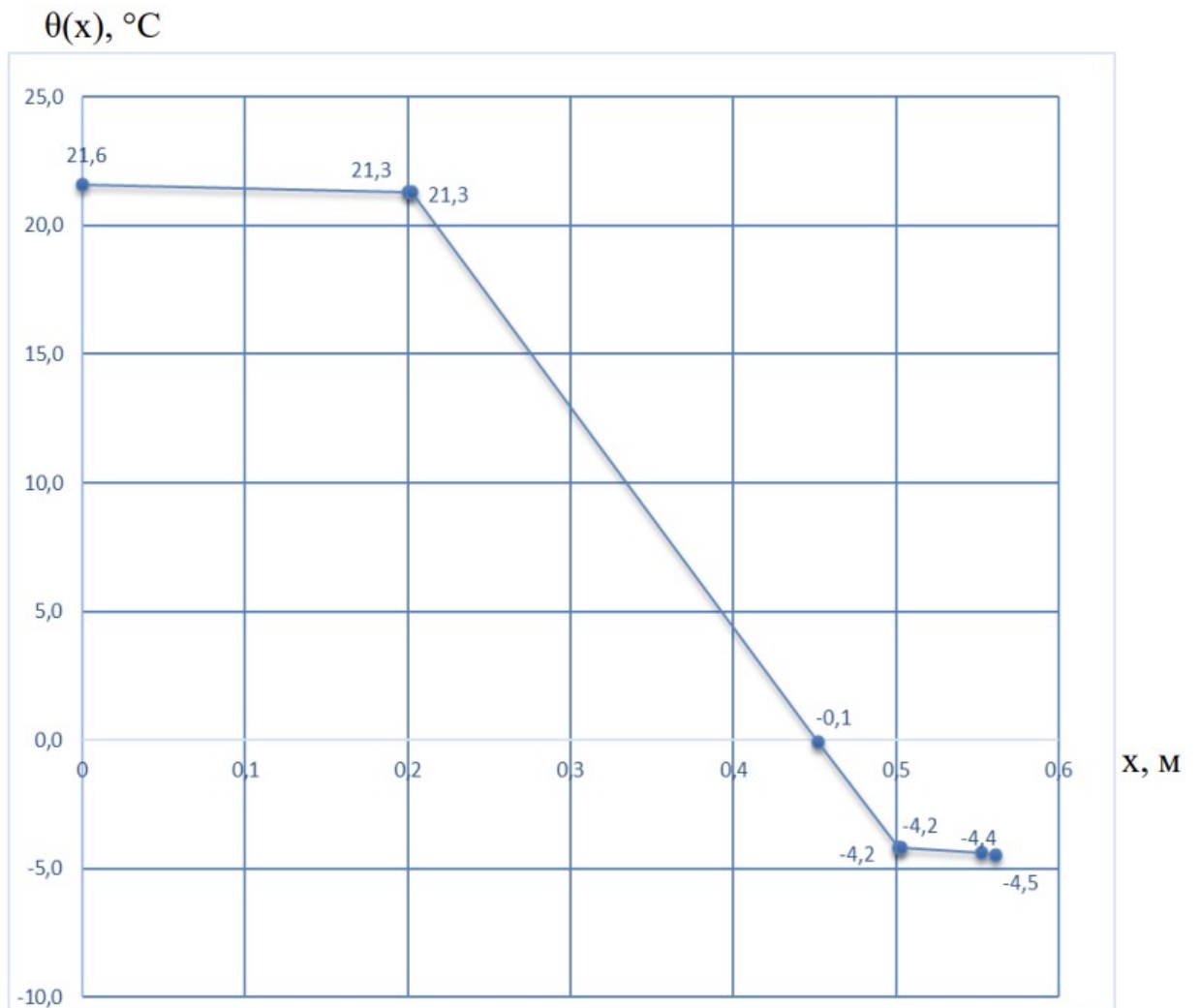
$$\theta(7) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163 + 0,004 + 0,054) = -4,4 \text{ °С};$$

- на зовнішній поверхні 7-го шару:

$$\theta(8) = 22 - [(22 - (-4,7))/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163 + 0,004 + 0,054 + 0,048) = -4,5 \text{ °С};$$

На рисунку 6 побудовано розподіл температур у товщі зовнішньої стіни.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



*Рисунок 6. Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни.*

У масштабі опорів паропроникненню будуємо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари (рис.7).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

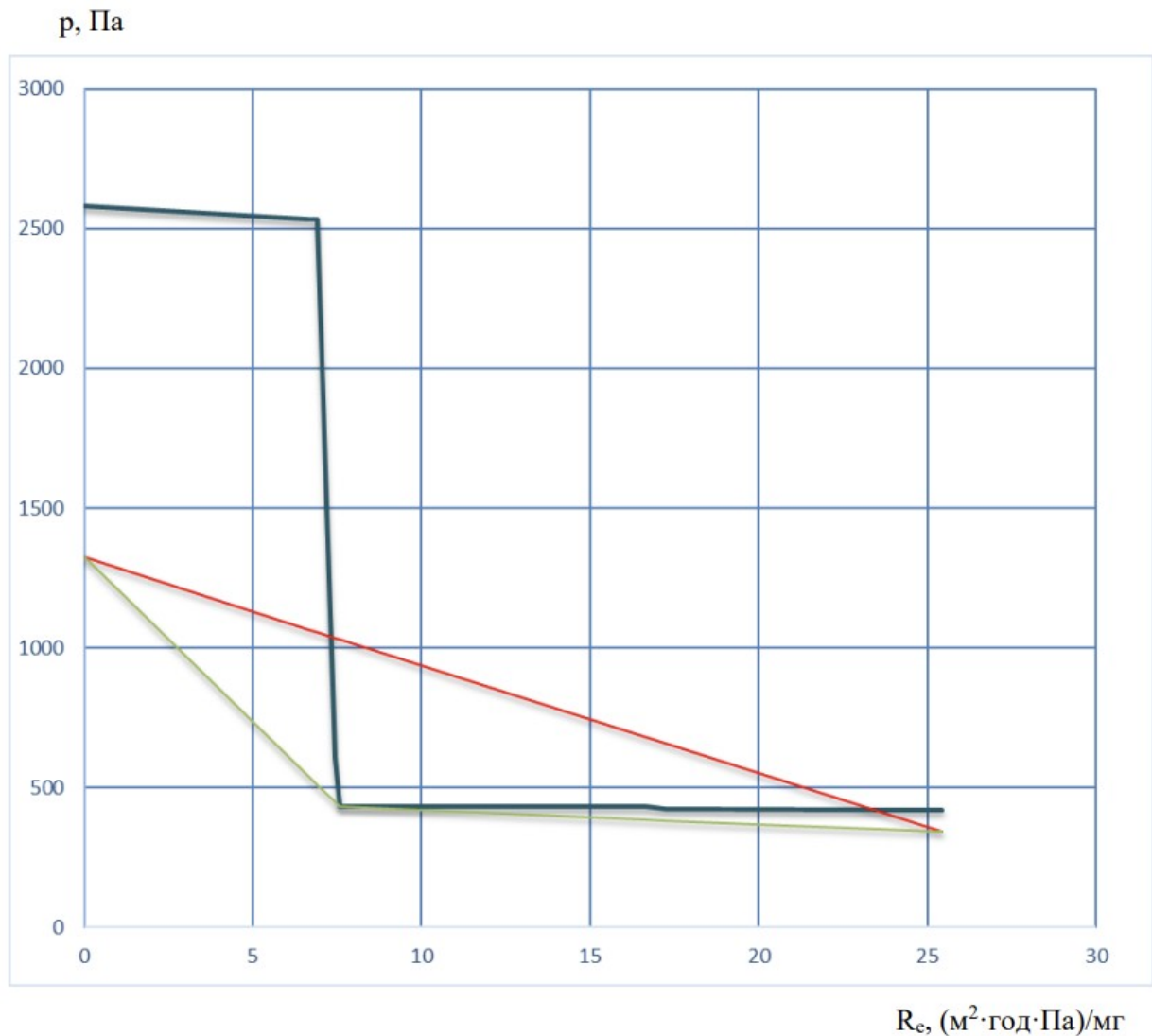


Рисунок 7. Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття

Оскільки лінії  $E$  та  $e$  перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будується лінія розрахункового тиску водяної пари  $e_p$ . Лінію  $e_p$  будують, проводячи дотичні з точок на поверхнях конструкції, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього і зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари  $E$ .

За розподілом парціальних тисків згідно рисунку вище встановлено, що конденсація відбувається на межі шару утеплювача та ПЕ плівки.

Кількість водяної пари  $i_B$ , мг/(м<sup>2</sup>·год), що надходить до зони конденсації зі сторони приміщення:

$$i_B = (e_B - p_k) / R_{св} = (1323 - 430) / 7,592 = 117,62 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари  $i_3$ , мг/(м<sup>2</sup>·год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_3 = (p_k - e_3) / R_{e3} = (430 - 342) / (25,439 - 7,592) = 4,93 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Кількість вологи  $W$ ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ , що конденсується в конструкції за січень:

$$W = \tau \cdot (i_{\text{в}} - i_{\text{з}}) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (117,62 - 4,93) \cdot 10^{-6} = 0,084 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Виконуючи подібні розрахунки для інших місяців періоду вологонакопичення (у даному випадку січень, лютий, березень, жовтень, листопад і грудень), отримують значення кількості вологи, що сконденсувалась в огорожувальній конструкції кожного місяця та за весь період вологонакопичення.

Проводимо розрахунки для першого місяця періоду вологовіддачі – березня.

Аналогічно визначаємо парціальні тиски насиченої водяної пари  $E$ :

$$E_{\text{в}} = 2645 \text{ Па} - \text{при температурі внутрішнього повітря } 22 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{\text{з}} = 1148 \text{ Па} - \text{при температурі зовнішнього повітря } 9 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (квітень).}$$

$$\Phi_{\text{з}} = 66\% - \text{відносна вологість зовнішнього повітря (квітень).}$$

Визначаємо парціальні тиски водяної пари внутрішнього та зовнішнього повітря:

$$e_{\text{в}} = 0,01 \varphi_{\text{int}} E_{\text{в}} = 0,01 \cdot 50 \cdot 2645 = 1323 \text{ Па};$$

$$e_{\text{з}} = 0,01 \varphi_{\text{з}} E_{\text{з}} = 0,01 \cdot 66 \cdot 1148 = 758 \text{ Па.}$$

Визначаємо розподіл температур  $\theta(x)$ ,  $^\circ\text{C}$ , по товщині конструкції:

- для внутрішньої поверхні:

$$\theta(1) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10) = 21,8 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 1-го та 2-го шару:

$$\theta(2) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098) = 21,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 2-го та 3-го шару:

$$\theta(3) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007) = 21,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 3-го та 4-го шару:

$$\theta(4) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098) = 11,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 4-го та 5-го шару:

$$\theta(5) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163) = 9,3 \text{ }^\circ\text{C};$$

- на межі 5-го та 6-го шару:

$$\theta(6) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163 + 0,004) = 9,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

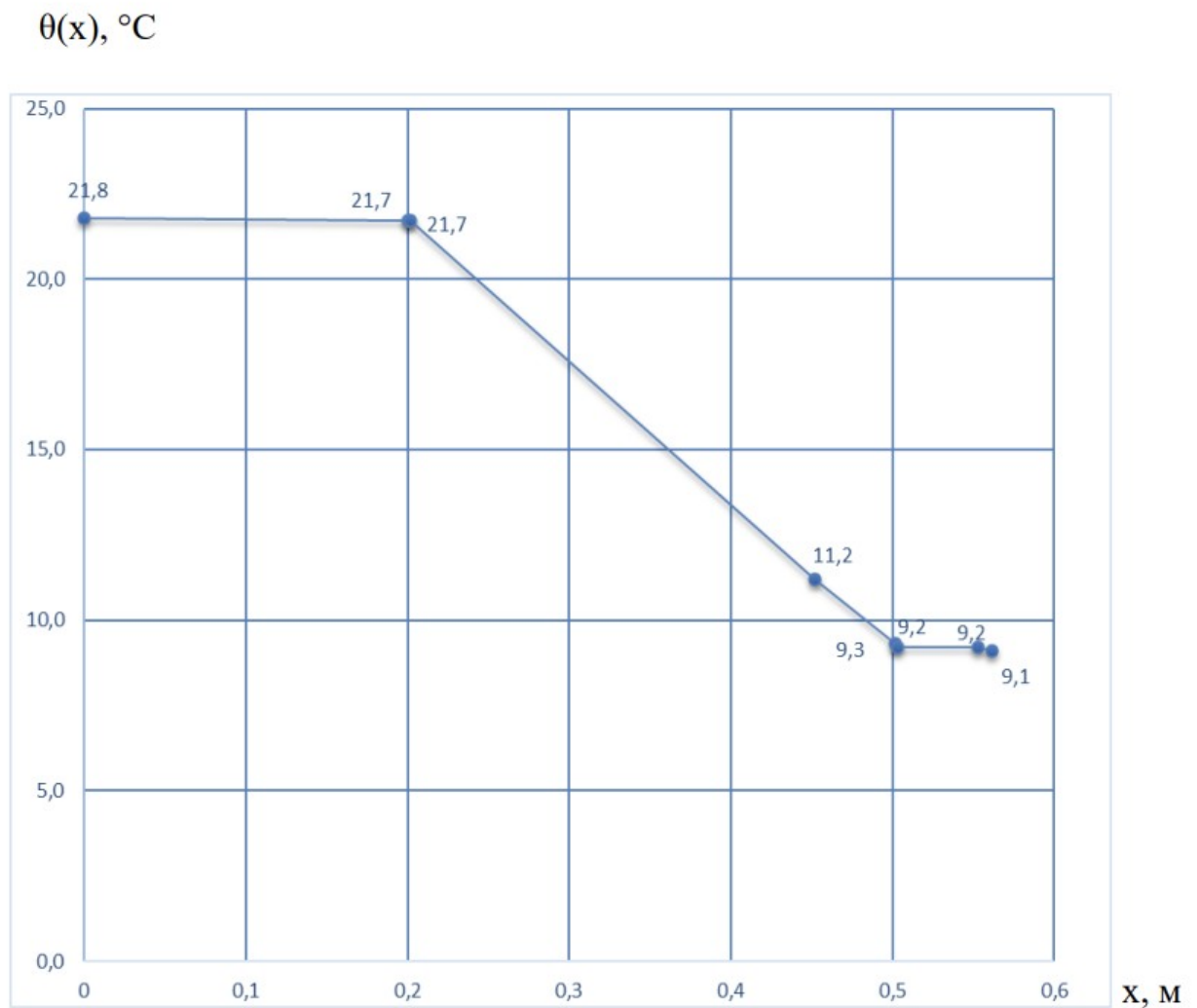
- на межі 6-го та 7-го шару:

$$\theta(7) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163 + 0,004 + 0,054) = 9,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- на зовнішній поверхні 7-го шару:

$$\theta(8) = 22 - [(22 - 9)/7,62] \cdot (1/10 + 0,098 + 0,007 + 6,098 + 1,163 + 0,004 + 0,054 + 0,048) = 9,1 \text{ } ^\circ\text{C};$$



*Рисунок 8. Розподіл температур у товщі зовнішньої стіни (квітень)*

У масштабі опорів паропроникненню будемо залежність парціального тиску насиченої водяної пари та парціального тиску водяної пари (рис.9).

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

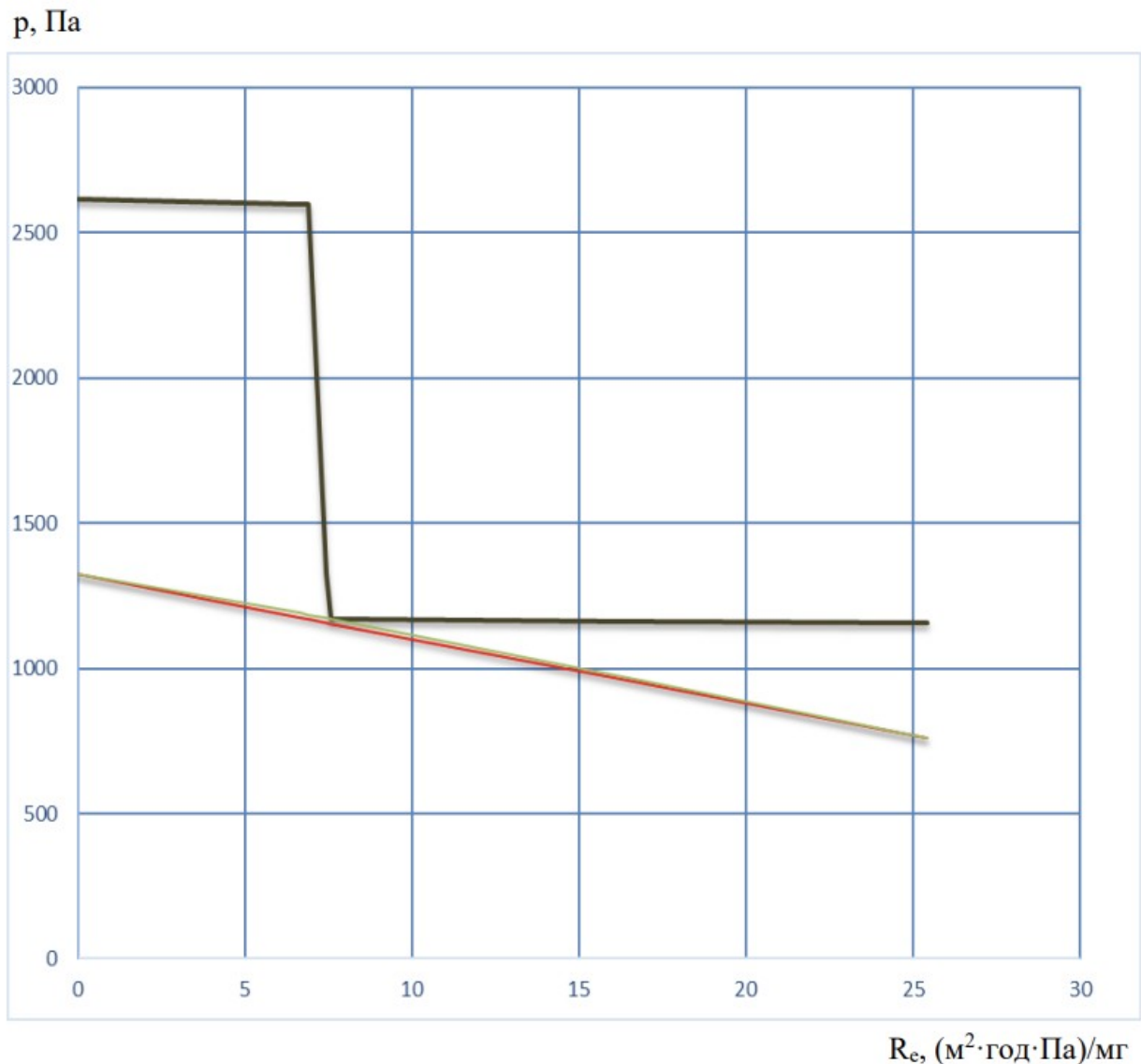


Рисунок 9. Розподіл парціальних тисків у товщі суміщеного перекриття (квітень)

За розподілом парціальних тисків на рисунку вище встановлено, що волога, яка сконденсувалася за період вологонакопичення, випаровуватиметься назовні і надходить із приміщення.

Кількість водяної пари  $i_v$ , мг/(м<sup>2</sup>·год), що надходить до зони конденсації із приміщення:

$$i_v = (p_v - e_k) / R_{ev} = (1323 - 1171) / 7,592 = 20,02 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість водяної пари  $i_z$ , мг/(м<sup>2</sup>·год), що виводиться назовні із зони конденсації:

$$i_z = (p_k - e_z) / R_{ez} = (1171 - 758) / (25,439 - 7,592) = 23,14 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}).$$

Кількість вологи  $W$ , кг/м<sup>2</sup>, що випаровується з конструкції за квітень:

$$W = \tau \cdot (i_z - i_v) \cdot 10^{-6} = 720 \cdot (23,14 - 20,02) \cdot 10^{-6} = 0,020 \text{ мг}/\text{м}^2.$$

Проводимо розрахунки для всіх місяців періоду випаровування вологи.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Річний баланс вологи у товщі огородження наведений у таблиці 11.

*Таблиця 11*

**Річний баланс вологи в товщі огородження**

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувались в огороджувальній конструкції, кг/м <sup>2</sup>	Кількість вологи, що випарувалась із зони конденсації, кг/м <sup>2</sup>
Січень	0,084	0
Лютий	0,071	0
Березень	0,056	0
Квітень	0	0,002
Травень	0	0,069
Червень	0	0,103
Липень	0	0,127
Серпень	0	0,117
Вересень	0	0,045
Жовтень	0,01	0
Листопад	0,052	0
Грудень	0,075	0
	$\Sigma = 0,348$	$\Sigma = 0,463$

За проведеними розрахунками встановлено, що в даній конструкції суміщеного перекриття процес конденсації водяної пари відбувається протягом січня, лютого та грудня. В інші місяці року відбувається випаровування вологи що сконденсувалась. При цьому встановлено, що за перші п'ять місяців після закінчення процесів конденсації (квітень, травень, червень, липень та серпень) випаровується вся волога, що сконденсувалась за місяці конденсації, отже умова  $W_{зп} \leq W_{лп}$ ,  $0,348 \leq 0,463$  мг/м<sup>2</sup> виконується. Де  $W_{зп}$  та  $W_{лп}$  відповідно кількість накопиченої вологи, що сконденсувалась в товщі огородження та кількість вологи, що випарувалась протягом року із огородження.

Оцінюємо збільшення вологості матеріалу у товщині шару конструкції, в якому може відбуватися конденсація вологи, за холодний період року. В даному випадку зволожується шар теплоізоляції, оскільки він є прилеглим до зони конденсації.

Для виробів теплоізоляційних виробів із мінеральної вати допустиме значення збільшення вологості  $\Delta w_d = 2,5$  % згідно таблиці 5 ДБН В.2.6-31:2021.

$$\Delta w = W_{зп} / (\delta_k \cdot \rho_k) \cdot 100\% = 0,348 / (0,25 \cdot 190) \cdot 100\% = 0,733\%$$

Умова згідно ДБН В.2.6-31:2016  $\Delta w \leq \Delta w_d$ ,  $0,733 \leq 2,5$  % отже умова виконується.

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### 3.4. ОЦІНКА ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ТА ТЕПЛОЗАСВОЄННЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Оцінка теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій є важливим етапом проектування будівель. Теплостійкість характеризує здатність конструкції накопичувати тепло, а теплозасвоєння - швидкість зміни температури поверхні конструкції при тепловому впливі.

#### 3.4.1. ОЦІНКА ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ЛІТНІЙ ПЕРІОД

Оскільки середня температура найбільш жаркого місяця (липня) менше 21°C (19,8°C < 21°C) то згідно п.5.8 ДБН В.2.6-31:2021 теплостійкість огорожувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти.

У таблиці 12 наведені теплофізичні характеристики підлоги (перекриття над проїздом).

*Таблиця 12*

*Теплофізичні характеристики підлоги (перекриття над проїздом)*

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Теплова інерція	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ 9191:2022
1	Паркет	20	0,14	0,143	3,87	0,553	51
2	Плита OSB	20	0,11	0,182	2,95	0,537	21
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	60	0,76	0,079	9,6	0,758	68
4	Залізобетонна плита перекриття	200	1,92	0,104	17,98	1,87	64
5	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	200	0,039	5,128	0,59	3,026	№2-20/20 аналог 1
6	Тинькування	10	0,7	0,014	8,95	0,125	67

Оскільки перший нар має теплову інерцію  $D1 > 0,5$  тоді коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за формулою:

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Оскільки перший нар має теплову інерцію  $D1 > 0,5$  тоді коефіцієнт теплотасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_1 = 2 \cdot s_1$$

$$Y_1 = 2 \cdot 3,87 = 7,74 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.5.9 ДБН В.2.6-31:2021  $Y_f \leq Y_{f, \max}$ ,  $Y_{f, \max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  – для будівель даного типу згідно таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2021,  $7,74 \leq 12$  отже умова виконується.

У таблиці 13 наведені теплофізичні характеристики підлоги (підлога на ґрунті, 1-й поверх).

**Таблиця 13**

**Теплофізичні характеристики підлоги (підлога на ґрунті, 1-й поверх)**

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	Коефіцієнт теплотасвоєння, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Теплова інерція	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Паркет	20	0,14	0,143	3,87	0,553	51
2	Плита OSB	20	0,11	0,182	2,95	0,537	21
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,76	0,066	9,6	0,634	68
4	Гідроізоляція	4	0,17	0,024	3,53	0,085	83
5	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м <sup>3</sup> )	150	0,034	4,412	0,37	1,632	4
6	Залізобетонний ростверк	400	1,92	0,208	17,98	3,74	64
7	Гідроізоляція	4	0,17	0,024	3,53	0,085	83
8	Бетонна підготовка	100	1,92	0,052	17,98	0,935	65

Оскільки перший нар має теплову інерцію  $D1 > 0,5$  тоді коефіцієнт теплотасвоєння поверхні визначається за формулою:

$$Y_1 = 2 \cdot s_1$$

$$Y_1 = 2 \cdot 3,87 = 7,74 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.5.9 ДБН В.2.6-31:2021  $Y_f \leq Y_{f, \max}$ ,  $Y_{f, \max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  – для будівель даного типу згідно таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2021,  $7,74 \leq 12$  отже умова виконується.

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

У таблиці 14 наведені теплофізичні характеристики підлоги (підлога на ґрунті, підвал).

**Таблиця 14**

**Теплофізичні характеристики підлоги (підлога на ґрунті, підвал)**

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина, мм	Тепло-провідність, Вт/(м·К)	Термічний опір шару, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Теплова інерція	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Покриття підлоги	10	0,96	0,01	11,63	0,116	73
2	Шар клею	10	0,072	0,139	1,03	0,143	34
3	Стяжка із цементно-піщаного розчину	50	0,76	0,066	9,6	0,634	68
4	Гідроізоляція	4	0,17	0,024	3,53	0,085	83
5	Екструдований пінополістирол (густина 35 кг/м <sup>3</sup> )	150	0,034	4,412	0,37	1,632	4
6	Залізобетонний ростверк	400	1,92	0,208	17,98	3,74	64
7	Гідроізоляція	4	0,17	0,024	3,53	0,085	83
8	Бетонна підготовка	100	1,92	0,052	17,98	0,935	65

Оскільки перші два внутрішні шари огороження в сумі мають теплову меншу ніж  $D1 + D2 < 0,5$ , а  $D1 + D2 + D3 > 0,5$ ,  $0,116 + 0,143 + 0,634 = 0,893 > 0,5$  тоді коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначається за

формулою:

$$Y_2 = (2 \cdot R_2 \cdot s_2^2 + s_3) / (0,5 + R_2 \cdot s_3)$$

$$Y_2 = (2 \cdot 0,139 \cdot 1,03^2 + 9,6) / (0,5 + 0,139 \cdot 9,6) = 5,39 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Y_1 = (4 \cdot R_1 \cdot s_1^2 + Y_2) / (1 + R_1 \cdot Y_2)$$

$$Y_1 = (4 \cdot 0,01 \cdot 11,63^2 + 5,39) / (1 + 0,01 \cdot 5,39) = 10,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Перевірка умови п.5.9 ДБН В.2.6-31:2021  $Y_f \leq Y_{f, \max}$ ,  $Y_{f, \max} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  – для будівель даного типу згідно таблиці 4 ДБН В.2.6-31:2021,  $10,25 \leq 12$  отже умова виконується.

						<b>Пояснювальна записка</b>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### 3.4.2. ОЦІНКА ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Відповідно до норм за наявності в будівлі системи опалення з автоматичним децентралізованим регулюванням температури внутрішнього повітря теплостійкість приміщень в холодний період року не перевіряють. Будівля ДНЗ обладнана системою опалення з автоматичним регулюванням температури внутрішнього повітря.

### 3.5. РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Розрахункова оцінка повітропроникності зовнішніх огороджувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-191:2013.

*Таблиця 15*

*Повторюваність та швидкість вітру за сторонами світу в січні для м. Київ*

Повторюваність напрямку вітру, %							
Середня швидкість вітру, м/с							
Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
4,6	5,8	11,9	14,1	14,0	23,5	14,9	4,6
3,2	2,0	1,7	2,0	2,7	3,0	3,0	3,2

Максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами в січні з повторюваністю 16% і більше становить – 3,0 м/с в західному напрямку.

Висота будівлі від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти – 10,605 м. Висота 1-го поверху – 3,3 м.

#### 3.5.1. РОЗРАХУНОК МАСОВОЇ ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ЗОВНІШНІХ СТІН

Визначаємо повітропроникність однорідних ділянок стінової конструкції з послідовним розміщенням шарів при різниці тиску  $\Delta p_0 = 10$  Па.

Склади зовнішніх стін (тип-1,2) та повітропроникність однорідних шарів наведені у таблиці 15,16.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Склад зовнішньої стіни (тип-1) та повітропроникність однорідних шарів

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, мм	Різниця тиску $\Delta p_0$ , Па	Повітропроникність $G\Delta p_0$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)
1	Внутрішня штукатурка	15	10	0,07
2	Керамічна порожниста цегла на (густина 1000 кг/м <sup>3</sup> ) цементно-піщаному розчині	120	10	5
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	50	10	5
4	Тинькування	15	10	0,027

Таблиця 16

## Склад зовнішньої стіни (тип-2) та повітропроникність однорідних шарів

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Товщина зразка випробування d, мм	Різниця тиску $\Delta p_0$ , Па	Повітропроникність $G\Delta p_0$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)
1	Внутрішня штукатурка	15	10	0,07
2	Залізобетон	100	10	0,00051
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	50	10	5
4	Тинькування	15	10	0,027

Визначаємо питому вагу зовнішнього та внутрішнього повітря:

$$\gamma_z = 3463 / (273 + t_z) = 3463 / (273 + (-22)) = 13,8 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_v = 3463 / (273 + t_v) = 3463 / (273 + 20) = 11,8 \text{ Н/м}^3.$$

Де  $t_z$  – розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, що приймається залежно від температурної зони ДБН В.2.6-31:2021;

$t_v$  – розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С, що приймається залежно від призначення будинку згідно ДБН В.2.6-31:2021;

Визначаємо розрахункову різницю тисків  $\Delta p$ , Па:

$$\Delta p = (H - h_i)(\gamma_z - \gamma_v) + 0,03\gamma_z v^2 \beta_v$$

де  $H$  – висота будинку від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти, м;

$h_i$  – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції  $i$ -го поверху, для якого проводиться розрахунок, м;

$\gamma_z, \gamma_v$  – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м<sup>3</sup>;

$v$  – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше, прийнята згідно зі ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;

						Пояснювальна записка
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

$\beta_v$  – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 при місцевості з розташованими будинками понад 10 м становить близько 0,66.

- для 1-го поверху:

$$\Delta p = (10,605 - 0,5 \cdot 3,3) \cdot (13,8 - 11,8) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 3^2 \cdot 0,66 = 23,7 \text{ Па.}$$

Визначаємо масову повітропроникність шарів конструкції визначають за формулою:  $G^{\Delta p} = G^{\Delta p 0} \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n$

де n – показник фільтрації, за відсутності даних приймається: для утеплювачів із мінеральної вати – 1,5; для цегляної кладки – 0,8; для вікон та дверей – 0,67.

Розрахунок виконуємо в табличному вигляді для стін тип-1 як найбільш повітропроникних:

**Таблиця 17**

**Розрахунок масової повітропроникності (тип-1)**

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Повітропроникність $G^{\Delta p_0}$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)	n	Різниця тиску $\Delta p$ для 1-го поверху, Па	Повітропроникність $G^{\Delta p}$ для 1-го поверху, кг/(м <sup>2</sup> ·год)
1	Внутрішня штукатурка	0,07	0,8	23,7	0,140
2	Керамічна порожниста цегла на (густина 1000 кг/м <sup>3</sup> ) цементно-піщаному розчині	5	0,8	23,7	9,972
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	5	1,5	23,7	18,243
4	Тинькування	0,027	0,8	23,7	0,054

**Таблиця 17**

**Розрахунок масової повітропроникності (тип-1)**

№ п/п	Назва і-го шару конструкції	Повітропроникність $G^{\Delta p_0}$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)	n	Різниця тиску $\Delta p$ для 1-го поверху, Па	Повітропроникність $G^{\Delta p}$ для 1-го поверху, кг/(м <sup>2</sup> ·год)
1	Внутрішня штукатурка	0,07	0,8	23,7	0,140
2	Залізобетон	0,00051	0,8	23,7	0,001
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	5	1,5	23,7	18,243
4	Тинькування	0,027	0,8	23,7	0,054

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

**Пояснювальна записка**

Масова повітропроникність стінового огороження визначається за формулою:

$$G^K = \left( \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1} = \left( \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i / d}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$$

де  $\delta_i$  – товщина  $i$ -го матеріалу багатошарового огороження, м;

$d$  – товщина зразка матеріалу для якого здійснювалися випробування повітропроникності, м;

1

**Таблиця 18**

**Розрахунок масової повітропроникності конструкції (тип-1)**

№ п/п	Назва $i$ -го шару конструкції	Товщина зразка випробування $d$ , мм	Товщина, мм	Повітропроникність $1/G_i^{\Delta p}$ для 1-го поверху, (м <sup>2</sup> ·год)/кг
1	Внутрішня штукатурка	15	20	9,551
2	Керамічна порожниста цегла на (густина 1000 кг/м <sup>3</sup> ) цементно-піщаному розчині	120	250	0,209
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	50	200	0,219
4	Тинькування	15	10	12,392
Сума:				22,371
$G^K$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)				0,0447

**Таблиця 19**

**Розрахунок масової повітропроникності конструкції (тип-1)**

№ п/п	Назва $i$ -го шару конструкції	Товщина зразка випробування $d$ , мм	Товщина, мм	Повітропроникність $1/G_i^{\Delta p}$ для 1-го поверху, (м <sup>2</sup> ·год)/кг
1	Внутрішня штукатурка	15	20	9,551
2	Залізобетон	100	250	2500
3	Мінеральні плити (густина 135 кг/м <sup>3</sup> )	50	200	0,219
4	Тинькування	15	10	12,392
Сума:				2522,2
$G^K$ , кг/(м <sup>2</sup> ·год)				0,0004

Зі збільшенням висоти різниця тисків знижується, тому розрахунок для 2-го поверху не проводимо.

Нормативна масова повітропроникність стін згідно таблиці 1 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 становить:  $G^K = 0,4$  кг/(м<sup>2</sup>·год), як впливає з вищенаведеного розрахунку повітропроникність не перевищує допустимого значення.

						<b>Пояснювальна записка</b>
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

### 3.5.2. РОЗРАХУНОК МАСОВОЇ ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ВІКОННИХ БЛОКІВ

Віконні блоки виконані із ПВХ-профілів та заповнені двокамерними склопакетами – повітропроникність віконного блоку при різниці тисків  $\Delta p = 100$  Па становить  $27 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  для вікон класу В,  $9 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  для вікон класу Г та  $3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  для вікон класу Д згідно ДСТУ Б В.2.6-23:2009, показник режиму фільтрації  $n = 2/3$  (0,67). Коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря – 0,78.

Питома вага зовнішнього та внутрішнього повітря розрахована в п. 3.4.1.

Визначаємо розрахункову різницю тисків  $\Delta p$ , Па:

- для 1-го поверху:  $\Delta p = (10,605 - 1,65) \cdot (13,8 - 11,8) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 3^2 \cdot 0,66 = 23,7$  Па.

- для 2-го поверху:  $\Delta p = (10,605 - 4,95) \cdot (13,8 - 11,8) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 3^2 \cdot 0,66 = 17,1$  Па.

Визначаємо об'ємну повітропроникність віконного блоку за формулою:

$$Q^{\Delta p} = Q^{\Delta p 100} \cdot (\Delta p / \Delta p_{100})^n$$

- для 1-го поверху:  $Q^{\Delta p} = 3 \cdot (23,7/100)^{2/3} = 1,15 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

- для 2-го поверху:  $Q^{\Delta p} = 9 \cdot (17,1/100)^{2/3} = 2,77 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

Визначаємо густину зовнішнього повітря:

$$\rho_3 = 353 / (273 + t_3) = 353 / (273 + (-22)) = 1,41 \text{ кг/м}^3;$$

Визначаємо масову повітропроникність віконного блоку:

$$G^K = Q^{\Delta p} \rho_3$$

- для 1-го поверху:  $G^K = 1,15 \cdot 1,41 = 1,62 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

- для 2-го поверху:  $G^K = 2,77 \cdot 1,41 = 3,91 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

Нормативна масова повітропроникність віконних блоків згідно таблиці 1 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 становить:  $G_K = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ , отже розрахункова повітропроникність не перевищує допустимого значення при встановленні вікон класу Д, та класу Г на останньому поверсі згідно ДСТУ Б В.2.6-23:2009.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

### 3.6. ЗВЕДЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЛІ

Таблиця 20

#### Загальні характеристики

Призначення будівлі	Енергоефективний дитячий садок з поліпшеними екологічними характеристиками
Призначення будівлі	Будівлі дитячих дошкільних закладів
Загальна площа, м <sup>2</sup>	-
Загальний об'єм, м <sup>3</sup>	-
Кондиціонована (опалювана) площа, м <sup>2</sup>	4774,1
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м <sup>3</sup>	15604
Об'єм для вентиляції, м <sup>3</sup>	12880,2
Кількість поверхів	2
Рік введення в експлуатацію	Нове будівництво
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	п.2.2
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	I
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	-
Тип місцевості	Середньозахищений простір
Середня висота приміщення, м	2,97
Внутрішня теплоємність. Вт·год/(м <sup>2</sup> ·К)	50
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі. Їх характеристики (за зонами):	немає
- кондиціонована (опалювана) площа, м <sup>2</sup>	-
- кондиціонований (опалюваний) об'єм, м <sup>3</sup>	-
- об'єм для вентиляції, м <sup>3</sup>	-
Показник компактності будівлі, м <sup>-1</sup>	0,42
Кількість під'їздів або входів	1
Графік опалення, год/тиждень	168
Графік охолодження, год/тиждень	50
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	25
Температура чергового режиму опалення, °С	20
Температура чергового режиму охолодження, °С	-

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

## Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт		Площа А. м <sup>2</sup>
	значення	мінімальні вимоги	
<b>Зовнішні стіни, з них:</b>	X	X	<b>1712,8</b>
- що межують із зовнішнім повітрям	4,43	4,00	1712,8
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	-	-
- що межують із суміжними будівлями	-	X	-
<b>Покриття, з них:</b>	X	X	<b>1756,2</b>
- суміщені	7,62	7,00	1756,2
- опалювальних горюч	-	-	-
- технічних поверхів	-	-	-
- мансард	-	-	-
<b>Перекрыття, з них:</b>	X	X	<b>10,4</b>
- неопалюваних горюч	-	-	-
- над проїздами та під еркерами	5,2	5,00	10,4
- над неопалюваними підвалами	-	-	-
<b>Конструкції, що межують з ґрунтом:</b>	X	X	<b>2514,7</b>
- підлоги по ґрунту	2,7/3,74	X	445,9/1299,9
- стіни цокольного поверху	8,0	X	768,9
- перекрыття над техпідпіллям	-	-	-
<b>Світлопрозорі огорожу вальні конструкції, з них:</b>	X	X	<b>567,7</b>
- вікна і балконні двері	1,08	0,90	567,7
- вітражі	-	-	-
- світлопрозорі фасади	-	-	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	-	-
- в місцях загального користування*	-	-	-
<b>Зенітні ліхтарі</b>	-	-	-
<b>Зовнішні двері</b>	0,70	0,70	<b>40,7</b>
*Для багатоквартирних житлових будинків			

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

**Енергетичні характеристики**

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	190,668	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[12,219]	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	57,745	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[3,701]	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	26,045	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[1,669]	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	9,97	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[0,639]	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	53,864	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[3,452]	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	43,044	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[2,759]	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:	тис. кВт·год	274,075	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[17,564]	
- в опаленні	тис. кВт·год	182,809	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[11,716]	
- в охолодженні	тис. кВт·год	19,654	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[1,26]	
- в гарячому водопостачанні	тис. кВт·год	71,612	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[4,589]	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт·год	446,888	
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	93,61	
Річні викиди парникових газів	Т	81,606	
	кг/м <sup>2</sup> [кг/м <sup>3</sup> ]	17,09	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[4,34]	[32]*
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		A	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Енергетичні та теплотехнічні показники будівлі відповідають мінімальним вимогам
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	Забезпечити постійний моніторинг енергоспоживання із подальшим аналізом показників та у разі відмінності фактичних показників від розрахункових визначити фактори даного впливу та розробити заходи по їх усуненню.

Показник компактності будівлі -  $\Lambda_{bc1} = A_{\Sigma}/V = 6602,5/15604 = 0,42 \text{ м}^{-1}$ .

Визначення відсоткової різниці між фактичною та граничним значенням енергоспоживання

$$\Delta EP = [(EP_{use} - EP_p)/EP_p] \cdot 100\% = [(4,34 - 32)/32] \cdot 100\% = -86,44 \%$$

Згідно таблиці 1 розділу Методики визначення енергетичної ефективності будівель зі змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства розвитку громад та територій № 261 від 27.10.2020 будівля відноситься до **класу енергоефективності «А»**.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

РОЗДІЛ 4.  
ЗАГАЛЬНІ РІШЕННЯ З  
АВТОМАТИЗАЦІЇ

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	

## 4.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ ДНЗ

Автоматизація всіх процесів у системі теплопостачання виконується за допомогою контролера RAUT AUTOMATIC серії FREEMAX, що вільно програмується. Роботи системи базується на включенні ТАСО в нічний період доби та відключення у денний час. Всі інші системи працюють у черговому режимі. Увімкнення дублюючих джерел теплоти відбувається у разі виходу з ладу основного обладнання, або у разі зниження температури зовнішнього повітря нижче  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 4.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Автоматизація процесів у системі вентиляції включає у себе:

- автоматичне відключення систем загальнообмінної вентиляції при виникненні пожежі;
- регулювання відпуску тепла для забезпечення заданої температури повітря в приміщеннях з опалювальними приладами за допомогою вбудованих терморегуляторів;
- регулювання потрібної температури повітря, яке підготовлює і подає у приміщення система припливної вентиляції;
- сигналізацію забруднення фільтрів; - встановлення системи автоматизації припливно-витяжних установок (з регуляторами швидкості);
- встановлення затримки на вимикання витяжних вентиляторів;
- управління контуром тепло- та холодопостачання з можливістю попередньо задати температури повітря в приміщенні;
- перемикання режиму роботи зима/літо;
- сигналізацію про аварію;
- програмне зниження температури та витрати свіжого повітря в приміщеннях у неробочий час;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

- синхронізацію роботи прямої системи вентиляції кухні із роботою місцевих відсмоктувачів;
- ручне, дистанційне та автоматичне керування вогнезатримуючими клапанами при пожежі.

### 4.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОТИПОЖЕЖНИХ СИСТЕМ

Передбачено автоматизацію процесів та/або диспетчеризація наступних протипожежних систем дошкільного навчального захисту:

- вентиляторів димовидалення (ВД), компенсації димовидалення (КД) та підпору повітря (ПД);
- клапанів димовидалення (КВД), компенсації димовидалення (ККД) та підпору повітря у ліфтові холи (КПД);
- вогнезатримуючих клапанів (КВ) в системах вентиляції;
- вимкнення загальнообмінної вентиляції при пожежі шляхом формування сигналу “пожежа” у відповідний силовий щит;
- системи протипожежного водопроводу (електрозасувки на обвідній лінії).

В основі системи закладено обладнання системи автоматики “Кодас”, виробництва ТОВ “Кодас Ко”. Система складається з щита центрального автоматики протипожежного захисту та сигналізації ЩЦАПЗС, щитів (ящиків) автоматики поверхових (ЯПАПЗС), щитів місцевого управління вентиляторами димовидалення/компенсації димовидалення/підпору повітря ЩМУ, щита автоматики пожежної електрозасувки на обвідній лінії ШАПЗ.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 5. РІШЕННЯ З ІНЖЕНЕРНО- ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	

## 5.1. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА. СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Цей проєкт передбачає оснащення дитячого садка системою пожежної сигналізації згідно з вимогами [38-40]. Ця система буде цілодобово відстежувати стан пожежних сповіщувачів і, у разі виявлення пожежі на ранній стадії, оперативно сповіщатиме персонал звуковими та світловими сигналами тривоги.

Одночасно з цим, система автоматично активуватиме протипожежний захист, що включає:

- вимкнення вентиляції;
- закриття вогнезатримуючих клапанів;
- подачу сигналу в систему керування евакуацією;
- передачу тривожного повідомлення "ПОЖЕЖА" на пульт централізованого спостереження пожежної охорони.

## 5.2. ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

Щоб забезпечити вибухо- та пожежобезпечну експлуатацію інженерних систем, проєкт передбачає автоматичне відключення припливно-витяжної вентиляції у разі спрацювання автоматичної пожежної сигналізації.

Транзитні міжповерхові повітропроводи будуть прокладені у подвійних перегородках всередині будівельних конструкцій, що мають необхідну межу вогнестійкості згідно з нормами. На входах і виходах з цих повітропроводів встановлять універсальні протипожежні клапани (для режиму вогнезатримання), які матимуть ручне керування та відповідатимуть нормативним вимогам до вогнестійкості.

Усі місця проходу трубопроводів та повітропроводів крізь огорожувальні конструкції (стіни, перекриття) будуть обладнані захисними гільзами. Після встановлення ці гільзи ущільнюються негорючими матеріалами, які забезпечують збереження межі вогнестійкості самої огорожувальної конструкції за показником EI (втрата цілісності та теплоізоляційної здатності).

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 5.3. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА. СИСТЕМА ОПОВІЩЕННЯ

Цей проєкт передбачає оснащення дитячого садка системою керування евакуацією.

Система керування евакуацією, що включає систему оповіщення про пожежу та покажчики напрямку евакуації, призначена для:

- оповіщення людей про пожежу в приміщеннях дитсадка;
- трансляції голосових повідомлень у цих приміщеннях.

Система оповіщення реалізована на базі обладнання виробництва ВЕЛЛЕЗ, Україна, і побудована за зональним принципом. Головне обладнання системи буде розташоване в приміщенні ПожПосту на першому поверсі.

### 5.4. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА. СИСТЕМА ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Будівля оснащена системою пожежогасіння. Зокрема, це система локального пожежогасіння кухонного обладнання (СЛПКО). Її призначення — раннє виявлення та гасіння займань жирів, олій та твердих горючих речовин, що можуть виникнути на кухнях громадського харчування, в кафе, ресторанах чи промислових кухнях.

Гасіння пожежі відбувається локально, із застосуванням спеціальної вогнегасної речовини, безпосередньо на площі займання. Об'єктами, які захищає ця система, є поверхні плит, фритюрниці, жаровні, сковороди, грилі, печі, а також фільтри витяжних зонтів та переходи витяжних каналів.

### 5.5. БЛИСКАВКОЗАХИСТ

Цей проєкт передбачає комплексну систему блискавкозахисту відповідно до вимог ДСТУ EN 62305-3:2012. Вона захищатиме будівлю як від прямих ударів блискавки, так і від їхніх вторинних проявів.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Система зовнішнього блискавкозахисту складається з трьох основних частин:

- блискавкоприймачі: елементи, що перехоплюють удар блискавки.
- доземні провідники: опускаються від блискавкоприймачів до землі.
- система заземлення: елементи, що розсіюють струм блискавки в ґрунті.

Для захисту від вторинних ефектів блискавки (наприклад, перенапруг) передбачено електричну ізоляцію зовнішньої системи блискавкозахисту (LPS) та встановлення пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗП).

До складу системи зовнішньої системи блискавкозахисту належать:

- провідники захисної сітки над дахом.
- оцинкований сталевий дріт діаметром 8 мм.
- спеціальні тримачі для кріплення дроту на парапетах, стінах та даху.
- хрестові болтові з'єднувачі.
- смуга заземлення, провідники системи заземлення та антикорозійний бандаж.

Згідно з вимогами нормативних документів та архітектурно-технологічних рішень, блискавкозахист реалізується комплексно, використовуючи метод сітки.

Для захисту плоских поверхонь покрівлі від прямого удару блискавки застосовується блискавкоприймальна сітка. Ця сітка, виконана з оцинкованого сталевого дроту діаметром 8 мм (маркування W-08/ST), укладається відкрито на покриття покрівлі за допомогою спеціальних тримачів. Розміри чарунок захисної сітки не перевищують 15x15 метрів, що відповідає вимогам для III рівня захисту (LPL) згідно з ДСТУ. Сітка кріпиться на універсальних тримачах для плоскої покрівлі, парапету та стін.

## 5.6. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

На об'єкті облаштовано протирадіаційне укриття (ПРУ), призначене для безпеки цивільного населення. Його планування розроблене відповідно до ДБН В.2.2-5:2023 "Захисні споруди цивільного захисту".

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

При проектуванні ПРУ було вжито низку інклюзивних заходів, детальний опис яких міститься у томі "Інклюзивність".

Приміщення захисної споруди обладнані всім необхідним, включаючи ліжка, місця для сидіння, баки з водою, ящики з інструментами, вогнегасники тощо.

До складу ПРУ входять:

- приміщення для зберігання забрудненого одягу;
- кімнати для продовольства;
- їдальня;
- основні та підсобні приміщення;
- санвузли;
- душові;
- універсальні санітарно-гігієнічні приміщення.

## 5.7. ЗАГАЛЬНІ РІШЕННЯ ПО ЗАХИСТУ ВІД ШУМУ

Для зменшення шуму, що виникає при працюючих вентсистемах в проекті передбачається:

- застосування обладнання з низькими шумовими характеристиками, та обладнання в шумозахисному корпусі;
- приєднання повітропроводів до вентиляторів за допомогою гнучких вставок; - обладнання систем глушниками шуму;
- швидкість повітря в повітропроводах і решітках повинна прийматися із умови допустимих рівнів шуму;
- виконання вентустановок в корпусі із високим ступенем захисту від шуму;
- встановлення шумозахисних екранів в місцях розташування обладнання на покрівлі;
- кріплення установок до покрівлі/підлоги/перекриття здійснюється із застосуванням відброізоляторів.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



Температури в зворотньому трубопроводі джерела енергії  
 Середня температура подав./звор.  
 Сумарне споживання енергії об'єктом за виключенням базових надходжень, кВт\*год

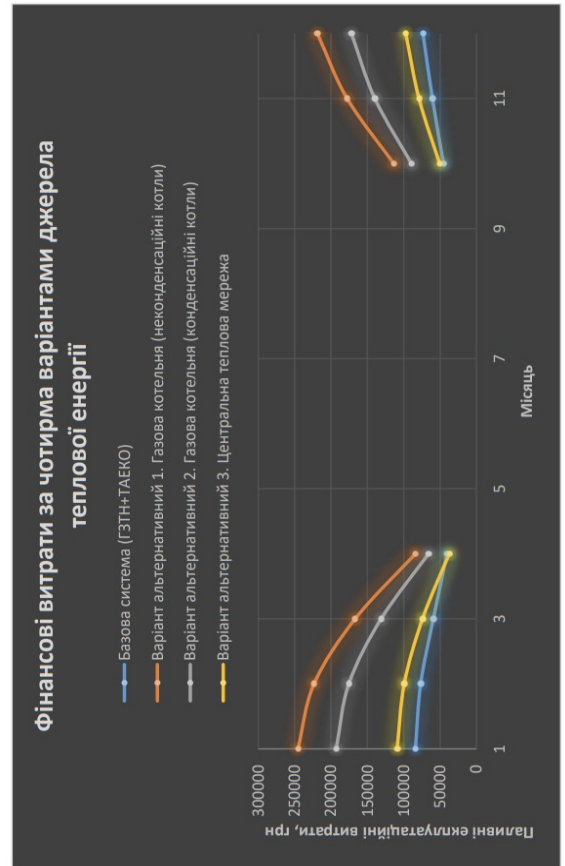
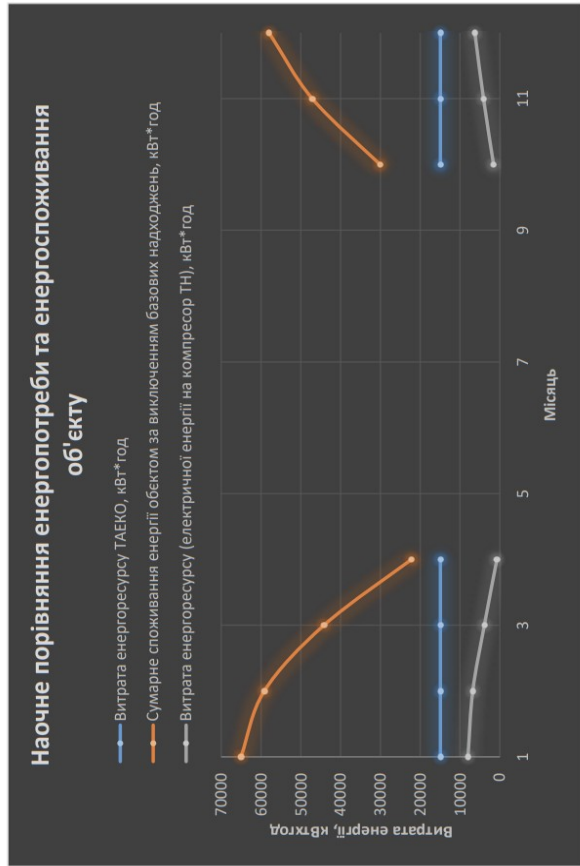
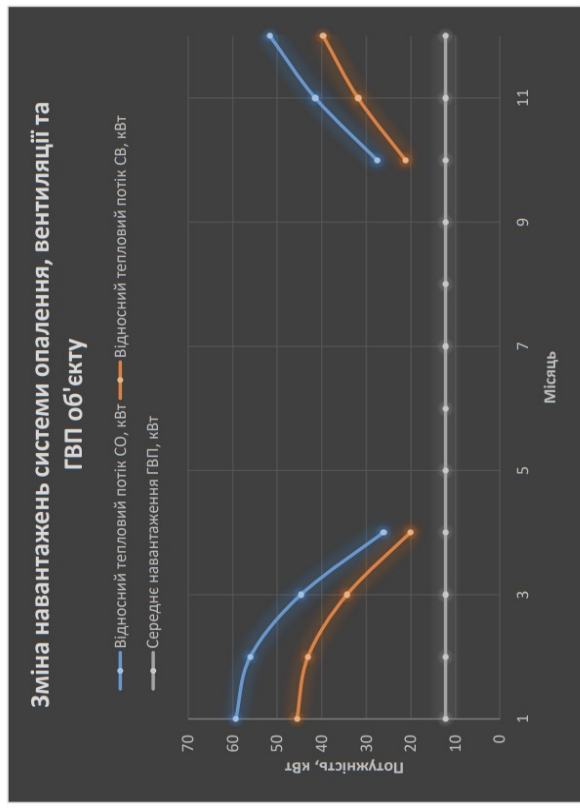
32,19 29,19 25,38 30,62  
 35,24 31,49 26,73 33,28  
 65028,5 59165,0 44187,9 22159,9 280,0843

БЛОК 2. ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ (ЗИМОВИЙ ПЕРІОД)

Витрата енергоресурсу ТАЕКО, кВт*год	14932,8	14932,8	14932,8	14932,8	14932,8	14932,8	14932,8	104529,6
Фактичний COP геотермального реверсивного теплового насосу	6,254	6,5	7,505	7,839	7,839	6,861	6,861	
Витрата енергоресурсу (електричної енергії на компресор ТН), кВт*год	8010,18	6804,96	3898,09	3898,09	734,68	6270,65	6270,65	31397,09
Витрата енергоресурсу циркуляційними насосами СО та вентиляторами СВ, кВт*год	4684,8	4684,8	4684,8	4684,8	4684,8	4684,8	4684,8	
Витрата енергоресурсу Варіант альтернативний 1. Газова котельня (неконденсаційні котли), мЗ	8179,68	7442,14	5558,23	2787,41	2787,41	7290,03	7290,03	40965,52
Витрата енергоресурсу Варіант альтернативний 2. Газова котельня (конденсаційні котли), мЗ	6427,32	5847,79	4367,48	2190,25	2190,25	4656,55	4656,55	32189,36
Витрата енергоресурсу Варіант альтернативний 3. Центральна ТМ, Гкал	55,9	50,9	38	19,1	19,1	40,5	40,5	280,1
Фінансові експлуатаційні витрати базового варіанту, грн	83899,78	76668,46	59227,24	40246,78	40246,78	60469,24	60469,24	439253,4
Фінансові експлуатаційні витрати 1 альтернативного варіанту, грн	245390,4	223264,2	166746,9	83622,3	83622,3	177783,6	177783,6	1228966
Фінансові експлуатаційні витрати 2 альтернативного варіанту, грн	192819,6	175433,7	131024,4	65707,5	65707,5	139696,5	139696,5	965680,8
Фінансові експлуатаційні витрати 3 альтернативного варіанту, грн	109005	99255	74100	37245	37245	78975	78975	546195
Вартість Гкал теплової енергії Базовий варіант								1568
Вартість Гкал теплової енергії Варіант 1								4388
Вартість Гкал теплової енергії Варіант 2								3448
Вартість Гкал теплової енергії Варіант 3 (дотаційний варіант)								1950

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Пояснювальна записка



Базова система (ГЗТН+ТАЕКО)  
 Варіант альтернативний 1. Газова котельня (неконденсаційні котли)  
 Варіант альтернативний 2. Газова котельня (конденсаційні котли)  
 Варіант альтернативний 3. Центральна теплова мережа

Рисунок 10. Результати розрахунку техніко-економічного порівняння систем

# РОЗДІЛ 7. НАУКОВА ЧАСТИНА

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	

У сучасному світі, де енергоефективність стає пріоритетом, підхід до будівлі як до єдиної енергетичної системи є ключовим для досягнення оптимальних показників споживання ресурсів та створення комфортних умов. Це не просто сума окремих інженерних систем, а складна взаємопов'язана структура, де кожен елемент впливає на енергетичний баланс та ефективність інших. Комплексний аналіз дозволяє виявити потенційні точки втрат і запропонувати найбільш ефективні рішення для їх мінімізації.

Аналіз будівлі як єдиної енергетичної системи охоплює широкий спектр аспектів:

1. Оболонка будівлі (огороджувальні конструкції): стіни, дах, вікна, двері та підлога. Їхня теплоізоляція, повітропроникність та здатність до накопичення тепла є першочерговими факторами. Аналізується коефіцієнт теплопередачі (U-value) кожного елемента, наявність містків холоду та герметичність з'єднань. Сучасні методи, такі як термографія, дозволяють візуалізувати теплові втрати та виявити слабкі місця.

2. Системи опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВК): серце енергетичної системи будівлі. Оцінюється ефективність джерел тепла/холоду (котли, теплові насоси, чиллери), розподільчої мережі (трубопроводи, повітроводи), а також систем управління та регулювання. Важливо, щоб система ОВК була правильно розрахована на теплові навантаження та забезпечувала необхідний повітрообмін без надмірних втрат енергії. Рекуперація тепла у вентиляційних системах є важливим елементом енергозбереження.

3. Системи гарячого водопостачання (ГВП): аналізується споживання гарячої води, ефективність водонагрівачів (котли, сонячні колектори, теплові насоси для ГВП) та втрати тепла в мережі.

4. Електричні системи та освітлення: оцінюється споживання електроенергії на освітлення (перевага надається LED-технологіям з датчиками присутності та освітленості), побутові прилади, ліфти, насоси тощо. Важливим

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

аспектом є інтеграція з відновлюваними джерелами енергії (сонячні панелі, вітрові турбіни), якщо це можливо.

5. Системи управління будівлею (BMS/BAS - Building Management/Automation System): це інтелектуальний "мозок", що об'єднує та контролює всі інженерні системи. Завдяки BMS можна оптимізувати роботу обладнання, автоматично регулювати мікроклімат, освітлення та інші параметри відповідно до реальних потреб, графіків та зовнішніх умов, що значно підвищує енергоефективність.

Комплексний аналіз будівлі як єдиної енергетичної системи базується на зборі та обробці даних про енергоспоживання, вимірюванні параметрів мікроклімату, тепловізійних обстеженнях, а також на математичному моделюванні (енергетичне моделювання). Отримані дані дозволяють створити "енергетичний паспорт" будівлі, визначити базовий рівень споживання та розробити індивідуальні рекомендації щодо енергомодернізації.

До переваг комплексного підходу можна віднести:

- значне зниження енергоспоживання, а саме виявлення та усунення "вузьких місць", що дозволяє економити до 30-50% енергії, а в деяких випадках і більше;
- підвищення комфорту, а саме оптимізація роботи систем забезпечує стабільний температурний режим, якість повітря та достатнє освітлення;
- зменшення експлуатаційних витрат;
- Збільшення вартості нерухомості: Енергоефективні будівлі є більш привабливими на ринку.
- зниження викидів парникових газів, збереження навколишнього середовища та відповідність екологічним стандартам.

Таким чином, комплексний аналіз будівлі як єдиної енергетичної системи є не просто технічним завданням, а стратегічним підходом, що дозволяє досягти гармонії між комфортом, економічністю та екологічною відповідальністю, забезпечуючи стійкий розвиток об'єкта.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Декомпозиція будівлі як єдиної енергетичної системи забезпечує повне розуміння того, як різні компоненти взаємодіють, впливаючи на загальну енергетичну ефективність. Ретельно аналізуючи та оптимізуючи ці взаємодії, можна підвищити енергоефективність, зменшити витрати та сприяти сталому розвитку.

Сьогодні існує значна кількість робіт, які застосовують різні підходи до комплексного аналізу будівлі як єдиної енергетичної системи. Модель прогнозування з високою точністю значно сприяє покращенню енергоефективності та гнучкості будівлі. Однак більшість існуючих моделей прогнозування базуються або на моделі з одним часовим рядом, або на статичній моделі, що робить їх поганими для довгострокових прогнозів. У роботах [41, 42] пропонується гібридна модель прогнозування, яка поєднує модель глибокого ансамблю (DE) та модель авторегресії (AR).

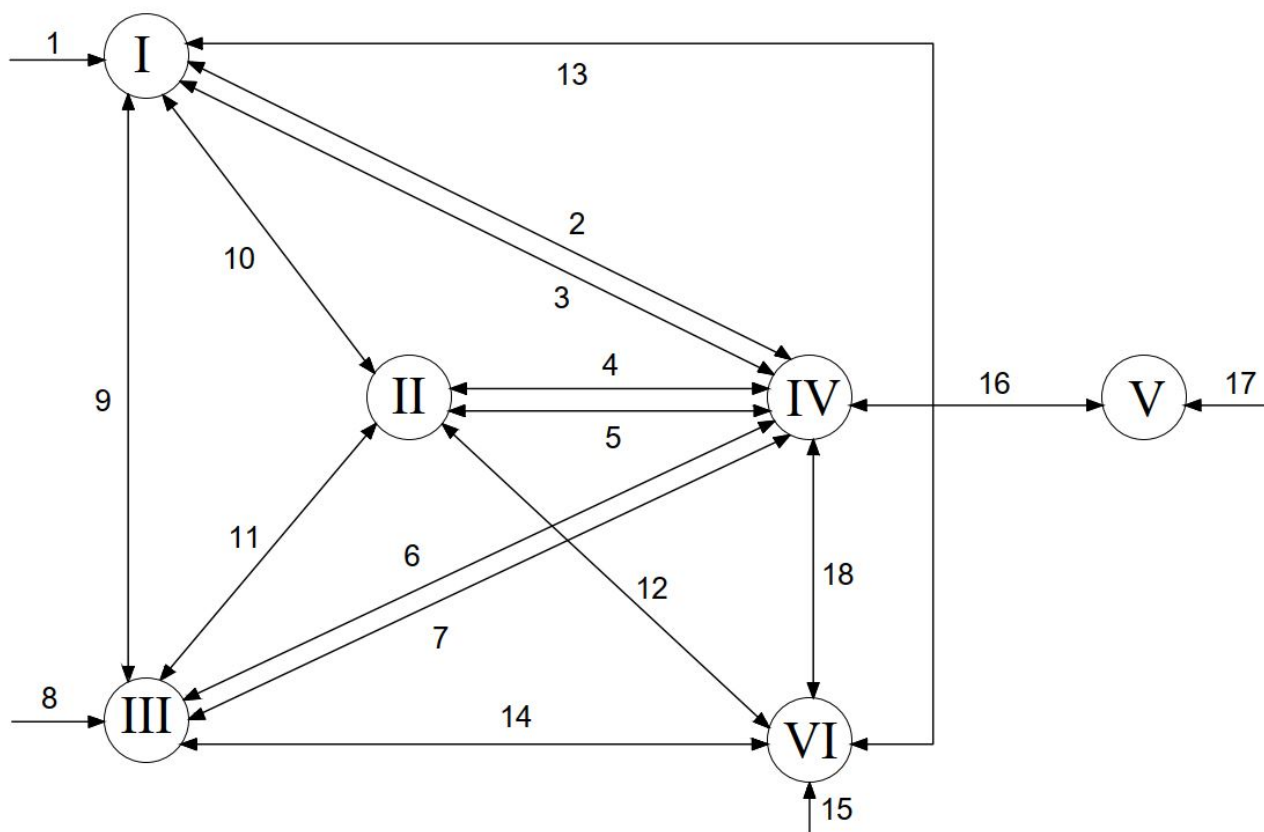
Декомпозицію будівлі як єдиної енергетичної системи можна представити трьома основними взаємопов'язаними енергетичними підсистемами [43], кожна з яких також може містити різні джерела постачання та втрат енергії:

- енергетичний вплив зовнішніх кліматичних факторів на огорожувальну конструкцію будівлі.
- енергія, що міститься в огорожувальній конструкції будівлі, тобто зовнішній огорожувальній конструкції будівлі.
- енергія, що міститься в об'ємі будівлі, тобто у внутрішньому повітрі, внутрішньому обладнанні, несучих та ненесучих внутрішніх конструкціях.

Було складено графік теплового балансу будівлі - графічне зображення, яке показує співвідношення між тепловими втратами будівлі та тепловою енергією, необхідною для підтримки бажаної температури в приміщенні протягом опалювального періоду. Іншими словами, він демонструє, скільки тепла втрачається через стіни, вікна, дах, підлогу та інші елементи будівлі, а також скільки тепла потрібно додати, щоб компенсувати ці втрати. На рисунку 11

						<i>Пояснювальна записка</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

показано графік теплового балансу будівлі, який дає повний огляд методу розкладання.



**Рисунок. 11. Графік теплового балансу приміщення:**

I - зовнішні оболонки, II - внутрішні оболонки, III - заповнення світлового вікна, IV - внутрішнє повітря, V - вентиляція, VI - внутрішнє обладнання. Посилання 2, 4, 6, 8 характеризують теплопередачу конвекцією між внутрішньою поверхнею оболонки, а також поверхнею обладнання та внутрішнім повітрям, ланки 3, 4, 5, 7 характеризують теплові потоки, зумовлені фільтрацією через оболонку, ланки 9-14 характеризують радіаційну теплопередачу між внутрішніми поверхнями оболонки та внутрішніми поверхнями з обладнанням, ланка 16 характеризує конвективне тепло, що безпосередньо передається повітрю приміщення, ланки 1, 8, 15, 17 - зовнішні ланки між елементом приміщення та зовнішнім елементом.

Відповідно, для декомпозиції енергетичної системи будівлі актуальними є такі завдання:

- моделювання зниження температури будівлі в аварійних або резервних режимах роботи системи опалення: зниження температури будівлі залежно від масивності будівлі та залежно від швидкості повітрообміну.

- вплив розміщення опалювальних приладів (традиційних та близькомасивних несучих конструкцій) на параметри мікроклімату та енергетичні характеристики будівлі.

- моделювання зміни результуючої температури як фактора, що впливає на тепловий комфорт людини, залежно від поєднання конвективної та інфрачервоної складових системи опалення.

- комплексні дослідження впливу окремих елементів систем опалення та вентиляції на енергетичні характеристики будівлі.

Використовуючи графічну модель на рисунку 1 та декомпозицію [43], було обрано залежність (1) різниці температур між зовнішнім та внутрішнім середовищами від низки факторів, пов'язаних з охолодженням будівлі, детально описаних у [44, 45].

$$\Theta_t := \Theta_0 \cdot \exp\left(\frac{-2A}{B} \cdot (t)^{\frac{1}{2}}\right) \quad (1)$$

де:  $\Theta_0$  – початкова різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям, °C; A and B – критерії, що визначаються залежностями (2-3); t – час, с.

$$A := L \cdot c_{air} \cdot \frac{\rho_{air}}{3.6} + K_{лбі} \cdot A_{лбі} \quad (2)$$

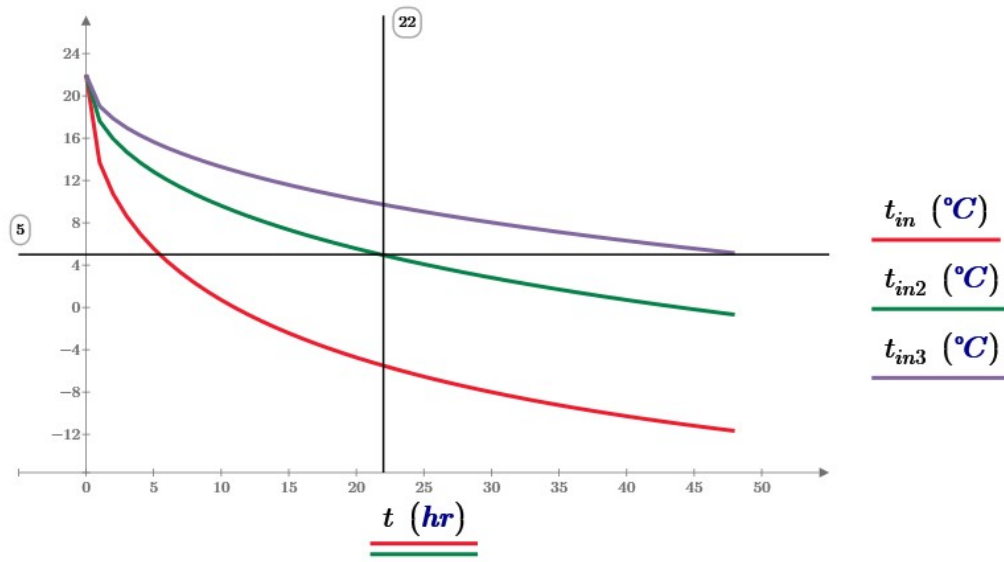
де: L – інфільтраційна (у разі аварійного охолодження) або вентиляційна (в нормальному режимі експлуатації будівлі) витрата повітря, м<sup>3</sup>/год;  $A_{лбі}$  – площа зовнішніх огорожувальних конструкцій, м<sup>2</sup>;  $K_{лбі}$  – зведений коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, Вт/м<sup>2</sup>\*К;  $c_{air}$  і  $\rho_{air}$  – теплоємність (кДж/кг\*К) та щільність повітря (кг/м<sup>3</sup>).

$$B := A_{мі} \cdot (\lambda \cdot c \cdot \rho)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

де:  $A_{мі}$  – площа внутрішніх конструкцій будівлі, м<sup>2</sup>;  $\lambda$ , c та  $\rho$  – теплопровідність (Вт/м\*К), теплоємність (кДж/кг\*К) та густина (кг/м<sup>3</sup>) матеріалу стіни.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Відповідно до залежності (1), результати охолодження умовної «двокімнатної» будівлі з трьома конструктивно несучими стінами загальною площею будівлі 50 м<sup>2</sup> були отримані у варіаціях з внутрішніми конструкціями, виготовленими з матеріалів різної щільності. Результати цього моделювання показано на рисунку 12.



**Рисунок 12.** Зміна температури внутрішнього повітря при відключенні системи опалення відповідно до [44] при варіації лінійних розмірів внутрішніх несучих масивних конструкцій,  $t_{in}$  відповідає 35 м<sup>2</sup> стіни (один перестінок довжиною 10 м),  $t_{in2}$  - 70 м<sup>2</sup> стіни (дві перестінки довжиною 10 м),  $t_{in3}$  - 105 м<sup>2</sup> стіни (три перестінки довжиною 10 м)

За результатами розрахунків слід зазначити наступне: будівлю з точки зору її енергетичного балансу слід розглядати як розкладання трьох факторів: впливу зовнішнього середовища та енергій зовнішніх конструкцій будівлі та її внутрішнього середовища, включаючи несучі конструкції.

Варто також додати, що очевидне збільшення масивності будівлі призводить до зниження швидкості охолодження та, в свою чергу, може дозволити переглянути підхід до розрахункової температури зовнішнього середовища, що призведе до зменшення капітальних вкладень у всі інженерні системи виключно за рахунок зменшення номінальної потужності розрахунковим шляхом.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
2. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».
3. ДБН Б.2.2-5-2011 «Благоустрій територій».
4. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
5. ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки та споруди. Заклади освіти».
6. ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».
7. ДБН В 2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».
8. ДБН Б.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд».
9. ДСТУ 9171:2021 Настанова щодо забезпечення збалансованого використання природних ресурсів під час проектування споруд;
10. Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 17 березня 2011 року № 145.
11. ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
13. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
14. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
15. ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека».
16. ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації».
17. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».
18. ДБН В.2.2-4:2018 «Будинки і споруди . Заклади дошкільної освіти».
19. ДБН В.2.2-25:2009 «Підприємства харчування».
20. ДБН В.2.2-13-2003 «Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди».
21. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту».

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

*Пояснювальна записка*

22. Драганов Б.Х. Теплотехніка / Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. (за ред. Драганова Б.Х.) Теплотехніка. Підручник. - К: «ІНКОС», 2005. - 504 с.

23. Теплові насоси та їх використання: навч. посіб. / М.К. Безродний, І.І. Пуховий, Д.С. Кутра. – Київ.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.

24. Арсен'єв В.М., Мелейчук С.С. Теплові насоси:основи теорії і розрахунку: навч. посібн. Суми.СДУ, 2018. 364 с.

25.Пісарєв В.Є. Теплові насоси та холодильні установки: Навч. посібник. – Київ: КНУБА, 2002. – 124с

26.<https://www.buderus.com/ua>

27.<https://aerostar.ua>.

28. Системи енергозабезпечення з використанням відновлюваних джерел енергії: технічні, економічні та наукові аспекти побудови. Навчальний посібник / Т.В. Гільорме, Л.В. Накашидзе, Ю.О. Мітіков, І.С. Накашидзе – Дніпро: ДНУ імені Олеса Гончара, ТОВ „АКЦЕНТ ПП”, 2018. – 184 с.

29. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії:метод. вказів. до виконання розр.-граф. роботи : для студ. спец. 144 "Теплоенергетика"/М.А.Кириченко, Н.В.Чепурна, С.В.Барановська ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.-Київ:КНУБА, 2023 .-20 с.

31. Гаряче водопостачання. Навчальний посібник. Уклад.: Е.С.Малкін, І.Е.Фуртат, Н.В. Чепурна - К.:КНУБА, 2013.- 60 с.

32. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.

33. Соловей О.І. та ін. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.Г.Соловей, В.П.Розен, Ю.Г. Лега, О.О.Ситник, А.В.Чернявський, Г.В.Курбака. – Черкаси: ЧДТУ, 2005. – 299 с.

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

34. Маляренко В.А. Энергозбереження та енергетичний аудит : навчальний посіб. / В.А. Маляренко , І.А. Немировський. – 2–е вид., перероб. і доп. – Харків : НТУ «ХП», 2010. – 344 с.

35. Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів загальної середньої освіти з поліпшеними екологічними характеристиками: методичні рекомендації / А. Ігнатенко та ін.; під загальною редакцією Н. Дюжилової. Київ: проект «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується GIZ за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ), 2021. 187 с.

36. Кольчик Ю.М., Проектування зовнішніх огорожень на основі багатошарових конструкцій. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Будівельна теплофізика» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція», спеціальності 144 «Теплоенергетика» спеціалізації «Енергетичний менеджмент» КНУБА, 2020р. - 40 с.

37. Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів дошкільної освіти з поліпшеними екологічними характеристиками: методичні рекомендації / Д. Богдан та ін.; під загальною редакцією Н. Дюжилової. Київ: проект «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується GIZ за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ), 2023. 241 с.

38. *Захист* від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1-7-2016. – [Чинний від 2017-06-01]. – Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 41 с.

39. Основи охорони праці: методичні рекомендації та індивідуальні завдання до виконання самостійних робіт з дисципліни “Основи охорони

						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

праці” для студентів усіх спеціальностей і форм навчання / Клімова І.В., Кравчук В.Т., Федоренко С.В. – К.: КНУБА, 2021. - 32 с.

40. Будівництво. Електробезпе́чність. Загальні вимоги. Система стандартів безпеки праці.: ДСТУ Б А.3.2-13:2011. – [Чинний від 2012-12-01]. – Київ: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 14 с.

41. Liang, X., Chen, S., Zhu, X., Jin, X., & Du, Z. (2023). Domain knowledge decomposition of building energy consumption and a hybrid data-driven model for 24-h ahead predictions. *Applied Energy*, 344, 121244.

42. Eisenhower, B., O'Neill, Z., Fonoberov, V. A., & Mezić, I. (2012). Uncertainty and sensitivity decomposition of building energy models. *Journal of Building Performance Simulation*, 5(3), 171-184.

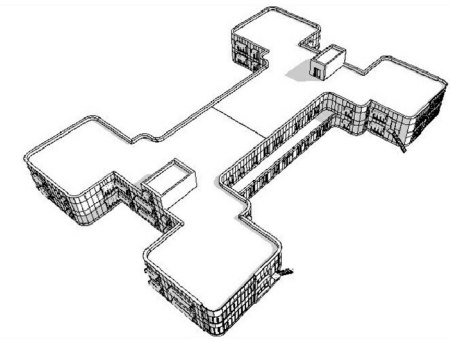
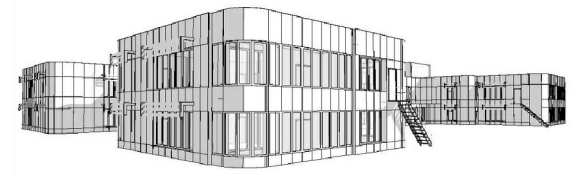
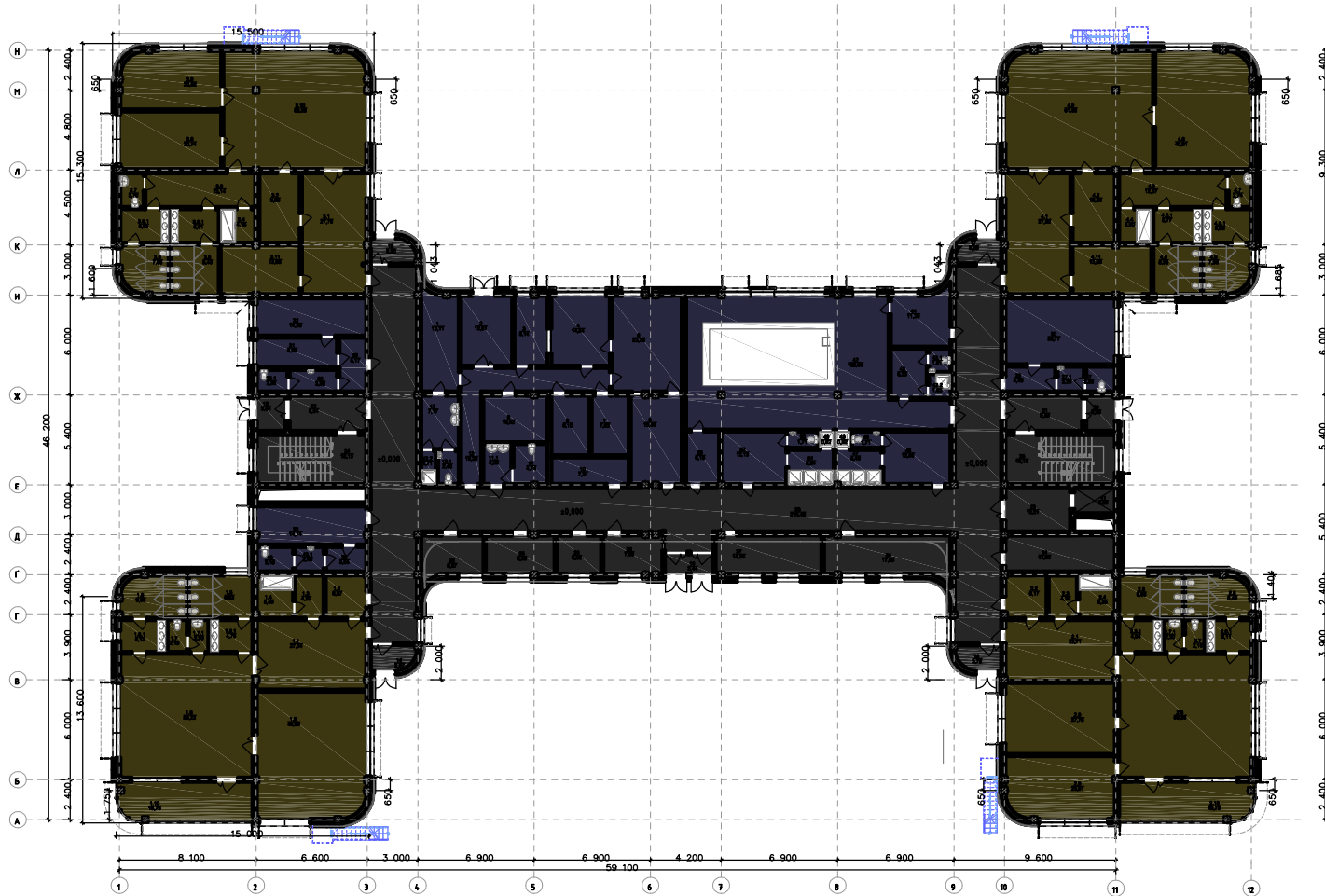
43. Y. A. Tabunschikov, *Mathematical Models of Thermal Conditions in Buildings*, Boca Raton, Florida: CRC Press, 1993.

44. Horikiri, K., Yao, Y., & Yao, J. (2014). Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indoor thermal comfort assessment. *Building and Environment*, 77, 135-147.

45. Monstvilas, E., Stankevičius, V., Karbauskaitė, J., Burlingis, A., & Banionis, K. (2012). Hourly calculation method of building energy demand for space heating and cooling based on steady-state heat balance equations. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(3), 356-368.

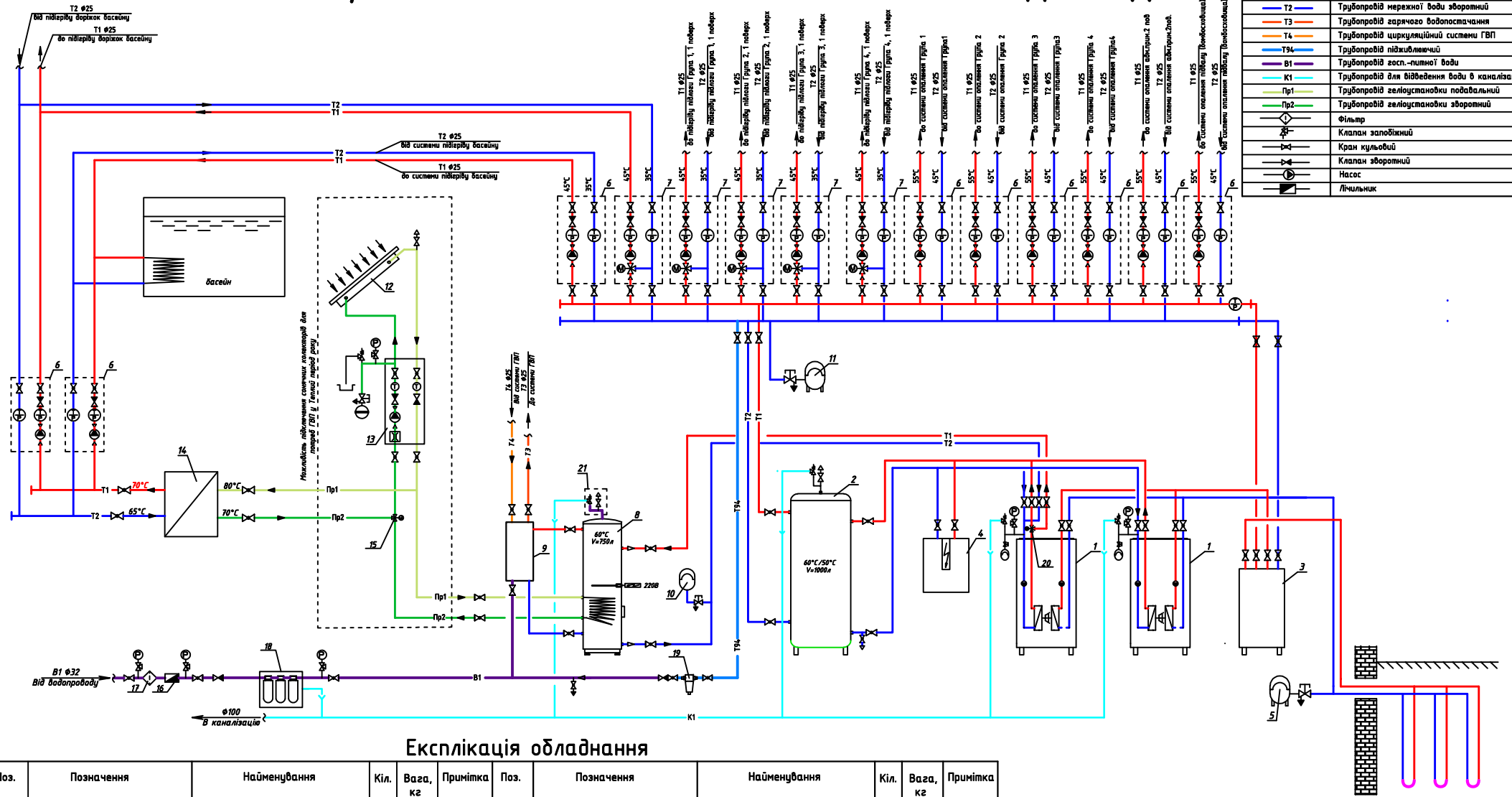
						<i>Пояснювальна записка</i>	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

# ДИТЯЧИЙ САДОЧОК. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА							
	Прізвище	Підпис	Дата	Енергопостачання та інженерне забезпечення енерофективного дитячого садочка з вбудованим протипадаційним укриттям	Літера	Маса	Масштаб
Виконав	Габа				ДП		
Керівник	Погосов				Лист		Листів
Консульт.							
Заб.кафедра	Кириченко						
				Принципова схема теплопостачання будівлі ДНЗ			КНУБА зТЕМ-23 кафедра теплотехніки

# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БУДІВЛІ ДНЗ



Умовні позначення	
<span style="color: red;">—</span>	Т1 Трубопровід мережної води подавальний
<span style="color: blue;">—</span>	Т2 Трубопровід мережної води зворотний
<span style="color: orange;">—</span>	Т3 Трубопровід гарячого водопостачання
<span style="color: lightblue;">—</span>	Т4 Трубопровід циркуляційної системи ГВП
<span style="color: cyan;">—</span>	Т94 Трубопровід підігрівача
<span style="color: purple;">—</span>	В1 Трубопровід гасп.-питної води
<span style="color: green;">—</span>	К1 Трубопровід для відведення води в каналізацію
<span style="color: lightgreen;">—</span>	Пр1 Трубопровід геолоустановки подавальний
<span style="color: darkgreen;">—</span>	Пр2 Трубопровід геолоустановки зворотний
	Фільтр
	Клапан запобіжний
	Кран кульовий
	Клапан зворотний
	Насос
	Лічильник

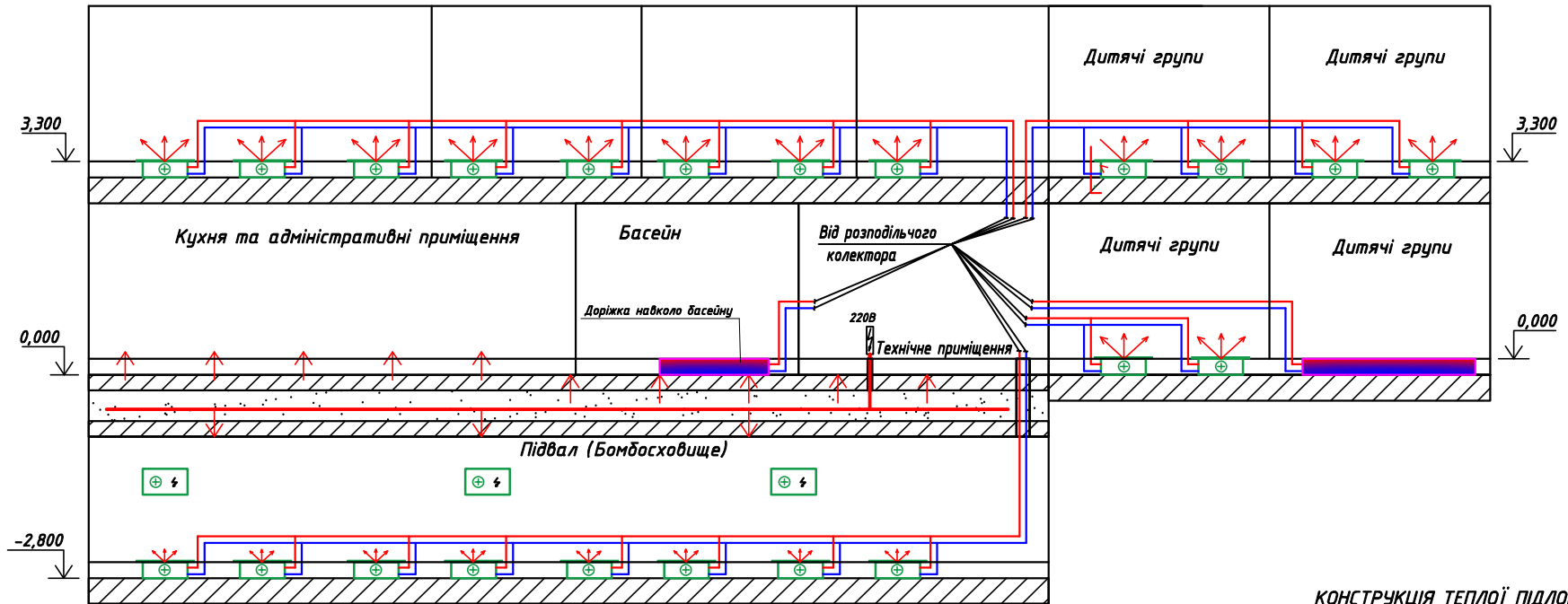
## Експлікація обладнання

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Вага, кг	Примітка	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Вага, кг	Примітка
1	Compress 7000 EHP 64-2 LW	Тепловий насос зрун.-вода, Q=64кВт; ~400 В з N-50 Гц, N=21,8 кВт	2	550	WUDERUS	12	Logasol SKN 4,0-s	Вертикальний сонячний колектор	8		WUDERUS
2	BP 1000 E 1 C	Буферний бак-накопичувач V=1000л; до теплового насосу	1		WUDERUS	13	Logasol KS 0110/ 2	Комплектна геолостанція	1		WUDERUS
3		Станція пасивного охолодження, 80 кВт з циркуляційним насосом	1		SWEP	14	B12HTx50/1P-SC-S(4x1 1/4" & 28U)	Теплообмінник паяний, "пропіленгліколь-вода"	1		ОПЕКС (Україна)
4	BOSCH TRONIC 5000 N 80KW	Електричний котел (резерв, плавкі навантаження)	1		WUDERUS	15		Трьохходовий змішувальний клапан	1		
5		Розширювальний бак земляного контуру	1			16		Лічильник	1		
6	HS 25/6 Комплект швидко монтажу контуру приготування ГВП	Насосна група опалювального контуру без змішувача.	8		WUDERUS	17		Фільтр	1		
7	HSN 25/6 Комплект швидко монтажу контуру опалення	Насосна група опалювального контуру із змішувачем.	5		WUDERUS	18		Станція водопідготовки	1		Інста. проваджен. електрич. води
8	RNR750.6 E S-B	Бак прямого нагріву ГВП, буферний, V=750л;	1		WUDERUS	19	Фільтр Honeywell FF06-AA	Фільтр сітчастий	1		
		В комплекті з електричним дозрівачем (9кВт)				20		Трьохходовий змішувальний клапан	1		
9	LogoFresh XL-Line	Промочна станція ГВП, 346кВт (до 100 л/хв)	1		Maibes	21	05G16051AB	Група безпеки бойлера	1		
10		Розширювальний бак, мембранний для ГВП									
11		Розширювальний бак, мембранний для системи опалення									

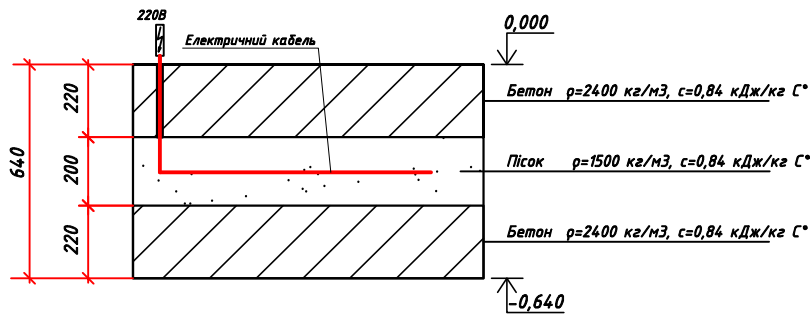
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА							
Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергопостачання та інженерне забезпечення енергоефективного дитячого садочка з вбудованим пропиррадіаційним укріпленням	Літера	Маса	Масштаб
Керівник	Габд				ДП		
Консульт.	Погосов				Лист		Листів
Заб.кафедри	Кириченко				КНУБА зТем-23 кафедра теплотехніки		
Принципова схема теплопостачання будівлі ДНЗ							

45 см

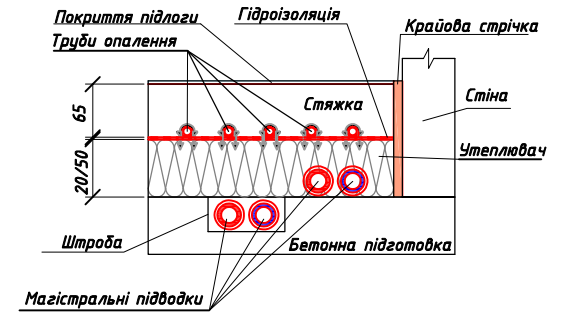
# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ ДНЗ



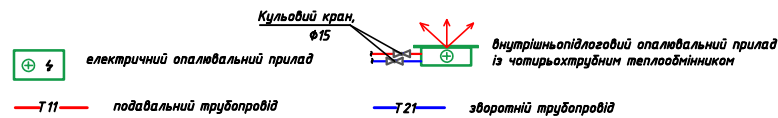
КОНСТРУКЦІЯ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ МІЖ ПІДВАЛОМ (БОМБОСХОВИЩЕМ) ТА ПЕРШИМ ПОВЕРХОМ  
S=862м<sup>2</sup>



КОНСТРУКЦІЯ ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ



Умовні позначення:



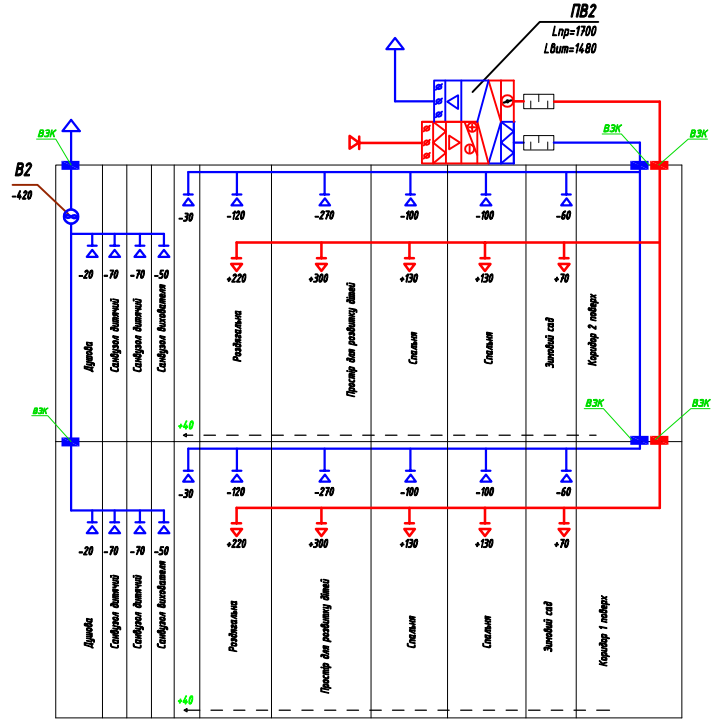
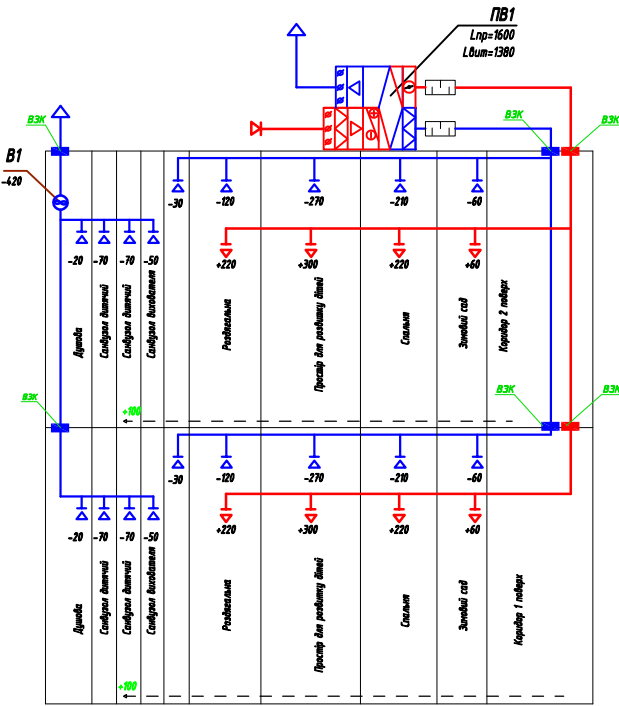
## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

	Прізвище	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Виконав	Габа			ДП		
Керівник	Погосов					
Консульт.						
Заб.кафедра	Кириченко			Лист	Листів	
Принципова схема теплопостачання будівлі ДНЗ				КНУБА з ТЕМ-23 кафедра теплотехніки		

# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ ДИТЯЧИХ ГРУП

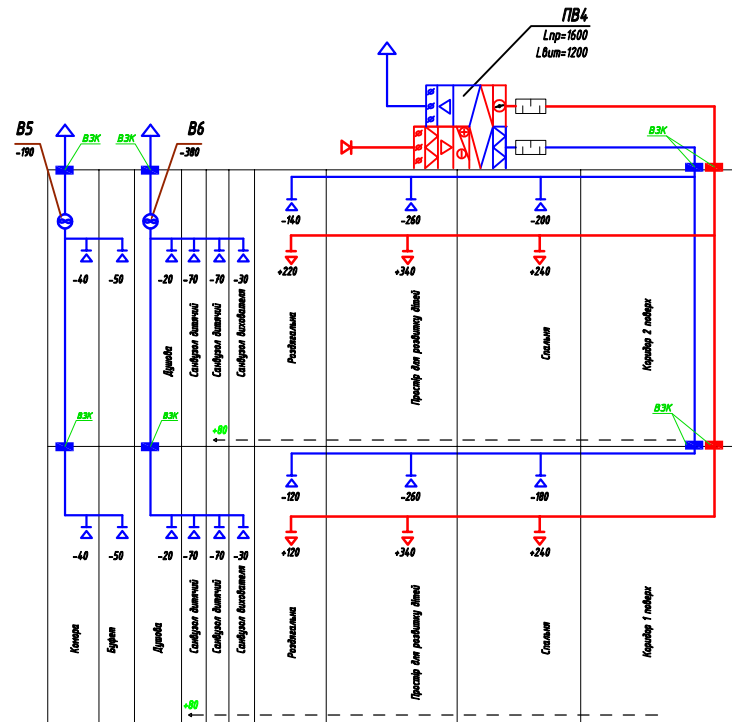
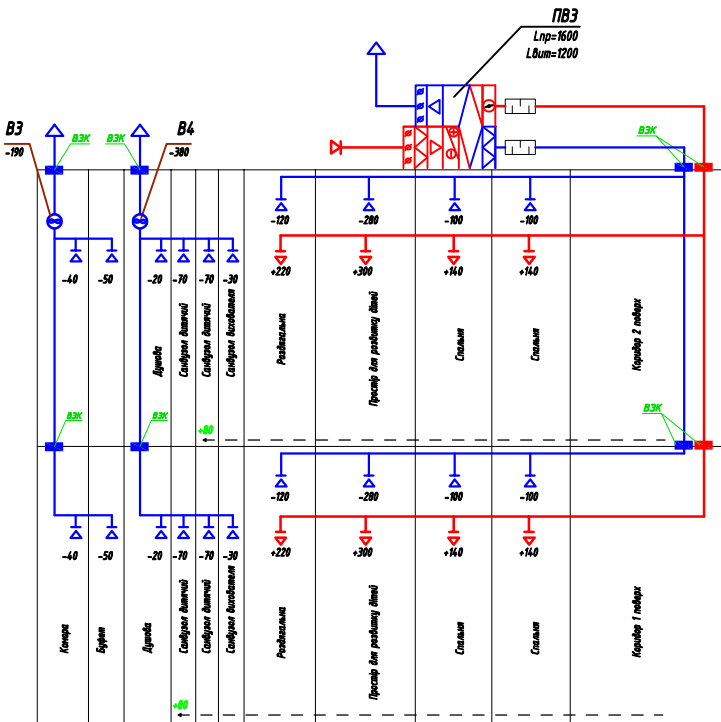
Дитяча група 1 (перший і другий поверх)

Дитяча група 2 (перший і другий поверх)



Дитяча група 3 (перший і другий поверх)

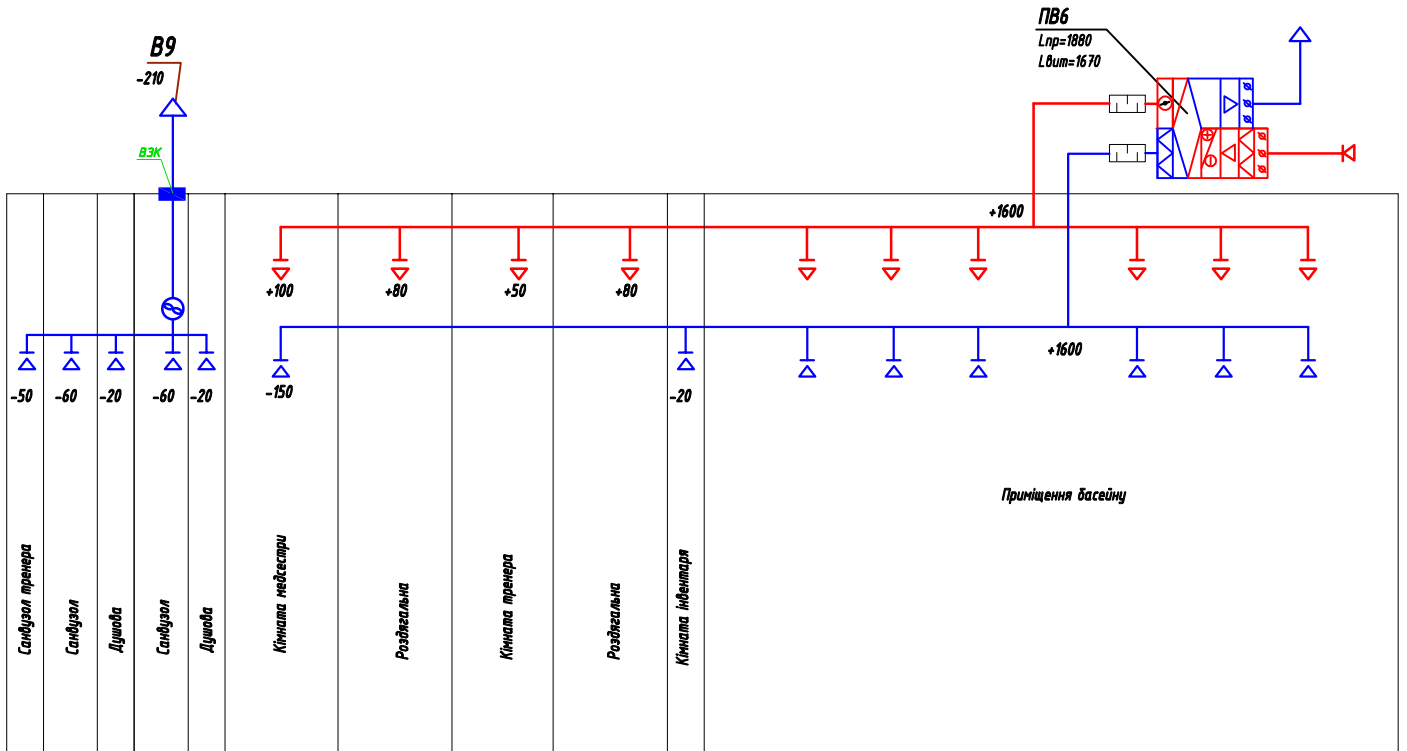
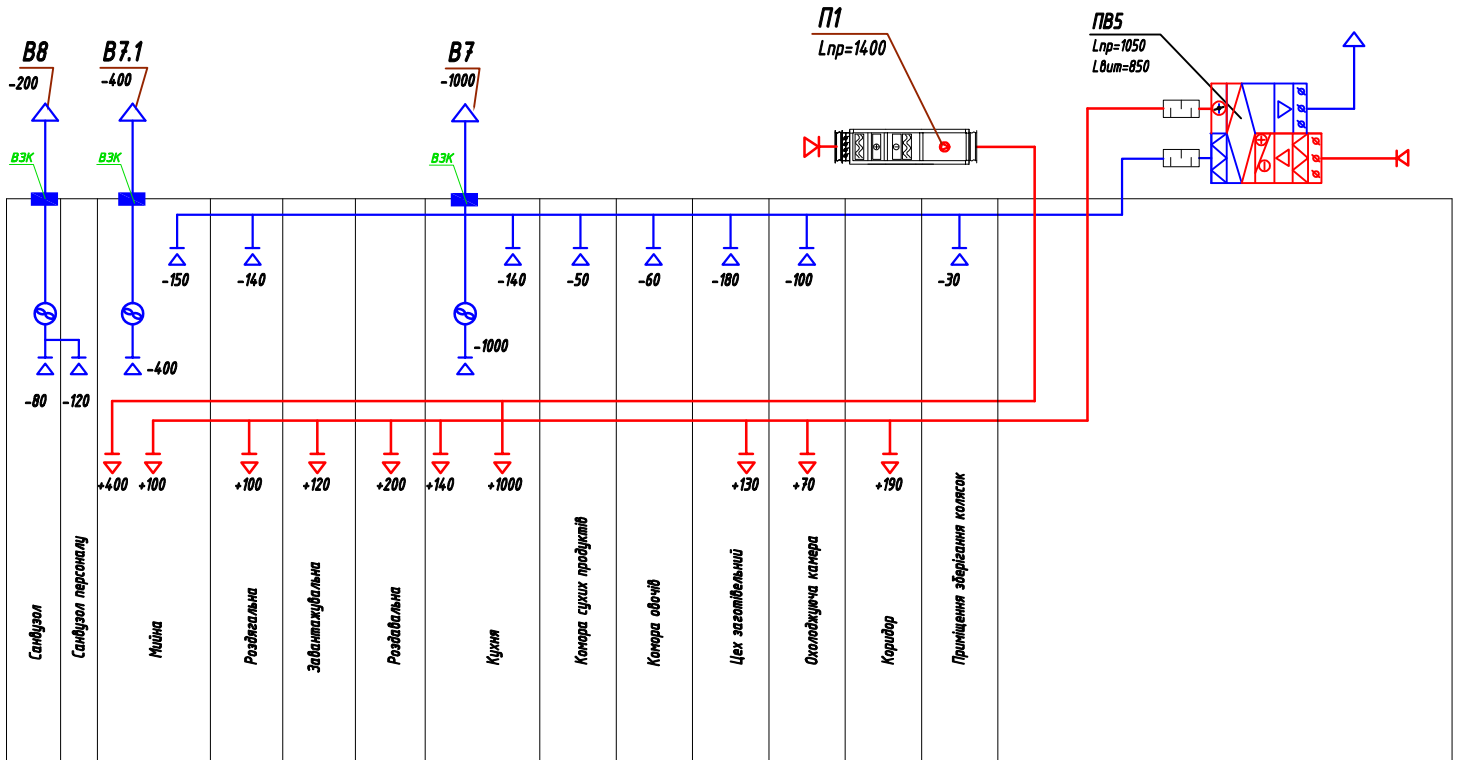
Дитяча група 4 (перший і другий поверх)



## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергопостачання та інженерне забезпечення енергоефективного дитячого садочка з відбудованим протирадіаційним укриттям	Літера	Маса	Масштаб
Керівник	Габа				ДП		
Консульт.	Позосов						
Зав.кафедри	Кириченко				Лист	Листів	
Принципова схема теплопостачання будівлі ДНЗ					КНУБА з ТЕМ-23 кафедра теплотехніки		

# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ КУХНІ ТА БАСЕЙНУ

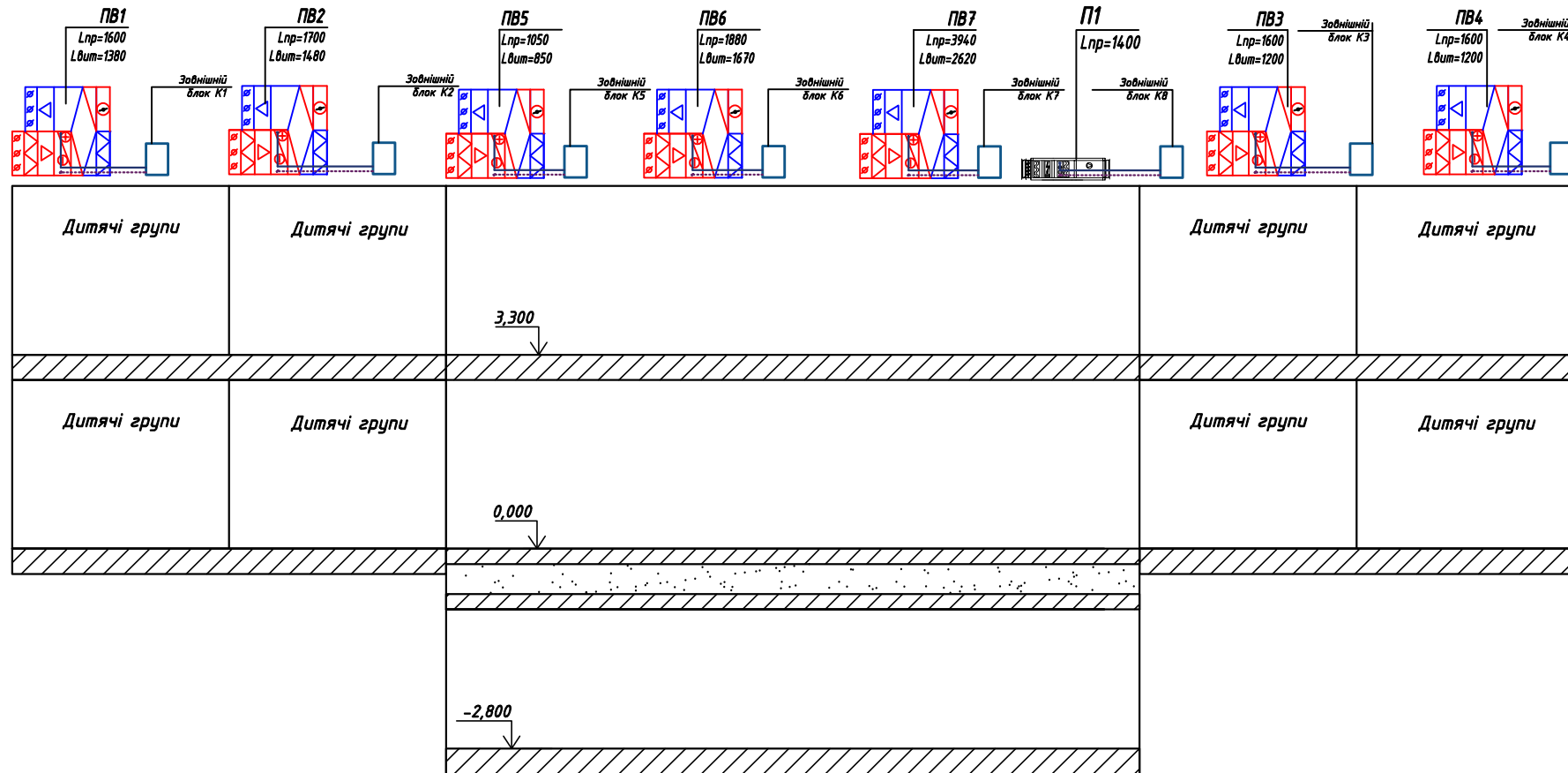


## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергопостачання та інженерне забезпечення енергоефективного дитячого садочка з відбудованим протирадіаційним укриттям	Літера	Маса	Масштаб
Керівник	Габа				ДП		
Консульт.	Погосов						
Зав.кафедр	Кириченко				Лист	Листів	
Принципова схема теплопостачання будівлі ДНЗ					КНУБА зТЕМ-23 кафедра теплотехніки		



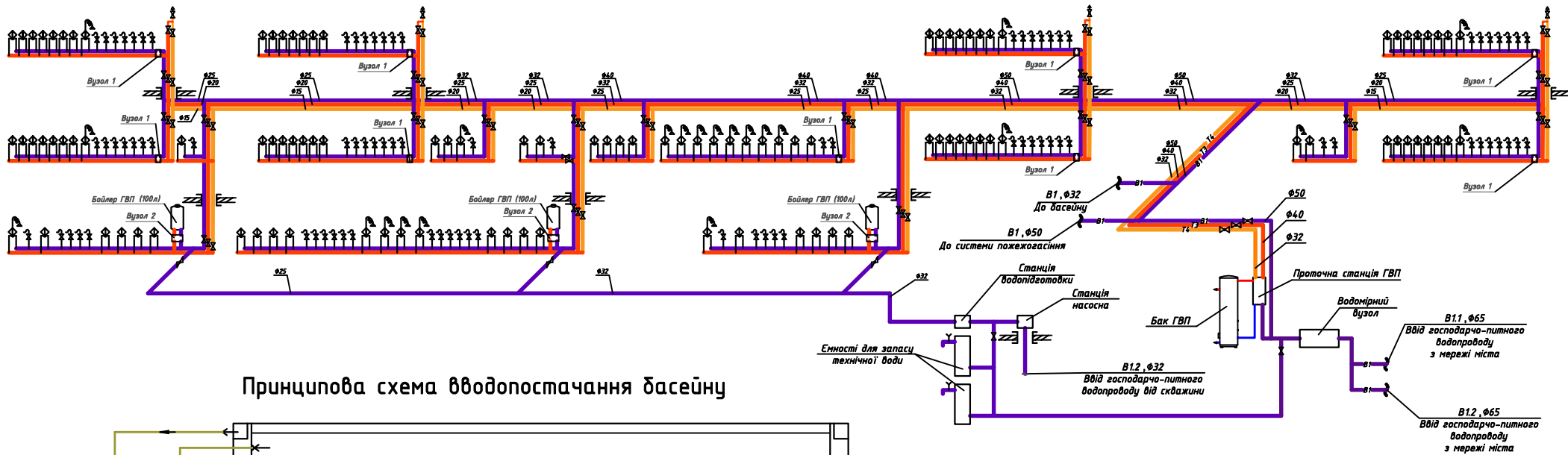
# ПРИНЦИПОВА СХЕМА ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК



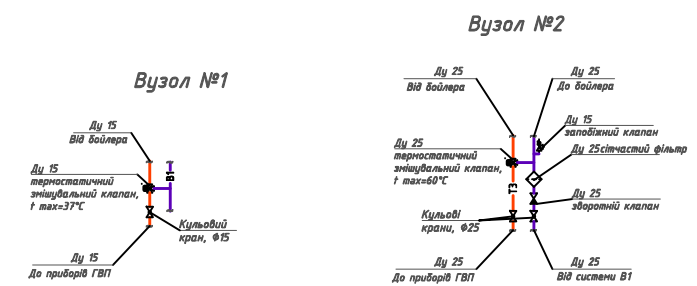
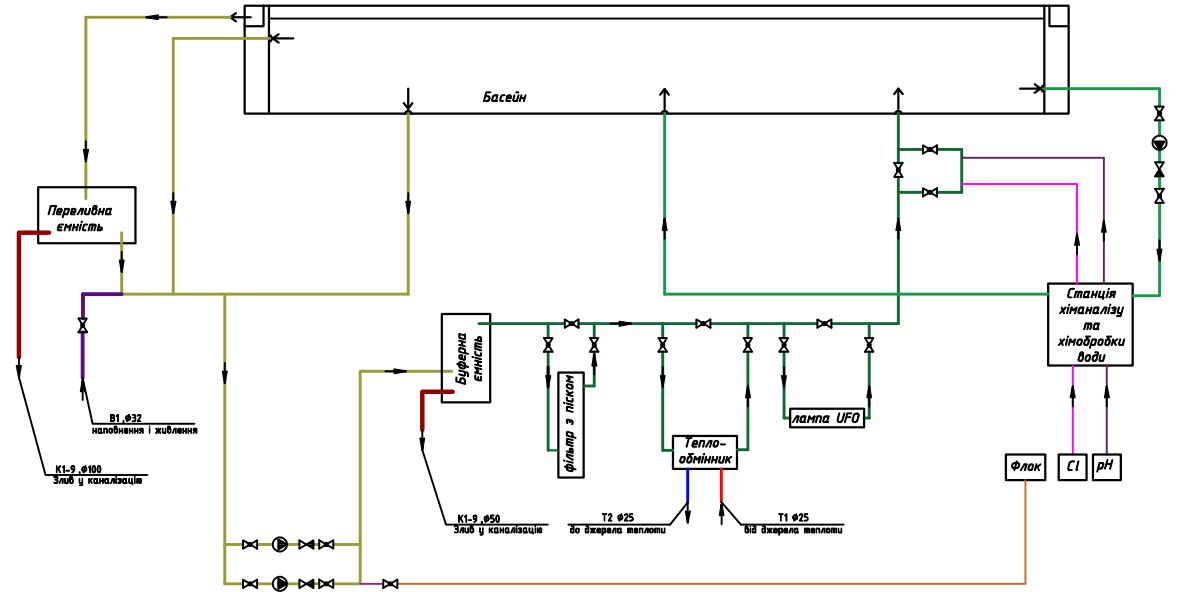
## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

	Прізвище	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Виконав	Габа			ДП		
Керівник	Погосов					
Консульт.						
Зав. кафедр.	Кириченко					
Принципова схема теплопостачання будівлі ДНЗ				Лист	Листів	
				КНУБА зТЕМ-23 кафедра теплотехніки		

# ПРИНЦИПОВА СХЕМА СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ



Принципова схема водопостачання басейну

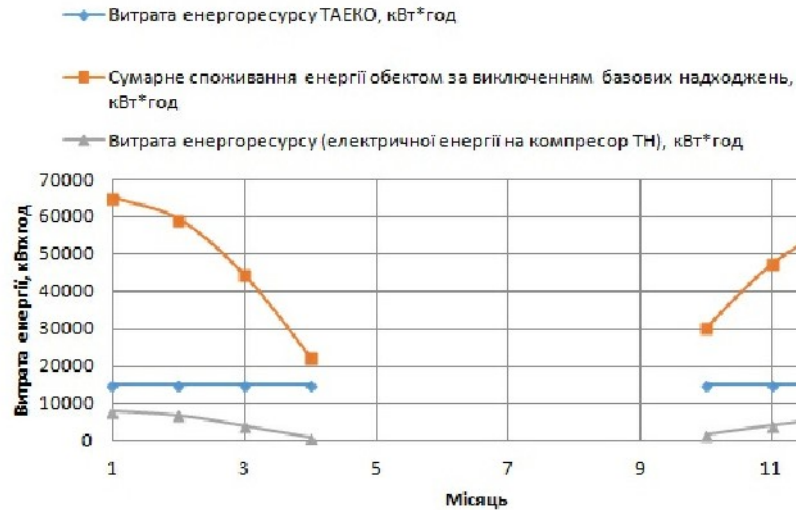


Умовні позначення			
	Трубопровід води, що забирається на фільтрації		Трубопровід подачі теплоносія Т1
	Трубопровід чистої води після фільтрації		Трубопровід відведення теплоносія Т2
	Трубопровід аналізу води		Трубопровід подачі рН-мінуса
	Трубопровід зливання води в каналізацію		Трубопровід подачі дезінфектанта
	Трубопровід підживлювачий,гасп.-питного водопроводу		Трубопровід подачі флокулянта
	Трубопровід контуру гарячої води		Трубопровід контуру циркуляції гарячої води

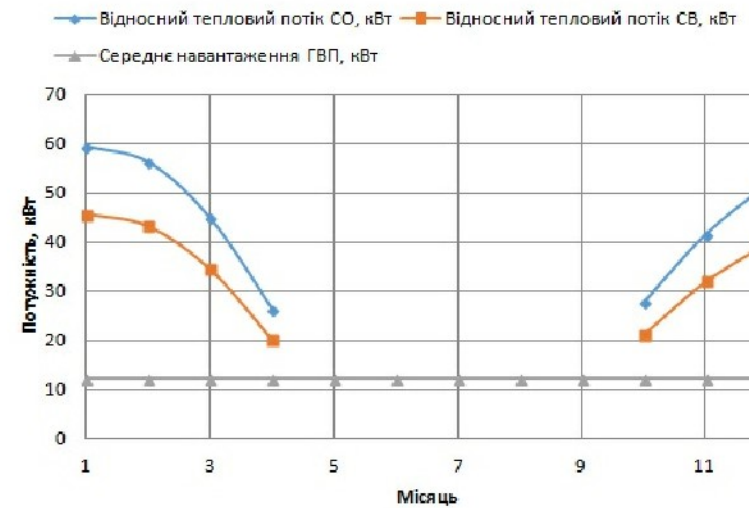
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				Літера	Маса	Масштаб
Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	ДП		
Керівник	Габя					
Консульт.	Погосов					
Заб.кафедра	Кириченко					
Принципова схема водопостачання будівлі ДНЗ				Лист	Листів	
				КНУБА зТЕМ-23 кафедра теплотехніки		

# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

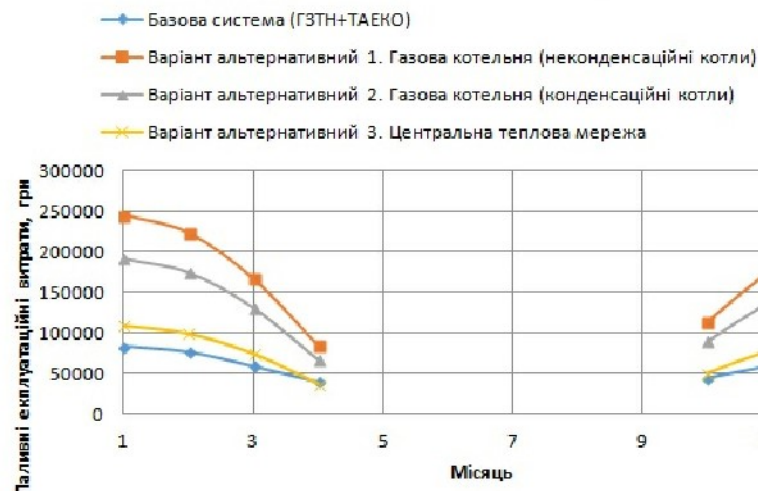
## Порівняння енергопотребности та енергоспоживання об'єкту



## Зміна навантажень системи опалення, вентиляції та ГВП об'єкту



## Фінансові витрати за чотирма варіантами джерела теплової енергії



## Енергетичні показники систем формування мікроклімату

Витрата енергоресурсу ТАЕКО, кВт*год	14932,8	14932,8	14932,8	14932,8
Фактичний COP геотермального реверсивного теплового насоса	6,254	6,5	7,505	9,837
Витрата енергоресурсу (електричної енергії на компресор ТН), кВт*год	8010,18	6804,96	3898,09	734,68
Витрата енергоресурсу циркуляційними насосами СО та вентиляторами СВ, кВт*год	4684,8	4684,8	4684,8	4684,8
Витрата енергоресурсу Варіант альтернативний 1. Газова котельня (неконденсаційні котли), м3	8179,68	7442,14	5558,23	2787,41
Витрата енергоресурсу Варіант альтернативний 2. Газова котельня (конденсаційні котли), м3	6427,32	5847,79	4367,48	2190,25
Витрата енергоресурсу Варіант альтернативний 3. Центральна ТМ, Гкал	55,9	50,9	38	19,1
Фінансові експлуатаційні витрати базового варіанту, грн	83899,78	76668,46	59227,24	40246,78
Фінансові експлуатаційні витрати 1 альтернативного варіанту, грн	245390,4	223264,2	166746,9	83622,3
Фінансові експлуатаційні витрати 2 альтернативного варіанту, грн	192819,6	175433,7	131024,4	65707,5
Фінансові експлуатаційні витрати 3 альтернативного варіанту, грн	109005	99255	74100	37245

Вартість Гкал теплової енергії базовий варіант

1568

4388

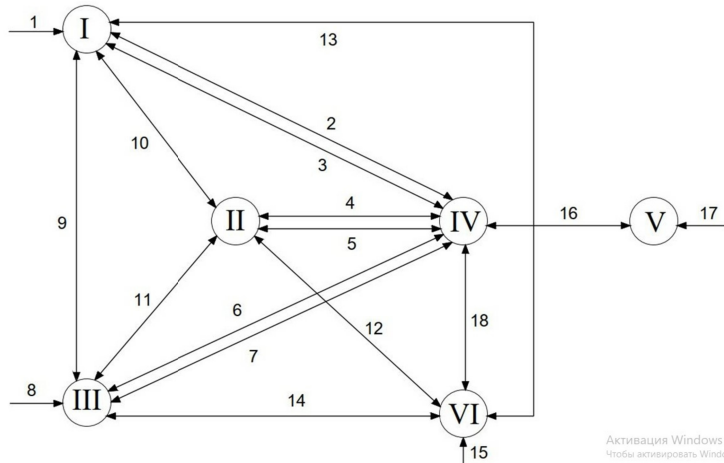
3448

1950

# НАУКОВА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

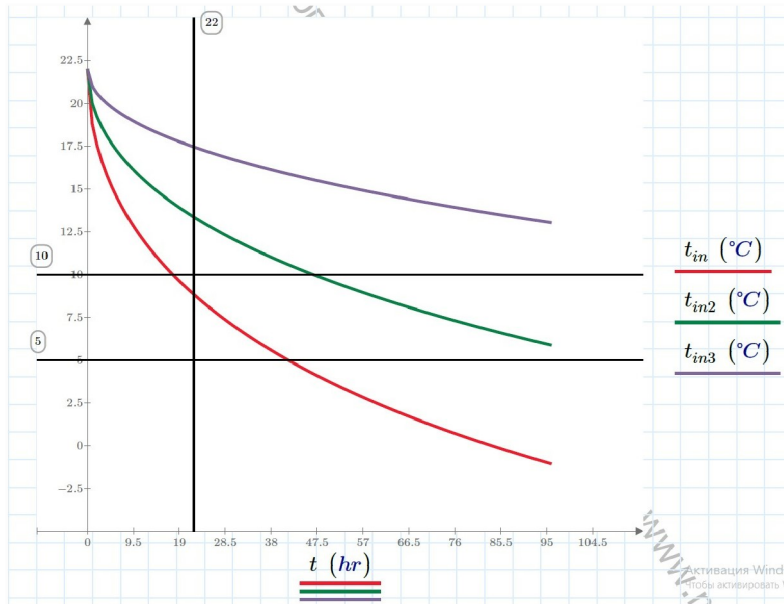
Графік теплового балансу приміщення

Модельовання у середовищі MathCad



I - зовнішні оболонки,  
 II - внутрішні оболонки, I  
 III - заповнення світлового вікна,  
 IV - внутрішнє повітря,  
 V - вентиляція,  
 VI - внутрішнє обладнання.

Зміна температури внутрішнього повітря при відключенні системи опалення



Блок 1. Моделювання охолодження будівлі по [1]

Создано в RT-Mathcad Express. Детальніше про інформацию см. в www.mathcad.com

0			
$3.6 \cdot 10^3$			
$7.2 \cdot 10^3$			
$1.08 \cdot 10^4$			
$1.44 \cdot 10^4$			
$1.8 \cdot 10^4$			
$2.16 \cdot 10^4$	s	$\Theta_0 = 44 \text{ K}$	
$2.52 \cdot 10^4$			
$2.88 \cdot 10^4$			
$3.24 \cdot 10^4$			
$3.6 \cdot 10^4$			
$3.96 \cdot 10^4$			

Вихідні дані

$t_{out} := -22 \text{ }^\circ\text{C}$	темперовн.пов.	$\lambda := 1.51 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$	теплопров.мас.мат.
$c_{air} := 1005 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$	теплоемн.пов.	$c := 1200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$	теплоемн.акум.констр.
$A_{пл} := (120 \cdot 2 + 30 \cdot 2) \cdot 5 \text{ m}^2 = (1.5 \cdot 10^3) \text{ m}^2 = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	пл.легк.констр.	$L := 120 \cdot 30 \cdot 5 \cdot 1 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} = 5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	густ.акум.констр.
$A_{пл} := 110 \cdot 30 \cdot 0.5 \text{ m}^2 = (1.65 \cdot 10^3) \text{ m}^2$	пл.акум.констр.		витр.пов.(авар.)
$K_{пл} := \frac{1}{3} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	коэф.теплопер.легк.	$\rho_{air} := 1.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	густ.пов.

Балансове рівняння та коефіцієнти

$$A \cdot \Theta_s + B \cdot \sqrt{t} \cdot \frac{d\Theta_s}{dt} = 0$$

$$A = L \cdot c_{air} \cdot \frac{\rho_{air}}{3.6} + K_{пл} \cdot A_{пл} = (2.175 \cdot 10^3) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$$

$$B = A_{пл} \cdot (\lambda \cdot c \cdot \rho)^{\frac{1}{2}} = (3.441 \cdot 10^6) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$$

Розв'язок після інтегрування балансового рівняння

$$\Theta_s = \Theta_0 \cdot \exp\left(\frac{-2A}{B} \cdot (t)^{\frac{1}{2}}\right) \quad t_{in} = \Theta_s + t_{out}$$

$L2 := 120 \cdot 30 \cdot 5 \cdot 0.5 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$   
 $A2 := L2 \cdot c_{air} \cdot \frac{\rho_{air}}{3.6} + K_{пл} \cdot A_{пл} = (1.338 \cdot 10^3) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$   
 $\Theta_{s2} := \Theta_0 \cdot \exp\left(\frac{-2A2}{B} \cdot (t)^{\frac{1}{2}}\right)$   
 $t_{in2} := \Theta_{s2} + t_{out}$   
 $L3 := 120 \cdot 30 \cdot 5 \cdot 0.1 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$   
 $A3 := L3 \cdot c_{air} \cdot \frac{\rho_{air}}{3.6} + K_{пл} \cdot A_{пл} = 667.5 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$   
 $\Theta_{s3} := \Theta_0 \cdot \exp\left(\frac{-2A3}{B} \cdot (t)^{\frac{1}{2}}\right)$   
 $t_{in3} := \Theta_{s3} + t_{out}$

Активация Windows  
 Чтобы активировать Windows