

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21М  
Спеціальності 192 – Будівництво та  
цивільна інженерія

Клепач О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Ковальський В.П.

(прізвище та ініціали)

«15» 12 2022 р.

Опонент к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Пономарчук І.А.

(прізвище та ініціали)

«16» 12 2022 р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри БМГА

В.В. Швець

(прізвище та ініціали)

«16» 12 2022 року

Вінницький національний технічний університет  
( повне найменування вищого навчального закладу )

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво  
(шифр і назва)  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітня програма Промислове та цивільне будівництво



### ЗАВДАННЯ

#### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Клепач Олександр Ігоревич

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель

керівник роботи Ковальський В.П., к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "14" 09 2022 року №203

2. Строк подання магістрантом роботи 5.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення офісної будівлі в місті Вінниці. Дослідження впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель в ході проектування.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Аналіз сучасного стану питання (огляд літературних джерел)

2. Чисельне моделювання виконання всієї документації в програмі Archicad, порівняння показників та величин в Microsoft Excel

3. Аналіз і узагальнення результатів дослідження (аналіз одержаних результатів виявлення найбільш впливових чинників)

4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення - розрахунок планувальних відміток генплану, основні архітектурно-будівельні рішення об'єкту; розробка конструктивних рішень та організація будівництва).

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

6. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту).

Висновки


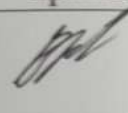
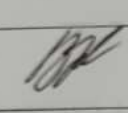
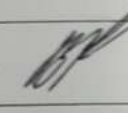
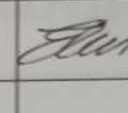
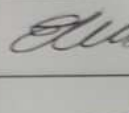




5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 4 арк. ( плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Технічний розділ – 7 арк. (фасад, генеральний план, розрізи, техніко-економічні показники генплану, план фундаментів, організація будівництва, технологічна карта на монтаж фасадних панелей, календарний графік будівництва)


6. Консультанти розділів роботи

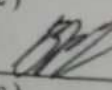
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3. Вступ, науковий розділ.	Ковальський В.П., к.т.н. доцент кафедри БМГА		
4. Технічні рішення.	Ковальський В.П., к.т.н. доцент кафедри БМГА		
5. Економічна частина.	Лялюк О.Г., к.т.н., доц. каф. БМГА		
6. Охорона праці та цивільний захист	Кобилянська І. М., к.пед.н., доц. каф. БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання вступу до МКР	01.09-09.09.22	
2	Науково-дослідна частина	02.09-30.09.22	
3	Архітектурно-будівельні рішення	03.10-17.10.22	
4	Конструктивні рішення	18.10-25.10.22	
5	Охорона праці та цивільний захист	26.10-16.11.22	
6	Економічна частина	17.11-24.11.22	
7	Оформлення МКР	25.11-01.12.22	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	02.12-09.12.22	
9	Попередній захист	05.12-08.12.22	
10	Рецензування	12.12-16.12.22	

Магістрант  (підпис) Клепач О.І. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  (підпис) Ковальський В.П. (прізвище та ініціали)

2022/12/27 12:30

## АНОТАЦІЯ

Клепач О.І. Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – Промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2021. 126 с.

Укр. Мовою. Бібліогр.: 62 назви; рис. 15; табл. 27.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є визначення впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель.

У магістерській роботі передбачено дослідження впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель через питання будівельних матеріалів. Кваліфікаційна робота розроблявся на основі будівництва офісної будівлі в м. Вінниці по вул. Родіона Скалецького, 17. Задача дипломної роботи зводиться до оцінки впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель. Розроблені рішення максимально наближені до роботи та представлені у вигляді графічної частини з пояснювальною запискою.

Науковий розділ включає в себе розробку алгоритму для визначення найбільш енергоефективний ефективного матеріалу який, буде задовольняти усі вимоги.

Технічна частина передбачає собою нове будівництво у місті Вінниця.

Економічний розділ включає в себе розрахунок вартості виконня робіт.

Охорона праці на будівництві включає в себе забезпечення умов праці без ризику для життя та здоров'я.

В ході дипломної роботи планується найбільшу увагу приділити науковій частині та провести максимально детальні дослідження з залученням різноманітних варіантів порівнянь будівельних матеріалів з точки зору їх енергоефективності в залежності як від параметрів самих будівельних матеріалів так і від умов навколишнього середовища.

Обсяг пояснювальної записки 126 сторінок. Графічна частина складається із 11 аркушів формату А1.



Ключові слова: дослідження, стінові матеріали, енергоефективність.

UDC 624. 15

## ABSTRACT

Klepach O.I. Influence of the properties of wall materials on the energy efficiency of buildings. Master's thesis on specialty 192 - Construction and civil engineering, educational program - Industrial and civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2021. 126 p.

Ukraine by language Bibliography: 62 titles; Fig. 15; table 27.

The purpose of the master's qualification work is to determine the influence of the properties of wall materials on the energy efficiency of buildings.

The master's thesis provides for the study of the influence of the properties of wall materials on the energy efficiency of buildings due to the issue of building materials. The qualification work was developed on the basis of the construction of an office building in the city of Vinnytsia on the street Rodiona Skaletskoho, 17. The task of the thesis is to assess the influence of the properties of wall materials on the energy efficiency of buildings. The developed solutions are as close as possible to the work and are presented in the form of a graphic part with an explanatory note.

The scientific section includes the development of an algorithm to determine the most energy-efficient material that will satisfy all requirements.

The technical part involves a new construction in the city of Vinnytsia.

The economic section includes the calculation of the cost of performing works.

Protection of workers at the construction site includes ensuring working conditions without risk to life and health.

In the course of the thesis, it is planned to pay the most attention to the scientific part and conduct the most detailed research involving various options for comparison of building materials from the point of view of their energy efficiency depending on both the parameters of the building materials themselves and the environmental conditions.

The volume of the explanatory note is 126 pages. The graphic part consists of 11 sheets of A1 format.

Keywords: research, wall materials, energy efficiency.

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ</b> .....	11
1.1 Аналіз динаміки підвищення енергетичної ефективності будівель .....	11
1.2 Законодавче регулювання енергетичної ефективності будівель .....	13
Висновки за розділом 1 .....	21
<b>РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ</b> .....	22
2.1 Обґрунтування вибору стінових матеріалів для досліджень .....	22
2.2 Оцінка впливу середньої густини стінових матеріалів на теплопровідність .....	28
2.3 Оцінка впливу пористості стінових матеріалів на теплопровідність .....	28
2.4 Оцінка впливу вологості стінових матеріалів на теплопровідність.....	28
2.5 Фактори зволоження матеріалів огорожувальних конструкцій будівлі .....	32
2.6. Опір теплопередачі стін як показник їх теплозахисних властивостей ..	33
Висновки за розділом 2 .....	35
<b>РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	36
3.1 Поняття гідрофізичних властивостей .....	36
3.2 Аналіз зміни теплових властивостей в залежності від гідрофізичних властивостей стінових матеріалів .....	37
3.3 Методика визначення коефіцієнта енергоефективності.....	42
Висновки за розділом 3 .....	50
<b>РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ</b> .....	51
4.1 Архітектурно-будівельні рішення .....	51
4.1.1 Район будівництва.....	51
4.1.2 Опис генерального плану.....	51
4.1.3 Об'ємно-планувальні рішення.....	52
4.1.4 Техніко-економічні показники будівлі .....	52
4.1.5 Конструктивні рішення.....	53

4.1.6	Фундаменти	53
4.1.7	Стіни	53
4.1.8	Плити перекриття та покриття	53
4.1.9	Перегородки	53
4.1.10	Вікна та двері	54
4.1.11	Сходи та ліфти	54
4.1.12	Елементи каркасу	54
4.1.13	Підлоги	55
4.1.14	Покрівля	55
4.1.15	Опорядження будівлі	55
4.1.16	Інженерне обладнання	60
4.1.17	Теплотехнічний розрахунок прийнятої конструкції	62
4.2.	Технологічна карта на монтаж вентиляованого фасаду	63
4.2.1	Технологія та організація виробництва облицювання фасаду	63
4.2.2	Підрахунок обсягів робіт	66
4.2.3	Калькуляція трудових витрат та заробітної плати	66
4.2.4	Контроль якості та техніка безпеки при обробці фасаду	68
4.2.5	Техніко-економічні показники	68
4.3	Організація будівництва	69
4.3.1	Підрахунок об'ємів робіт	73
4.3.2	Відомість трудових витрат та машинного часу	76
4.3.3	Відомість потреби у матеріальних ресурсах	79
4.3.4	Виробничі методики	81
4.3.5	Техніко-економічні показники календарного плану	89
4.3.6	Розрахунок площ тимчасових будівель	89
4.3.7	Розрахунок складських приміщень	91
4.3.8	Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика	93
4.3.9	Розрахунок тимчасового електропостачання будівельного майданчика	95
4.3.10	Техніка безпеки на будівельному майданчику	97
4.3.11	Техніко-економічні показники будженплану	99



Висновки за розділом 4.....	99
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>100</b>
Висновки по розділу 5.....	101
<b>РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	
6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту .....	104
6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць .....	104
6.1.2 Електробезпека .....	108
6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії .....	109
6.2.1 Мікроклімат .....	109
6.2.2 Склад повітря робочої зони .....	110
6.2.3 Виробниче освітлення .....	111
6.2.4 Виробничий шум .....	112
6.2.5 Виробнича вібрація .....	113
6.2.6 Психофізіологічні фактори .....	114
6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Оцінка безпеки перебування людей в будівлі в умовах дії радіації.....	115
6.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини .....	115
6.3.2. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху .....	116
Висновки за розділом 6.....	119
<b>ВИСНОВОК .....</b>	<b>121</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>122</b>
Додаток А Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи....	125
Додаток Б Зміст графічної частини.....	126

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Актуальність теми: На теперішній час питання енергоефективності будівель та споруд стоїть в Україні на першому місці. Велика частина втрати тепла в будівлі пов'язані з не правильним підбором стінових матеріалів. Не залежно від площі забудови будівель та споруд правильний підбір стінових матеріалів відіграє велику роль. Тому вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель питання доволі актуальне

Підбір матеріалів, влаштування теплоізоляції це один із основних напрямів збереження енергії будівель. Вирішенням цієї проблеми є застосування сучасних стінових матеріалів ефективних технічних рішень для будівель та споруд.

В сучасному будівництві найчастіше використовуються у яких співвідношення ціни та якості знаходяться у найкращій відповідності. Якщо підібрати стінові матеріали правильно, звернути увагу на всі фізичні та механічні властивості це збільшить енергозберігаючі властивості будинку.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тематика та мета магістерської роботи відповідає багатьом проектам та напрямкам досліджень, як на державному так і на регіональному рівні, а саме:

– Всеукраїнська програма «ЕНЕРГОДІМ», затверджена Наглядовою радою Фонду енергоефективності України 16.08.2019 року, що є зосередженою на частковому відшкодуванні витрат на забезпечення енергоефективності в багатоквартирних житлових будинках. Період дії програми 30.09.2020 року - 31.12.2023 року. Розроблено згідно Закону України №2095-VIII від 08 червня 2017 року «Про Фонд енергоефективності»;

– Всеукраїнська програма «IQ energy», що сприяє підвищенню енергетичної ефективності в українському житловому секторі відповідно до європейських нормотворчих актів щодо енергоефективності. Розроблена Європейським банком реконструкції та розвитку (ЄБРР) і підтримується

донорами у наданні технічної допомоги та кредитування. Підтримка енергоефективних проектів складається з фінансування та інвестування у високоефективні технології та заходи, що мають від 20% і вище енергетичних показників, порівняно з середніми показниками на ринку нерухомості та будівництва України.

**Мета і задачі дослідження.** Метою магістерської кваліфікаційної роботи є визначення впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель.

В даній роботі необхідно розв'язати наступні задачі дослідження:

- аналіз сучасного стану підвищення енергоефективності будівель, враховуючи властивості стінових матеріалів;
- встановити властивості стінових матеріалів, які впливають на енергоефективність будівель;
- дослідити вплив середньої густини, пористості, вологості на теплові властивості стінових матеріалів, для підвищення енергоефективності будівель;
- на основі розглянутих стінових матеріалів розрахувати енергоефективну стінову конструкцію для зведення громадської будівлі.

**Об'єкт дослідження** – властивостей стінових матеріалів.

**Предмет дослідження** – вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель.

**Методи дослідження:**

- системно-структурний аналіз;
- бібліографічний пошук;
- аналіз шляхом порівняння.

**Новизна одержаних результатів.** У роботі зазнало подальшого розвитку дослідження підвищення енергоефективності будівель за рахунок дослідження впливу властивостей стінових матеріалів на їх енергоефективність. Введено



поняття коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів, розроблений алгоритм визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів.

**Особистий внесок магістранта** полягає у дослідженні сучасного стану підвищення енергоефективності будівель, враховуючи властивості стінових матеріалів та визначені показники економічної ефективності від прийнятих рішень.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Результати роботи апробовано на:

- II міжнародній науково-практичній конференції "Енергоефективне місто. XXI століття", Одеса, 10-11 листопада 2022 р.
- Міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві" (2022) Вінниця, 23-25 листопада 2022 р. . – Вінниця : ВНТУ, 2022.
- I науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р.
- Міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві (2020)", 10-12 листопада 2020 р. – Вінниця : ВНТУ, 2020.
- Міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві" (2022) Вінниця, 23-25 листопада 2022 р. . – Вінниця : ВНТУ, 2022.

### **Публікації.**

1. Ковальський В. П Енергоефективні технології в міському будівництві [Текст] / В. П. Ковальський, А. П Оленюк., О. І. Клепач // Збірник матеріалів II міжнародної науково-практичної конференції "Енергоефективне місто. XXI століття", Одеса, 10-11 листопада 2022 р. : - Одеса. 2022. – С.29-33.
2. Клепач О. І. Енергоефективність будівель [Електронний ресурс] / О. І. Клепач А.Ю.Дзюбенко,В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в

будівництві (2022)", 23-25 листопада 2022 р. – Вінниця : ВНТУ, 2022. –

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16795>

3. Дзюбенко А.Ю. Підвищення енергоефективності житлових будинків при реконструкції [Електронний ресурс] / О. І. Клепач А.Ю.Дзюбенко,В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2022)", 23-25 листопада 2022 р. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16754>
4. Клепач О. І. Вимоги до проектування спортивних комплексів [Електронний ресурс] / О. І. Клепач В. П. Очеретний В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2020)", 10-12 листопада 2020 р. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/viewFile/10873/9080>
5. Клепач О. І. Конструкції покриття стадіонів із середньою кількістю глядацьких місць [Електронний ресурс] / О. І. Клепач, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12498/10441>.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

В сучасному світі впровадження концепції сталого розвитку має за мету забезпечення збалансований соціально-економічний розвиток країн, раціональне використання матеріально-енергетичних ресурсів, покращення екологічної ситуації, досягнення високої якості життя. Досягнення такої мети є континуальним процесом, що охоплює всі сфери людської діяльності, залучає різні верстви населення, вимагає мультидисциплінарності у дослідженнях та неперервності розвитку. В реалізації цієї концепції створення енергоефективних будівель міського середовища, що є ефективним, безпечним, комфортним та таким, що стає однією з складових комфортного життя [1].

«Енергоефективні будівлі» як новий напрям у будівництві з'явилися після світової енергетичної кризи 1974 р. З моменту будівництва перших енергоефективних будівель до початку 90-х років ХХ століття основний інтерес представляло вивчення заходів з економії енергії. В той час, як з середини 1990-х років увага переноситься на пошук енергозберігаючих рішень, які одночасно сприяють підвищенню якості мікроклімату у приміщеннях будівель [2].

### 1.1. Аналіз динаміки підвищення енергетичної ефективності будівель.

Україна, яка споживає у загальному балансі більше 60–70 % імпортованих енергоресурсів, є однією з енергозалежних країн Європи. І цьому сприяє не тільки їх відсутність, а й неефективне використання ресурсів. Тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з першочергових в умовах енергетичної кризи в країні [3].

Енергетична ефективність будівель - властивість будівлі, конструктивних елементів, з яких вона складається, та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у



приміщеннях при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на опалення, освітлення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання з урахуванням місцевих кліматичних умов (ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель»). Енергетична ефективність будівлі, це також і властивість, що характеризується кількістю енергії, необхідною для створення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей у такій будівлі (Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»).

Відомо, що значна кількість енергії споживається саме будівлями і більша її частина витрачається на опалення та кондиціонування, тому пріоритетним є розвиток проєктування нових енергоефективних будинків, які характеризуються раціональним використанням енергії, а також термомодернізація вже побудованих будівель з метою їх приведення у відповідність до сучасних вимог з енергоефективності.

У світовій практиці сформувалась низка визначень будинків залежно від кількості енергії, що використовується в них:

- «старі будинки» (будівлі побудовані до 1970-х років), які потребують для свого опалення орієнтовно 300 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).

- «нові будинки» (ті, що були збудовані до 2000 року), яуі потребують для свого опалення орієнтовно 150 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).

- «будинок з низьким споживанням енергії» (впроваджено з 2002 р.), які потребують для свого опалення від 50 до 60 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).

- «пасивний будинок» — це будівля, для якої тепловий комфорт можна досягти виключно шляхом нагрівання або охолодження свіжої повітряної маси, яка необхідна для досягнення достатніх умов якості повітря в приміщенні без необхідності додаткової рециркуляції повітря. Є цілісною концепцією зі створення енергоефективних, комфортних, доступних та екологічних будівель з дотриманням чітко визначених кількісних показників. Річне енергоспоживання для таких будівель встановлено на рівні не більше 15 кВт·год/(м<sup>2</sup>·рік).

- «мультикомфортний будинок», запропонований корпорацією Saint-Gobain, крім базових енергетичних стандартів «Пасивного будинку», передбачає

досягнення високого рівня комфорту завдяки гарній акустиці, оптимальному освітленню, якості повітря, пожежній безпеці та екологічності.

- «будинок нульової енергії» (zero net energy (ZNE) building, net-zero energy building (NZEB), net zero building(NZB)) — це будинок з нульовим енергетичним балансом протягом року, який може досягатись шляхом сезонного накопичення та перерозподілу енергії різними архітектурно-конструктивними та інженерними методами. Нульовий річний баланс протягом року визначається через розрахунок отриманої та витраченої кількості енергії, чи викидів CO<sup>2</sup>, або вартості отриманої та використаної енергії.

- «будинок плюсової енергії», в якому отримується енергії більше ніж будівля потребує протягом року. Для цього може застосовуватись комплекс інженерного обладнання, зокрема, геліоколектори, теплові насоси, вітрогенератори. [9].

## 1.2. Законодавче регулювання енергетичної ефективності будівель

Огороджувальні конструкції мають відповідати теплотехнічним властивостям, бути досить енергоефективними і довговічними, водостійкими і морозостійкими. Зокрема вони мають бути акустично комфортними, повинні забезпечити, через віконні отвори інсоляцію приміщень, освітленість, комфорт проживання та комфортних умов для робочого процесу.

Технічні характеристики огороджувальних конструкцій в Україні урегульовані Державними Будівельними Нормами. Загальні вимоги до якості матеріалів і виробів масового застосування встановлюються за Державними стандартами [ДСТУ], галузевими стандартами [ГСТ], стандартами підприємств [СТП], технічними умовами [ТУ]. Ці нормативні документи несуть в собі терміни, що характеризують дані роботи.

Прийняття та затвердження нових будівельних норм здійснюється таким чином. Порядок прийняття зображено на рис 1.1



Рисунок 1.1 – Прийняття та затвердження нових будівельних норм

На нормативному рівні енергоефективність в Україні почала втілюватися в у новому будівництві та реконструкції існуючих будівель житлового й громадського призначення з виходом ДБН В.2.6- 31-2006 «Теплова ізоляція будівель» з 2007-го року і була підкріплена ДСТУ Б А.2.2-8:2010 [5], який ввів окремий розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації. На той момент українські нормативи енергоефективності будівель відповідали прийнятій у Європі Директиві 2002/91/ ЄС. Основними методологічними чинниками цієї директиви є: загальні методології розрахунків; мінімальні вимоги у новому будівництві; мінімальність при реконструкції; енергетична сертифікація будівель; регулярна інспекція.

На сучасному рівні нормативного забезпечення виступають зобов'язання України в імплементації ще трьох основних директив Європейського Союзу:

1. Директива 2010/30/ЄС. Про вказування за допомогою маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами;
2. Директива 2010/31 /ЄС. Про енергоефективність будівель (EPED);
3. Директива 2006/32/ЄС. Про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичні послуги (з 25.10.2012 EED 2012/27/ЄС Про енергоефективність).

Друга і третя директиви вже знайшли своє втілення у нормативних документах України, перша перебуває у стадії технічної підготовки, обговорення та необхідного погодження.

З виходом у 2013 році стандарту ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 [6] відбувається перехід на новий рівень оцінки енерговитрат будівлі, коли поряд з опаленням передбачається врахувати й охолодження. Переходом на новий рівень проектування є вихід ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні», який, враховуючи відповідні нормативи, пропонує метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. Тобто з'являється можливість оцінити річний цикл експлуатації будівлі та його сумарні енерговитрати.

У стандарті [6] прописано три основних методи оцінки енерговитрат: сезонний або місячний, спрощений погодинний та деталізованого моделювання. В Україні прийнято перший метод, як більш простий і який спирається на існуючий досвід визначення сезонних енерговитрат на опалення.

Методологія проектування енергоефективних будівель полягає в системному аналізі або дослідженні операцій, направленому на пошук альтернативних рішень та кількісного обґрунтування оптимальних їх варіантів.

Будівля розглядається як єдина енергетична система, що складається з незалежних підсистем:

- зовнішнього клімату як джерела енергії і об'єкту, від якого треба захищати (ізолювати) будівлю;
- комплексу інженерних підсистем, енергетично пов'язаних між собою.

Основний вплив на формування теплового режиму і, відповідно, енергетичного статусу будівлі (енергетичних витрат на забезпечення необхідного теплового режиму) здійснює його теплоізоляційна оболонка. Від властивостей цієї енергетичної підсистеми залежить вибір параметрів підсистеми опалення.

Об'ємно-планувальне рішення будівлі та конструктивні принципи теплоізоляційної оболонки обумовлюють ступінь корисного використання енергії сонця при кліматизації внутрішнього простору будівлі. Крім того, саме ця підсистема має найбільший потенціал в підвищенні енергоефективності будівель житлового та громадського призначення.

Параметри підсистеми вентилявання будівлі визначаються санітарно-гігієнічними вимогами до повітря приміщень. Наприклад, для житлових будинків розрахункова температура повітря і вимоги до повітрообміну в приміщеннях приймаються не менше 20°C і 0,8 (год<sup>-1</sup>). Кількість та якість повітря обумовлена фізіологічними потребами людини, але термодинамічні його параметри можуть регулюватися конструктивними елементами підсистеми, ефективність роботи яких впливає на загальну енергоефективність будинку.

Сучасний стан будівництва демонструє зміну у енерговитратах будівель. Без урахування затрат на охолодження трансмісійні та витрати на інфільтрацію (вентиляцію) у сучасних багатоповерхових будівлях складають приблизно 53%, а значна доля (47%) припадає на гаряче водопостачання.

В будівлях висотою до трьох поверхів тепло-витрати через огорожувальні конструкції значно більші. В таких будівлях особливо інтенсивно теплообмін відбувається через конструкції покриття.

В стандарті ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» [7] надана наступна схема послідовності розрахунку енергоефективності будівлі:

- визначення границь кондиціонованих та некондиціонованих об'ємів та розподіл будівлі на розрахункові зони (за необхідності);
- визначення вхідних величин щодо тепло-ізоляційної оболонки будівлі, умов внутрішнього і зовнішнього середовища, моделі зайнятості (роботи) та інженерних систем для кожної зони;
- розрахунок теплопередачі трансмісією та вентиляцією для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок внутрішніх та сонячних тепло-вих надходжень для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок енергопотреби для опалення, охолодження, вентиляції та гарячого водопостачання (ГВП) для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок додаткової енергії, теплових втрат систем виділення, розподілення та вироблення енергії для кожної зони будівлі та місяця року;
- розрахунок енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, ГВП та освітлення для кожної зони будівлі та місяця року;
- підсумовування результатів енергоспоживання для всієї будівлі за рік;
- складання звіту для будівлі.

Слід зауважити, що відтепер при проектуванні будівель в Україні головною вимогою стає досягнення нормованого рівня енергоефективності, яке забезпечується в тому числі контрольованим рівнем тепловитрат трансмісією через зовнішню оболонку. Але вимога до показників опорів теплопередачі її окремих конструктивних елементів виступає не головною.

Загальний показник енергоефективності будівлі  $EP$  згідно ДБН В.2.6-31:2016 повинен визначатися за умовою:

$EP \leq EP_{max}$  де  $EP$  - розрахункова або фактична де  $EP$  - розрахункова або фактична питома річна енергопотреба будівлі;

$EP_{max}$  - максимально допустиме значення питомиї річної енергопотреби будівлі, кВт-год/м<sup>2</sup> або кВт-год/м<sup>3</sup>, що встановлюють за таблицею 1 залежно від призначення будівлі, її поверховості та температурної зони експлуатації.

Розрахункове значення  $EP$  визначають за формулою:

**для житлових будинків**

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f \quad (1.1)$$

**для громадських (нежитлових) будівель**

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / V \quad (1.2)$$

де  $Q_{H,nd}$ ,  $Q_{C,nd}$ ,  $Q_{DHW,nd}$  - річна енергопотреба будівлі для опалення, охолодження та гарячого водопостачання, відповідно, кВт год;

$A_f$ ,  $V$  - кондиціонована (опалювальна) площа для житлової, м<sup>2</sup>, та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

Фактичне значення  $EP$  визначають за ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».

Для будівель, що підлягають термомодернізації, допускається приймати збільшені значення максимальної річної питомиї енергопотреби з коефіцієнтом 1,25 до  $EP_{max}$ .

В Україні прийнято визначати сім класів енергоефективності, що наведені в таблиці 2. При новому будівництві та термомодернізації існуючої забудови клас енергоефективності повинен бути не нижчим за «С». Інженерні системи повинні мати також клас енергоефективності не нижчий за «С».



Таблиця 1.1 – Нормативна максимальна питома енергопотреба для житлових та громадських будівель ( $EP_{max}$ )

№	Призначення будівлі	Значення $EP_{max}$ кВт.год/м <sup>2</sup> [кВт-год/м <sup>3</sup> ], для температурної зони України	
		I	II
1	2	3	4
1	Житлові будинки поверховістю: від 1 до 3	110	100
	від 4 до 9	80	75
	від 10 до 16	70	65
	17 і більше	60	55
2	Громадські будівлі та споруди поверховістю: від 1 до 3	$[38^{\wedge}_{буд} + 15]$	$[34^{\wedge}_{буд} + 13]$
	від 4 до 9	$[30]$	$[25]$
	від 10 до 24	$[25]$	$[20]$
3	Підприємства торгівлі	$[33^{\wedge}_{буд} + 20]$	$[30^{\wedge}_{буд} + 18]$
4	Готелі		
	Вся поверховість	$57^{\wedge}_{буд} + 60$	$50^{\wedge}_{буд} + 55$
5	Будинки та споруди навчальних закладів	$[55^{\wedge}_{буд} + 24]$	$[52^{\wedge}_{буд} + 23]$
6	Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів	$[40]$	$[38]$
7	Заклади охорони здоров'я	$[45]$	$[40]$
	Примітка. $\wedge_{буд}$ - коефіцієнт компактності будівлі, м-1 визначається за формулою $\wedge_{буд} = AE/V$ , де AE - загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття верхнього поверху і перекриття (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м <sup>2</sup> .		

Таблиця 1.2 – Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Клас енергетичної ефективності будинку за питомою енергопотребою	Різниця розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби, $EP$ і максимального допустимого значення, $EP_{max}$ % $[(EP - EP_{max}) / EP_{max}] * 100\%$
A	Мінус 50 та менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 50
F	Від 51 до 75
G	76 та більше

При виконанні умови з енергоефективності (клас не нижче C) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки зі зменшеними значеннями опору теплопередачі до рівня 75 % від  $R_{qmin}$  для непрозорих частин зовнішніх стін і до рівня 80 % від  $R_{qmin}$  для інших огорожувальних конструкцій при обов'язковому виконанні санітарно - технічних умов.

Таким чином, станом на 1 квітня 2017 року в Україні діють досить жорсткі вимоги до енергетичної ефективності будівель.

Нові будівлі необхідно обов'язково проектувати з низьким споживанням енергії – класу C або B та втілювати прогресивні заходи по конструюванню зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель та інженерного обладнання для проектування пасивних будівель класу A.

Зводити нові будівлі з великим споживанням енергії - класів D, E, F і G - в Україні не дозволяється. [10]

Також з 1 вересня 2022 року набувають чинності 25 державних будівельних норм, з яких 11 – зміни до чинних будівельних норм, 14 – нові ДБН. Серед них, зокрема і ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», положення якого підвищують вимоги мінімально допустимого значення приведенного опору теплопередачі для зовнішніх стінових

огороджувальних конструкцій до  $R_{q \min}=4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  для I температурної зони та  $R_{q \min}=3,50$  для II температурної зони.

На практиці це означає, що зовнішні одношарові стіни з автоклавного газобетону повинні мати ширину 375 мм для блоків густиною D300, 500 мм – для блоків густиною D400, 550 мм – для блоків D500, щоб забезпечити нормативний приведений опір теплопередачі для I температурної зони.

Водночас, згідно п. 5.6. ДБН В.2.6-31:2021 при новому будівництві допускається зниження приведенного опору теплопередачі до рівня 80 % від  $R_{q \min}$  при умові дотримання інших показників енергетичної ефективності будівель (в першу чергу питомого енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні). Як показують розрахунки та практика застосування газобетонних блоків при будівництві енергоефективних будівель при показниках приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін 80% від нового значення нормативу (тобто,  $80\% \times 4,00 = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ) це досить реально. При цьому такий опір теплопередачі ( $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ) забезпечують зовнішні стіни з блоків автоклавного газобетону густиною D300 при ширині 300 мм, густиною. [10]

#### Висновки за розділом 1

На сьогоднішній день дуже стрімко розвивається тематика енергоефективності будівель. Так як обслуговування будівлі в плані опалення це питання яке безпосередньо стосується як фінансових так і технологічних та екологічних аспектів. Також в усьому світі вжде вироблена чітка система регулювання та маркування енергоефективних будівель.

Проведено аналіз сучасного стану підвищення енергоефективності будівель та встановлено динаміку зростання енергоефективності будівель.

Розгляньте законодавче регулювання енергетичної ефективності будівель та класифікацію будинків за енергетичною ефективністю.

## РОЗДІЛ 2

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ

#### 2.1 Обґрунтування вибіру стінових матеріалів для досліджень

Стінові та кладочні матеріали є одним з основних видів будівельних виробів, які призначені для зведення несучих і внутрішніх стін будівель, улаштування огорожувальних конструкцій будівель. Від якості матеріалів залежить довговічність, стійкість та міцність споруди. Протягом всього циклу експлуатації вони сприймають дощове та вітрове навантаження та піддаються впливу агресивного середовища. Фізичні властивості характеризують особливості фізичного стану матеріалу, а також його здатність реагувати на зовнішні фактори, що не впливають на хімічний склад матеріалу.

Для дослідження впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель вибрали газоблок, керамічний блок та керамічну цеглу.

Газоблок є штучним каменем, при виробництві цього матеріалу використовуються цемент, кварцовий пісок і спеціалізований газоутворювач, також, до складу суміші при його виготовленні іноді додають гіпс, вапно, промислові відходи, такі, як, наприклад, зола і шлаки металургійних виробництв.. Структура газоблоку зображена на рисунку 2.1

Переваги газоблоку:

1. енергоефективність – завдяки високій пористості блоки дуже добре затримують тепло. Для влаштування кладки газоблоків використовується спеціальна клейка суміш, яка дозволяє уникати утворення [містків холоду];
2. низька вага — робить процес кладки значно простішим та зменшує вагу готової стіни;
3. легкість у обробці — газоблок легко завдяки структурі легко піддається розрізанню, свердлінню та будь яким маніпуляціям;

4. пожежостійкість — газоблок не тільки не горить, але і перешкоджає поширенню вогню під час пожежі;
5. мікрокліматичні умови — достатньо добре утримує тепло всередині приміщення, дозволяє стінам «дихати» таким чином немає задухи;
6. екологічність — газоблок є цілковито безпечним для навколишнього середовища, оскільки виготовляють їх тільки з природніх складових;
7. великий формат блоків — забезпечує високу швидкість роботи та рівну кладку;
8. нижча вартість, ніж керамічного блоку.

Недоліки газоблоків:

- вбирають вологу у зв'язку з наявністю великої кількості пор. Саме тому рекомендується відразу готові стіни оштукатурити чи покрити іншим облицювальним матеріалом;
- менша несуча здатність, ніж у керамічної цегли чи керамічного блоку — відповідно до технічних рекомендацій будинки з газоблоків дозволено будувати не вище трьох поверхів;
- крихкість — завантажувально-розвантажувальні роботи потрібно виконувати обережно при транспортуванні закріплювати;
- потребують спеціальних інструментів для роботи та обробки. [11]



Рисунок 2.1 – Структура газоблоку

Керамічний блок — являє собою штучний камінь, який виготовляється шляхом випалювання глини з спеціальними домішками під дією високої температури. Від звичайної керамічної цегли відрізняється високим рівнем пористості та більшими розмірами. Форма та структура зображені на рисунку 3.

Позитивні сторони:

1. надійність та довговічність — мають високу стійкість до дії різного виду навантажень та до дії природних умов;
2. теплоізоляція — наявність різних видів пор у середині керамічного блока забезпечує затримання тепла;
3. звукоізоляція — завдяки своїй специфічній структурі блока, вони являють собою чудові ізолятори від зовнішніх джерел шуму;
4. екологічність — сприяють чудовому вологообміну та утворенню мікроклімату у приміщенні;
5. швидкість кладки стін — завдяки відносно великим розмірам блоків скорочується витрата коштів на будівельну бригаду. За використання спеціальних клейових сумішей чи монтажної піни якість кладки значно покращується.

Негативні сторони:

- необхідно використовувати спеціальні монтажні сітки при укладенні розчину на керамічні блоки, для того, щоб уникнути його потрапляння у конструктивні отвори;
- невисока міцність — влаштування несучих стін з керамічних блоків не є доцільним;
- крихкість — як і в газоблоці, наявність пор у структурі приводить до того, що матеріал досить легко пошкодити. [12]

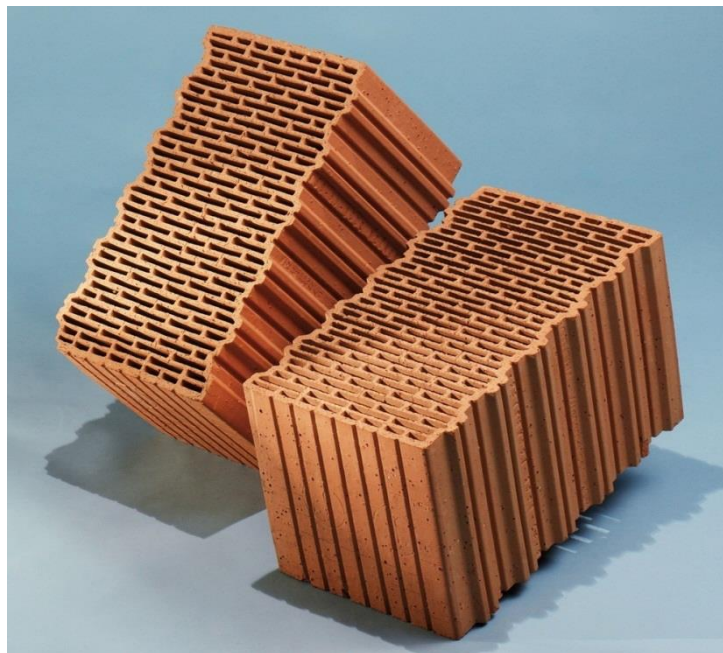


Рисунок 2.2 – Форма та структура керамічного блока

Керамічна цегла виготовляється шляхом випалювання глини при температурі близько 1000 °С. Сьогодні, крім, звичайної повнотілої цегли, на ринку є також представлені більш енергоефективні варіанти — пустотіла та пориста цегла. Форма та структура зображені на рисунку 2.3.

Беззаперечні плюси керамічної цегли це: міцність та здатність витримувати різного роду навантаження, довговічність, надійність та екологічність. Для укладення керамічної цегли не потрібно використовувати спеціальні інструменти чи додаткові матеріали.

Мінусами керамічної цегли є:

1. погана теплоізоляція — тому потрібно робити утеплення зовнішніх стін (це потрібно обов'язково врахувати при порівнянні вартості матеріалів).
2. трудомісткість укладання через невеликі розміри;
3. велика вага — висуває додаткові вимоги до фундаменту, на основі якого будуть зводитися стіни. [113]





Рисунок 2.3 Форма та структура

## 2.2 Оцінка впливу середньої густини стінових матеріалів на теплопровідність

Проектування енергоефективних будівель має бути ґрунтоване на системному підході до будівлі як єдиної енергетичної системи, в якій у взаємозв'язку знаходяться підсистеми архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності. Дані підсистеми знаходяться у взаємозв'язку між собою та навколишнім середовищем, і при спільній роботі дають синергетичний ефект: високу енергетичну ефективність будівлі загалом.

Коефіцієнт теплопровідності кладки суттєво залежить від об'ємної густини й пористості стінового матеріалу. Оскільки теплопровідність повітря нижча за теплопровідність самого матеріалу, то збільшення пористості зумовлює зниження коефіцієнта теплопровідності [4] (рис. 2.4).

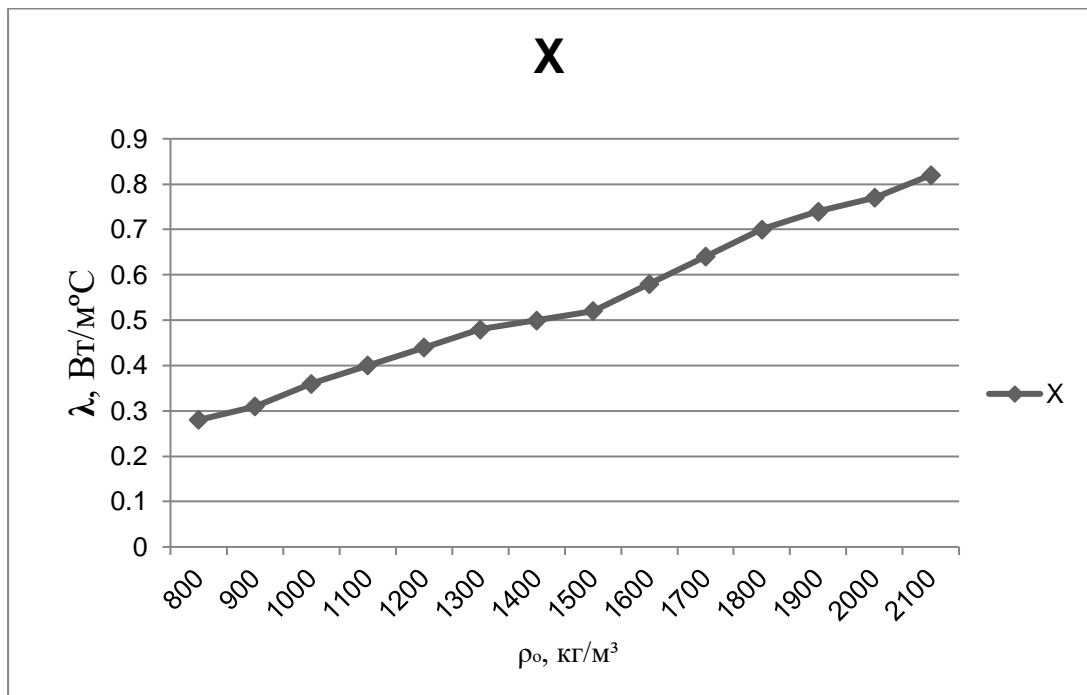


Рисунок 2.4 – Залежність коефіцієнта теплопровідності глиняної цегли від середньої густини [14]

Як видно з графіка середньою густиною цегли можна характеризувати її коефіцієнт теплопровідності.

Теплопровідність залежить також від зв'язків пор між собою. При об'єднаних порах коефіцієнт теплопровідності зростає через виникнення конвективних потоків повітря. В цеглі і в розчині для кладки стін пори, як правило, замкнуті.

На коефіцієнт теплопровідності впливає не лише повітря, але й теплопровідність основної речовини будівельного матеріалу. Так силікатна цегла і цементно-піщаний розчин мають однакову об'ємну густину  $1800 \text{ кг/м}^3$ , але при цьому їх коефіцієнти теплопровідності різні. За даними [6] коефіцієнт теплопровідності цегли в сухому стані рівний  $0,754 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ., а для розчину  $0,692 \text{ Вт/( м}\cdot\text{°C)}$ .

Коефіцієнт теплопровідності матеріалів збільшується при підвищенні їх середніх температур. Зумовлено це зростанням кінетичної енергії молекул основного матеріалу, а також підвищенням теплопровідності повітря в порах матеріалів і зі збільшенням передачі тепла в них випромінюванням. Як свідчать результати досліджень зміна коефіцієнтів теплопровідності будівельних

матеріалів, зокрема цегли, в межах експлуатаційного діапазону температур (від  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) дуже несуттєва і нею при практичних розрахунках зазвичай нехтують [5].

### 2. 3 Оцінка впливу пористості стінових матеріалів на теплопровідність

За результатами оцінювання отриманих теплотехнічних характеристик виявлено, що пористість в цеглі підвищує її теплоізоляційні властивості в порівнянні з суцільною цеглою (коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$  зменшується, а термічний опір зразка  $R_k$  зростає).

Таким чином, за рахунок більшої кількості пор у стінках осередків матеріалу з більшою щільністю, зміна  $\lambda$  від впливу вологи позначається меншою мірою. До того ж пори в стінках осередків на порядок меншого розмірів самих осередків, що також впливає на значення коефіцієнта теплопровідності.

### 2. 4 Оцінка впливу вологості стінових матеріалів на теплопровідність

Огороджувальні конструкції будівель складаються з будівельних матеріалів, які в своїй більшості є складними капілярно-пористими тілами, пори яких можуть бути заповнені вологим повітрям, рідкою вологою або льодом. Особливості будови, структури, співвідношення відкритої та закритої пористості значно впливають на теплофізичні властивості будівельних матеріалів.

В огороджувальних конструкціях будівель внаслідок зміни вологості матеріалів протягом року помітно змінюються теплофізичні показники будівельних матеріалів. Зміна величини коефіцієнта теплопровідності великою мірою залежить від вологості матеріалу.

Теплопровідність пористих матеріалів різко зростає при зволоженні і особливо замерзанні води в порах матеріалу, оскільки  $\lambda_{\text{пов}} = 0,023$ ;  $\lambda_{\text{води}} = 0,55$ , що в 25 раз вище, ніж в повітря; льоду  $= 2,3\text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  в 100 разів вище, ніж у повітря.

У певних межах теплопровідність підвищується прямо пропорційно до зростання об'ємної вологості. Коефіцієнт теплопровідності вологих матеріалів:

$$\lambda_w = \lambda_c + \delta W_0 \quad (2.1)$$

де  $X_w, X_c$  — теплопровідність вологого та сухого матеріалу, Вт/(м К);

$W_0$  — об'ємна вологість матеріалу, %;  $\delta$  — збільшення теплопровідності на 1 % об'ємної вологості,

- $\delta = 0,002$  Вт/(м·К) — для неорганічних матеріалів за позитивної температури,  $\delta = 0,003$  Вт/(м °С) — для органічних,
- $\delta = 0,004$  Вт/(м · К) — при мінусовій температурі.

Для зниження теплопровідності необхідно зменшити розмір пор; верхня межа радіусу пор менше 1 мм. Якщо розмір пор збільшити в 2 - 3 рази, то за рахунок конвекції повітря в таких порах буде вище, отже, збільшиться коефіцієнт теплопровідності матеріалу. Небажано застосовувати теплоізоляційні матеріали зі значною кількістю мікропорів, тому що в них відбувається сорбція вологи з повітря за рахунок гігроскопічності. Оптимальний розмір пор для теплоізоляційних матеріалів знаходиться в інтервалі  $20...50 \text{ мкм} < \Pi < 1 \text{ мм}$ .

Коефіцієнти теплопровідності цегли і розчину для кладки стін суттєво залежать від їх вологості [8]. З підвищенням вологості спостерігається досить різке зростання теплопровідності і, відповідно, погіршення теплозахисних властивостей стіни [8]. Зміну коефіцієнта теплопровідності стіни з глиняної цегли на цементно-піщаному розчині в залежності від вологості за масою подано на рис. 2.5.

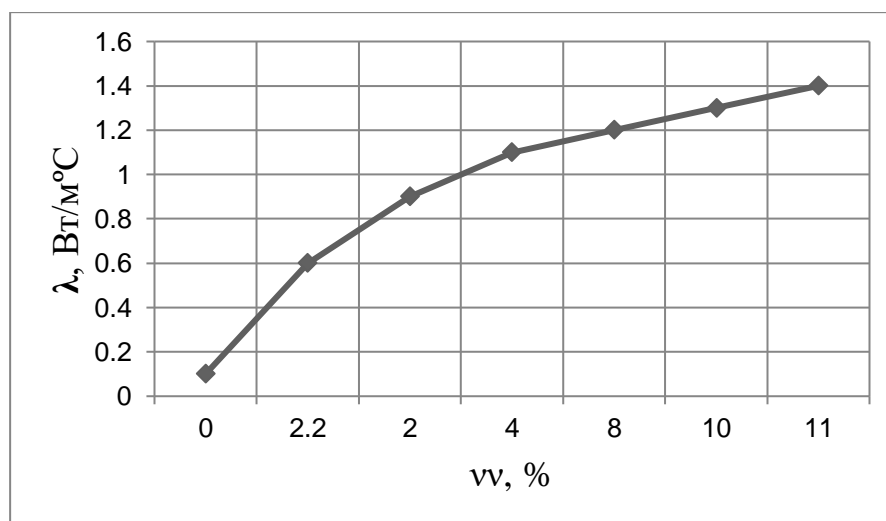


Рисунок 2.5 – Залежність теплопровідності стіни з глиняної цегли на цементно-піщаному розчині в залежності від вологості за масою [4]

Підвищення теплопровідності матеріалів при збільшенні їх вологості зумовлено тим, що вода, яка попадає в пори, має вищий коефіцієнт теплопровідності, ніж витіснене нею повітря (приблизно в 20 разів). Крім того вода в порах збільшує площу контактних площадок між частинками матеріалу і таким чином додатково підвищує теплопередачу [8]. З графіка видно, що при підвищенні вологості цегли від початкових значень відбувається інтенсивніший ріст коефіцієнта теплопровідності. Потім ріст дещо сповільнюється. Це пояснюється тим, що спочатку заповнюються водою дрібні пори і капіляри, які більше впливають на теплопровідність цегли, чим великі пори.

При замерзанні вологої кладки теплопровідність її зростає ще суттєвіше, тому що коефіцієнт теплопровідності льоду в 4 рази вищий, ніж у води (рис. 2.3).

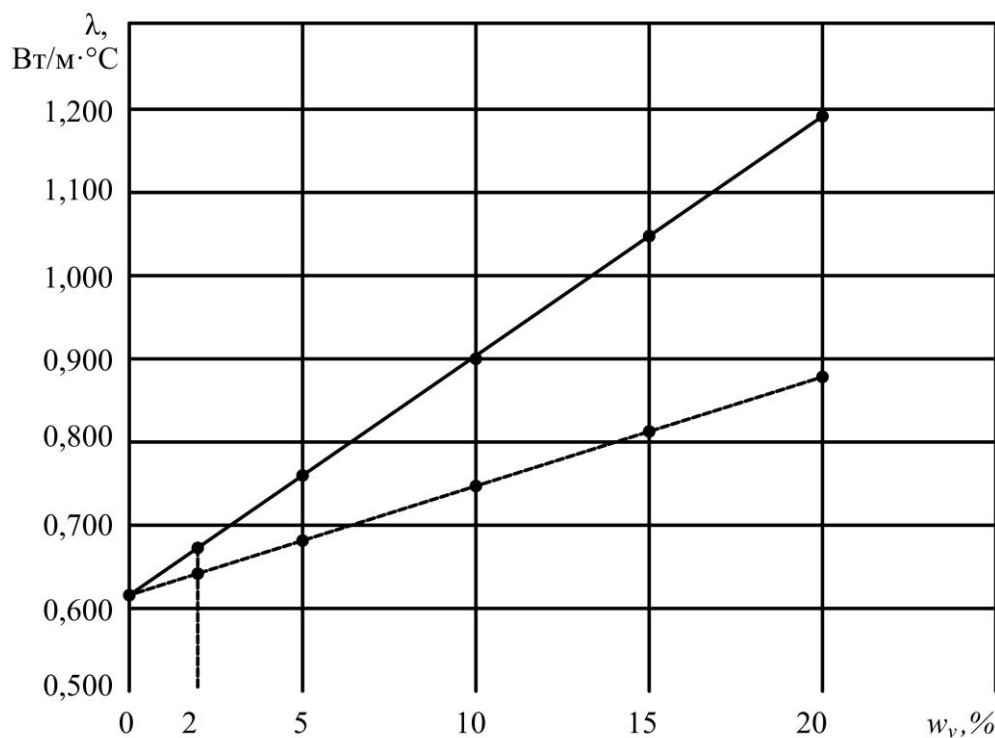


Рисунок 2.6 – Зміна теплопровідності керамічної цегли з середньою густиною  $1800 \text{ кг/м}^3$  в залежності від об'ємної вологості при додатних (штрихова лінія) та від'ємних (суцільна лінія) температурах [4].

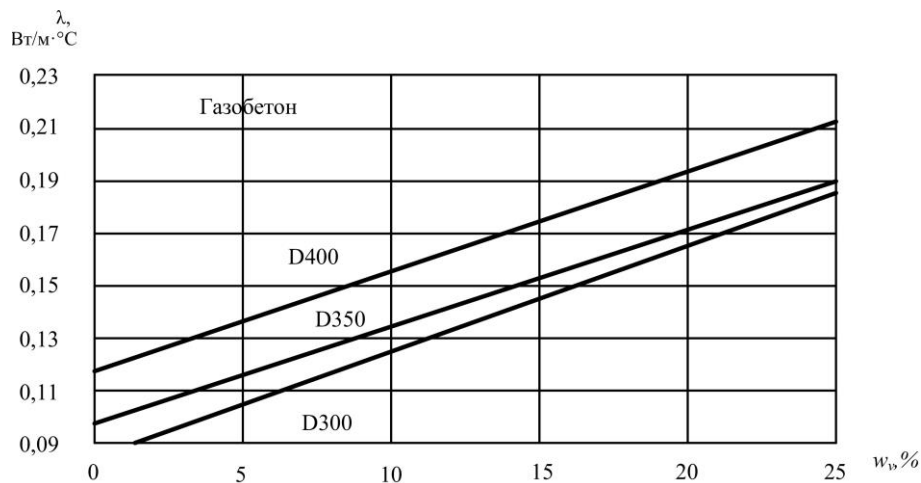


Рисунок 2.7-Залежність теплопровідності від вологості до різних марок газобетону: по Drochytka [15].

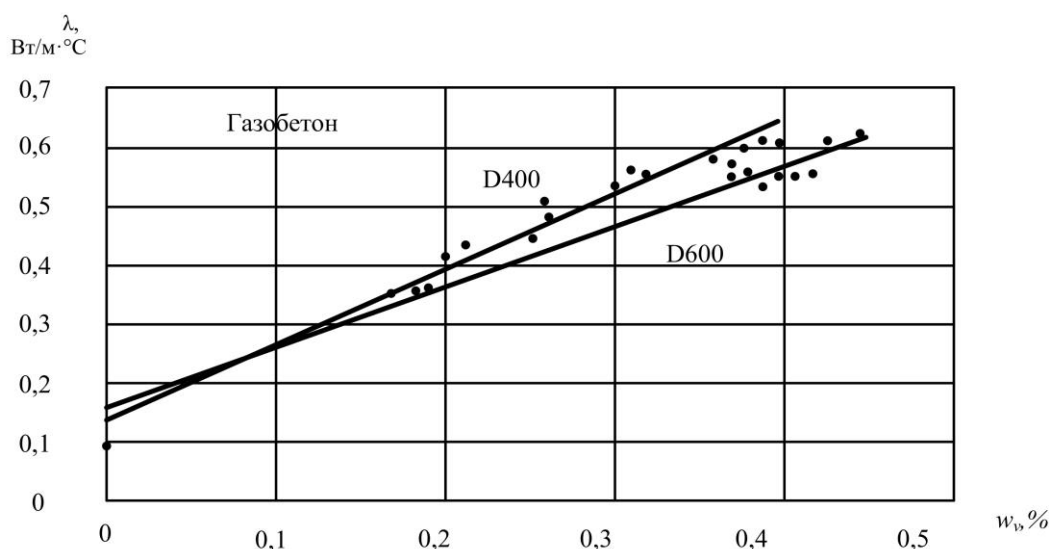


Рисунок 2.8-Залежність теплопровідності від вологості для різних матеріалів: по Z. Suchorab [16].

Приріст теплопровідності від вологості проявляється для газобетону меншої щільності. Для пояснень цього необхідно розглянути мікро- та макроструктуру матеріалу. Для газобетону характерно рівномірно розподілені по всьому об'єму сферичні пори, замкнуті, не сполучені один з одним. Середній розмір пор (осередків) 0 1-3 мм. Разом з цим пористість відзначається і в стінках пір. Залежно від щільності газобетону поєднання обсягу пор (осередків) та

обсягу пор у стінках комірок змінюється, відповідно до чого і змінюється ступінь впливу вологості матеріалів на їх теплопровідність.

В залежності від умов експлуатації встановлюються розрахункові коефіцієнти теплопровідності матеріалів, які завжди є вищими коефіцієнтів теплопровідності цих матеріалів в сухому стані. Для цегляної кладки значення коефіцієнтів  $\lambda$  вказуються як для комплексної конструкції, яка складається з цегли і розчину для кладки стін. В залежності від виду цегли і складу розчину коефіцієнти теплопровідності кладок суттєво відрізняються між собою навіть при однаковій об'ємній густині [8].

Важливою теплотехнічною характеристикою матеріалів є їх теплоємність – здатність матеріалів поглинати тепло при підвищенні температури [7]. Кількісно теплоємність характеризується питомою теплоємністю  $C$ , яка рівна кількості теплоти в Дж, яка необхідна для підвищення температури 1 кг матеріалу на 1°C. Її розмірність Дж/(кг·°C). Питома теплоємність підвищується при підвищенні вологості будівельного матеріалу [4].

## 2.5 Фактори зволоження матеріалів огорожувальних конструкцій будівлі

На технічний стан матеріалів огорожувальних конструкцій будівлі і на ефективність процесу підтримання комфортних умов переважно впливає рівень вологості. Волога є першим й основним негативним фактором самої будівлі та періоду її використання, так і всіх видів витрат на її експлуатацію.

Основними факторами надходження вологи в конструктивні елементи будівлі є:

- будівельна волога – вона потрапляє на поверхні та всередину огорожень під час зведення будинків, ремонту або виготовлення самих будівельних матеріалів;

- ґрунтова волога – вона потрапляє за відсутності водоізоляваного захисту і може проникати в стінові огороження з ґрунту завдяки процесу капілярного всмоктування, і підніматися по мікротріщинах огорожень на висоту до 2–2,5 м від рівня землі;



– метеорологічна волога – вона проникає в огороження під час випадання опадів;

– гігроскопічна волога – вона потрапляє в стінові огороження будинків унаслідок здатності будівельних матеріалів поглинати вологу з повітря (сорбційні властивості будматеріалів);

– волога, що конденсується, – процес конденсації водяної пари з повітря на внутрішній поверхні огорожень і у їх товщі, що пов'язано з тепловим режимом самих огорожень і відбувається у разі, якщо їх температура дорівнює або нижча від температури точки роси. У перші роки експлуатації нових будинків відзначається підвищений вологовміст більшості огороджувальних конструкцій. Особливо це належить до конструкцій, виконаних із бетонів, цегляної кладки, деревини. У зв'язку із цим у більшості зведених будинків значна частина огороджувальних конструкцій несе надлишок хімічно не зв'язаної вологи й у початковий період їх експлуатації віддає її повітряному середовищу приміщень. Це зі свого боку призводить до значних тепловтрат через холодні огороджувальні конструкції, що прямо впливає на рівень енерговитрат для забезпечення рівня комфорту в приміщеннях, а саме їх збільшення порівняно з нормативними вимогами.

Крім загального повітрообміну, значний вплив на вологість повітря в приміщенні має розміщення джерел виділення вологи, а також особливості її поширення по будинку або комплексу суміжних неізольованих приміщень. Перенесення вологи пов'язане з нерівномірним розподілом тиску в окремих зонах приміщення і природними течіями повітря, спрямованими в бік меншого тиску.

## 2.6. Опір теплопередачі стін як показник їх теплозахисних властивостей

Процес передачі тепла через стіну в зимових умовах складається з трьох етапів: сприйняття тепла внутрішньою поверхнею стіни від повітря в приміщенні, передача його через товщину стіни і віддача зовнішньою поверхнею навколишньому середовищу. Враховуючи те, що потоки тепла, які потрапляють

на стіну, проходять через його товщину і виходять назовні за умов стаціонарної теплопередачі, рівні між собою, можна додавши формули (1.6) – (1.8) і виконавши прості перетворення, отримати загальну формулу теплового потоку, який проходить через стіну [8], у вигляді

$$q_0 = \frac{t_{int} - t_{ext}}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{t_{int} - t_{ext}}{R_0} \quad (2.2)$$

Величина  $R_0$  рівна

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e} \quad (2.3)$$

називається опором теплопередачі огорожувальної конструкції [8]. Ця величина є показником теплозахисних властивостей огорожувальних матеріалів. З формули (1.14) очевидно, що теплозахист залежить від коефіцієнтів тепловіддачі  $\alpha_i$  і  $\alpha_e$ , товщини стіни  $\delta$  і коефіцієнта теплопровідності матеріалу огороження (стіни)  $\lambda$ .

Величину

$$R_k = \frac{\delta}{\lambda} \quad (2.4)$$

називають термічним опором огороження [4].

Для багатошарових огорожувальних конструкцій з паралельним розміщенням шарів до зовнішніх поверхонь  $R_k$  визначають за формулою [12]

$$R_k = \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (2.5)$$

де  $R_i = \delta_i / \lambda_i$  – термічний опір  $i$ -го шару конструкції товщиною  $\delta_i$  і коефіцієнтом теплопровідності матеріалу  $\lambda_i$ .

У випадках, коли огорожувальна конструкція не однорідна (шари не розміщені паралельно, є теплопровідні включення і т. д.) при розрахунку  $R_0$  визначають приведений термічний опір конструкції за спеціальною методикою [12].

## Висновки за розділом 2

Проведенно обґрунтуванн вибору стінових матеріалів для проведення досліджень, визначені їх основні властивості та розглянуто їх вплив на теплопровідність стінових матеріалів.

Встановлено, що зі зростанням вологості матеріалів зростає коефіцієнт їхнього теплопровідності, проте ступінь зміни теплопровідності матеріалів різна на різних діапазонах вологості.

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Поняття гідрофізичних властивостей

У процесі транспортування, зберігання і у складі конструкцій матеріали найчастіше зазнають дії води в рідкому стані або у вигляді пари. Повітря, що міститься в порах сухого матеріалу, переміщуючись, створює умови для дифузії водяної пари, тому будівельні матеріали в спорудах завжди перебувають у вологому стані. Отже, досить важливим є питання залежності гідрофізичних властивостей матеріалів від їх пористої структури та методи дослідження для подальшого їх коригування при виготовленні та використанні. Наведемо деякі гідрофізичні характеристики матеріалів.

Гігроскопічність є здатністю матеріалу поглинати водяну пару з повітря. Гігроскопічну вологу можна поділити на адсорбційно зв'язану, яка утримується сорбційними силами на поверхні пор, і капілярну, яка перебуває в мікропорах матеріалу. Якщо процес сорбції супроводжується хімічною взаємодією з матеріалом, то це явище називається хемосорбцією й іноді буває шкідливим. Наприклад, при тривалому зберіганні цемент поступово втрачає активність. Гігроскопічність визначають як відношення маси гігроскопічної вологи до маси сухого матеріалу.

Капілярно-пористі матеріали внаслідок адсорбції та капілярної конденсації водяної пари з повітря можуть містити значну кількість вологи навіть при тривалому витримуванні їх на повітрі. Наприклад, рівноважна вологість повітряно-сухої деревини становить 12...18 % від маси, а стінових матеріалів – 5...7 %

Капілярне всмоктування пористими матеріалами відбувається за рахунок піднімання вологи по капілярах, коли частина матеріалу (конструкції) перебуває у воді. Наприклад, ґрунтові води за відсутності гідроізоляції призводять до зволоження нижньої надземної частини будівель. Капілярне всмоктування

характеризується висотою підняття вологи в капілярах матеріалу, об'ємом поглинутої води та інтенсивністю всмоктування.

3.2 Аналіз зміни теплових властивостей в залежності від гідрофізичних властивостей стінових матеріалів.

Розглянемо детальніше поняття водопоглинання. Водопоглинання є здатністю матеріалу всмоктувати й утримувати вологу при безпосередньому стиканні з водою. Щоб визначити водопоглинання, зразок матеріалу поступово занурюють у воду й витримують там доти, доки він не набере сталої маси. Водонаситити матеріал до остаточного заповнення доступних для води пор можна кип'ятінням з наступним охолодженням у воді або під вакуумом.

Водопоглинання за масою  $W_M$  визначають як відношення кількості поглинутої матеріалом вологи ( $m_B - m_C$ ) до маси сухого матеріалу  $m_C$ :

$$W_M = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

Водопоглинання за об'ємом  $W_O$  характеризується ступенем заповнення пор матеріалу водою при насиченні й виражається відношенням об'єму поглинутої води до загального об'єму матеріалу в природному стані:

$$W_O = \frac{m_B - m_C}{V} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{води}}} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де  $m_B - m_C$  – маса поглинутої води, г;  $V$  – об'єм матеріалу, см<sup>3</sup>.

Коефіцієнтом водопоглинання називають відношення об'єму поглинутої води до загального об'єму пор у досліджуваному матеріалі:

$$K_B = \frac{W_O}{P}. \quad (3.3)$$

Відношення водопоглинання за об'ємом і за масою чисельно дорівнює відносній густині будівельного матеріалу:

$$\frac{W_O}{W_M} = \frac{\rho_M}{\rho_{\text{води}}} = \gamma. \quad (3.4)$$

Водопоглинання за об'ємом називають іноді уявною пористістю на відміну від істинної пористості. Вода не проникає в закриті, а також в дуже дрібні пори. Останнє пояснюється тим, що молекули води завдяки дипольним і водневим

зв'язкам поєднуються між собою у великі комплекси (полімерні асоціати). Проте, при насиченні матеріалу під тиском або при кип'ятінні ці комплекси молекул розпадаються, вода заповнює всі відкриті пори й показник водопоглинання в цьому разі чисельно дорівнює відкритій пористості матеріалу. Якщо всі пори є відкритими, то  $W_0 = P$ .

Таким чином, водопоглинання матеріалу пов'язане з показником середньої густини, залежить від характеру пористості й коливається в широких межах для різних будівельних матеріалів: для керамічної цегли – 8...20 \%, важкого бетону – 2...6 \%, вапняку – 1,5...3 \%, граніту – 0,02...0,70 \% тощо.

Насичення матеріалів водою істотно позначається на їхніх найважливіших властивостях: підвищується середня густина, теплопровідність; знижується міцність, морозостійкість.

Водостійкість є здатністю матеріалу зберігати міцність при тимчасовому чи постійному зволоженні водою. Водостійкість характеризується коефіцієнтом розм'якшення або водостійкості, який визначається відношенням міцності насиченого водою матеріалу  $R_H$  до його міцності в сухому стані  $R_C$ :

$$k_p = R_H / R_C . \quad (3.5)$$

Водостійкими вважаються будівельні матеріали з коефіцієнтом розм'якшення понад 0,8. Це означає, що кам'яні природні та штучні матеріали з  $k_p < 0,8$  не можна застосовувати в місцях з підвищеною вологістю. Деякі матеріали при зволоженні втрачають міцність і деформуються (цегла-сирець має  $k_p = 0$ ); такі ж матеріали, наприклад, як скло, сталь тощо не змінюють міцності ( $k_p = 1$ ), а цементний бетон може навіть підвищувати її.

Вологість  $W$  визначається вмістом води в порах і на поверхні пор матеріалу за масою або об'ємом в процентах, причому цей вміст є значно меншим за показник водопоглинання. Вологість матеріалу в будівельних конструкціях залежить від вологості навколишнього середовища, атмосферних явищ (дощ, танення снігу). Із зволоженням погіршуються теплозахисні властивості, морозостійкість та інші показники. Вологість матеріалу:

$$W_m = \frac{m_b - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (3.6)$$

де  $m_b$  та  $m_c$  – маси відповідно вологого та сухого матеріалу, г.

Вологовіддача є здатністю матеріалу віддавати воду із зміною температури та вологості навколишнього середовища. Ця здатність характеризується інтенсивністю втрат вологи за добу при відносній вологості навколишнього повітря 60 % і температурі 20 °С (293,15 К). Коли матеріал обвівається сухим повітрям, волога дифундує з матеріалу, кількість її знижується доти, доки не настане рівновага між показниками вологості матеріалу й навколишнього повітря. Матеріал у такому стані характеризується як повітряно-сухий.

Водопроникність є здатністю матеріалу пропускати крізь себе воду при певному гідростатичному тиску. Ця здатність визначається кількістю води в кубічних метрах, що пройшла крізь одиницю поверхні матеріалу за одиницю часу при сталому (заданому) тиску. Водопроникність характеризується коефіцієнтом фільтрації  $K_f$ , який вимірюється в метрах за секунду й залежить від щільності матеріалу та його будови. До водонепроникних належать „абсолютно” щільні матеріали (наприклад, скло), а також практично водонепроникні матеріали з дуже малими закритими порами (пінополістирол, газоскло). Показник коефіцієнта фільтрації є особливо важливим для матеріалів, застосовуваних у гідротехнічному будівництві, для водопроводів, каналізаційних систем, резервуарів, а також для покрівельних матеріалів.

Паропроникність є здатністю матеріалу пропускати водяну пару за наявності різниць тиску біля поверхні огорожень. Стіни житлових будинків, лікарень та інших приміщень мають „дихати”, тобто бути досить проникними для водяної пари без її конденсації (природна вентиляція). Стіни виробничих приміщень з вологими процесами мають бути із середини захищені від проникнення водяної пари, оскільки в зимовий час відбувається конденсація пари, різко підвищується вологість матеріалів із зовнішнього боку, що може призвести до зниження міцності й навіть до руйнування конструкції.

Паропроникність характеризується коефіцієнтом паропроникності  $K_p$ , кг/(м · с · Па). Наприклад,  $K_p$  становить: для туфу –  $2,4 \cdot 10^{-8}$  кг/(м · с · Па), для



важкого бетону –  $1,2 \cdot 10^{-8}$  кг/(м·с·Па), для сосни (впоперек волокон)  $1,6 \cdot 10^{-8}$  кг/(м·с·Па), для цегли керамічної –  $2,24 \cdot 10^{-8}$  кг/(м·с·Па), для шлаковати –  $10,2 \cdot 10^{-8}$  кг/(м·с·Па).

Гідрофільність є здатністю матеріалу зв'язувати воду й змочуватися водою. Майже всі будівельні матеріали є гідрофільними, й пори в них легко заповнюються водою. Це не стосується водонепроникних матеріалів, що не насичуються водою, незалежно від того, які властивості має їхня поверхня. Основною причиною гідрофільності більшості будівельних матеріалів є природа їхньої поверхні. Зокрема, водою змочуються тіла, поверхня яких містить аніони (наприклад, ОН-), або атоми, здатні притягувати молекули води за рахунок утворення водневого зв'язку.

Гідрофобність є здатністю твердого тіла не змочуватися водою (відштовхувати воду). Проникнення води крізь пори, що мають гідрофобну внутрішню поверхню, є значно ускладненим, хоча вони легко пропускають повітря та водяну пару. Гідрофобність матеріалів визначається насамперед хімічною природою його поверхні та рідини, що змочує її, тобто фаз, які взаємодіють. До гідрофобних матеріалів належать парафін, жирові мастила, бітум, а також інші піддані гідрофобізації матеріали.

Гідрофобізація є процесом надання поверхні гідрофільних матеріалів здатності відштовхувати воду, тобто гідрофобності. Гідрофобізацію виконують нанесенням на поверхню матеріалу найтоншого водовідштовхувального покриття, що утворюється під час обробки її гідрофобізаторами (спеціальними поверхнево-активними речовинами). Гідрофобізація сприяє підвищенню водонепроникності, водо- та морозостійкості, збереженню кольору та фактури будівельних матеріалів.

Вологові деформації з'являються внаслідок здатності матеріалу змінювати свій об'єм із зміною вологості, що може спричинитися до структурних напружень у матеріалі. Властивість матеріалу при зволоженні (насиченні) водою збільшуватися в об'ємі називають набуханням (глина, деревина). Це явище пояснюється тим, що полярні молекули води, проникаючи між частинками

речовини або волокнами, які утворюють матеріал, розклинюють їх, знижують капілярні сили. Вироби можуть покоробитися.

Із зменшенням вологості (з висиханням) деякі матеріали дають усадку, тобто зменшуються в об'ємі та розмірах (наприклад, паркет), оскільки частки матеріалу зближуються під дією капілярних сил. Через нерівномірність висихання у матеріалі (наприклад, у цеглі-сирці) можуть виникати тріщини. Навперемінне зволоження й висихання може призвести навіть до руйнування матеріалу.

Значна усадка є звичайно притаманною високопористим матеріалам з дрібними порами: деревина (впоперек волокон) – 30...100 мм/м; бетон ніздрюватий – 1...3 мм/м; бетон важкий – 0,3...0,7 мм/м; цегла керамічна – 0,03...0,10 мм/м. Ці властивості слід враховувати, вибираючи умови зберігання й використання в будівництві таких матеріалів.

Морозостійкість є здатністю матеріалу в насиченому водою стані витримувати багаторазове навперемінне заморожування й відтавання без зниження міцності при стиску понад 15 % (для деяких матеріалів – до 25 %) і втрати маси не більш як на 5 %. Марка за морозостійкістю характеризується оптимальним числом циклів заморожування – відтавання, які витримує випробовуваний матеріал. Наприклад, цеглу керамічну випускають марок F15, F25, F35, F50, дорожній бетон – F50...F200, а гідротехнічний бетон – до F500 .

Довговічність матеріалів у зовнішніх конструкціях, які в процесі експлуатації зазнають дії води, змінних температур та інших атмосферних факторів, значною мірою залежить від їхньої морозостійкості.

Руйнування матеріалів під дією дощу й морозу можна пояснити такими явищами. Зволоження, наприклад, зовнішніх стін відбувається як із середини внаслідок міграції пари від „тепла до холоду” і наступної її конденсації, так і ззовні – дощ, сніг з вітром. Під дією морозу вода у великих порах замерзає, а як відомо, перетворення води на лід супроводжується збільшенням об'єму приблизно на 9 %, що призводить до виникнення тиску на стінки пор, який становить порядку 210 МПа при температурі мінус 20 °С. При цьому в матеріалі

з'являються внутрішні напруження, які можуть призвести до його руйнування, особливо, якщо коефіцієнт водопоглинання наближається до одиниці, тобто всі пори є відкритими.

Щоб визначити морозостійкість, зразки матеріалу насичують водою, а далі піддають навперемінному заморожуванню при температурі  $-15...-20$  °C і відтаванню у воді температурою  $+15...+20$  °C до певного числа циклів, встановленого нормативними документами, або до початку руйнування зразка.

Найбільш морозостійкими є щільні матеріали з низьким водопоглинанням, однорідні за структурою і такі, що мають високий коефіцієнт розм'якшення. Управляючи капілярно-пористою структурою матеріалу в процесі виготовлення й застосовуючи поверхнево-активні речовини (ПАР), можна регулювати його морозостійкість. Пористі матеріали вважаються ще морозостійкими, якщо ступінь заповненості водою всіх доступних пор (відкриті пори) становить 80...85 %. Коефіцієнт розм'якшення  $K_{\text{п}}$  морозостійких матеріалів має бути не нижчим, ніж 0,9.

Отже, розглядаючи вище названі властивості матеріалів, приходимо ще раз до висновку, що необхідною умовою їх створення та подальшого використання у будівництва та промисловості є дослідження пористої структури, видів капілярної дії на поверхні та всередині конструкції, коефіцієнтів поверхневого натягу розчинів ПАР.

### 3.3 Методика визначення коефіцієнта енергоефективності

Проектування енергоефективних будівель має бути ґрунтоване на системному підході до будівлі як єдиної енергетичної системи, в якій у взаємозв'язку знаходяться підсистеми архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності. Економічність, простота зведення, практична функціональність, енергоефективність, використання місцевих природних матеріалів, адаптивність до природно-кліматичних умов - це ті цінні якості, які є

привабливими для сучасного архітектора у вирішенні завдань стандартизації та типізації соціального житла.

Внаслідок проведеного аналізу літературних джерел, експериментальних досліджень та проведених розрахунків досліджено вплив властивостей стінових матеріалів на їх енергоефективність. Основними факторами впливу визначено міцність, середню густину, теплопровідність та теплоємність (див рис 3.1).

Середня густина – фізична величина, яка визначається відношенням маси до всього об'єму, включаючи пори та пустоти;

$$\rho_m = m/V \quad (3.7)$$

де  $m$  – маса матеріалу, кг,

$V$  – об'єм матеріалу в природному стані,  $m^3$ .

Міцність – це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією зовнішніх навантажень.

При врахуванні міцності та середньої густини стінового матеріалу, для зменшення показників при проведенні оптимізації доцільно міцність та середню густину виразити через коефіцієнт конструктивної якості.

Для оцінки ефективності матеріалу в будівництві використовується коефіцієнт конструктивної якості (питома міцність), що розраховується як показник міцності, віднесений до відносної щільності матеріалу:

$$K_{кя} = R/d, \quad (3.8)$$

де  $d$  – відносна щільність матеріалу, що є безрозмірною величиною,  $R$  – границя міцності стінового матеріалу.

Наступним показником, який значною мірою впливає на енергоефективність є теплопровідність. Вона враховує ступінь пористості й характер пор, структуру матеріалу, температуру, вологість, а також вид матеріалу та його стан.



Рисунок 3.1 – Фактори впливу та їх характеристика на коефіцієнт енергоефективності, залежно від властивостей стінових матеріалів.

Для отримання коефіцієнта енергоефективності, враховуючи коефіцієнт конструктивної якості та позитивний вплив коефіцієнта теплопровідності, можемо записати формулу для його визначення. Коефіцієнт теплопровідності підставляємо з врахуванням вологісного режиму приміщення тому, що зміна

вологості стінових матеріалів істотно впливає на їх теплопровідність. Оскільки, для води  $\lambda = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , тобто у 25 разів більше ніж для повітря, тому, заповнені водою пори, більше пропускають тепловий потік і при цьому теплопровідність водонасичених матеріалів підвищується.

Тоді, формула для отримання коефіцієнта енергоефективності буде мати вигляд:

$$K_{\text{енеф}} = K_{\text{кя}}/\lambda \quad (3.9)$$

де  $K_{\text{кя}}$  – коефіцієнт конструктивної якості, МПа;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

Наступним показником для визначення енергоефективності запропоновано врахувати теплоємність яка має велике значення у тих випадках, коли потрібно враховувати акумуляцію теплоти огорожувальними конструкціями з метою збереження температур без різких коливань у приміщенні.

Тоді, формула для отримання коефіцієнта енергоефективності буде мати наступний вигляд:

$$K_{\text{енеф}} = \frac{K_{\text{кя}}}{\lambda} \times c \quad (3.10)$$

де  $K_{\text{енеф}}$  – коефіцієнт енергоефективності;

$K_{\text{кя}}$  – коефіцієнт конструктивної якості, МПа;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$

$c$  – теплоємність  $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .

Для перевірки висунутої гіпотези та відповідності виведеної формули в табл. 3.1 наведемо основні стінові матеріали та зазначимо основні фактори впливу для визначення коефіцієнту енергоефективності.

Таблиця 3.1 – Стінові матеріали та основні фактори впливу

№ н/п	Стінові матеріали	Фактори впливу			Теплоємність, Дж/(кг·К).	Коефіцієнт енергоефективності стінового матеріалу
		Міцність, МПа	Середня щільність, кг/м <sup>3</sup>	коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Залізобетон	20	2500	1,69	0,84	3,98
2	Бетон	20	2400	1,51	0,84	4,64
3	Керамзитобетон	20	1600	0,58	0,84	13,58
4	Керамічна цегла	25	1800	0,56	0,88	21,83

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
5	Керамоблок	12,5	850	0,22	0,88	58,82
6	Пориста цегла	12,5	1450	0,43	0,88	17,64
7	Силікатна цегла	25	1800	0,70	0,88	17,46
8	Пінобетон	12,5	1000	0,4	0,84	26,25
9	Газобетон	15	1200	0,4	0,84	43,75
10	Пустотіла цегла	25	1450	0,64	0,88	23,71

На основі розрахованих коефіцієнтів енергоефективності для наглядного порівняння побудуємо графік для кожного розглянутого стінового матеріалу (див рис. 3.1).

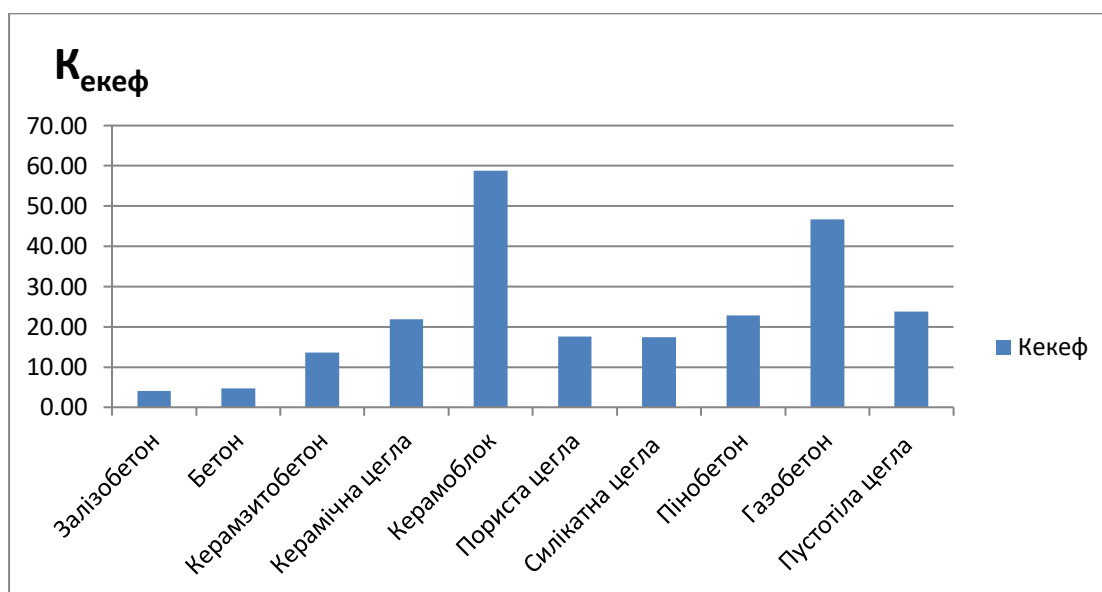


Рисунок 3.2 – Залежність коефіцієнта енергоефективності від властивостей стінових матеріалів

Проаналізувавши графіки залежності коефіцієнта енергоефективності на рисунку 3.2 від визначених факторів впливу властивостей стінових матеріалів, встановлено досить низькі показники для бетону та залізобетону, а також значно вищі показники для пінобетону, газобетону і керамоблоку. Особливо високий коефіцієнт енергоефективності виявлений для керамоблоку, який дійсно характеризується достатньою міцністю, низькою теплопровідністю та середньою густиною, зокрема достатньою теплоємністю, яка більша ніж в піно та газобетонів.

За встановленими факторами впливу залежно від властивостей стінових матеріалів визначимо коефіцієнт конструктивної якості для порівняння з коефіцієнтом енергоефективності. Порівняння коефіцієнтів проводимо для дослідження вагомості впливу введених нами коефіцієнтів теплопровідності та теплоємності (див рис. 3.3).

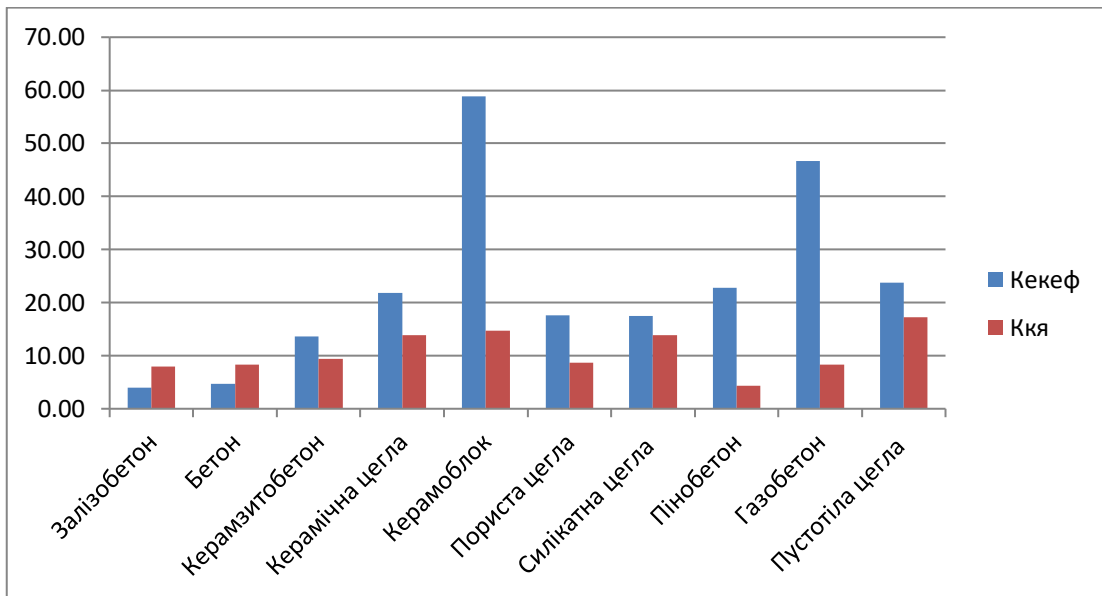


Рисунок 3.3 – Порівняння коефіцієнта конструктивної якості з коефіцієнтом енергетичної ефективності.

При порівнянні коефіцієнтів конструктивної якості з коефіцієнтами енергоефективності на рис. 3.3, розглянутих стінових матеріалів, з наведеного графіку чітко спостерігається зміна показників. Так, для бетону та залізобетону, коефіцієнт енергоефективності зменшується в порівнянні з коефіцієнтом конструктивної якості, а для інших розглянутих стінових матеріалів - навпаки зростає. Найбільший приріст коефіцієнта енергоефективності виявлено для керамоблоку, який достатньо міцний, має низьку середню густину та теплопровідність. При цьому він володіє високою теплоємністю в порівнянні з іншими досить енергоефективними стіновими матеріалами, як піно та газобетон.

Отже, із наведених стінових матеріалів (таб. 3.1) в залежності від розглянутих властивостей, без врахування поверховості будівель, а відповідно і навантаження на стіни першого поверху, обґрунтовано вибір керамоблоку.



Виходячи з умов міцності розглянутих стінових матеріалів та обмеженості використання в залежності від поверховості, з таблиці 3.1 вибираємо ті матеріали, які задовольняють умові міцності для семиповерхового громадського будинку. Данні матеріали наводимо в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Стінові матеріали, які задовольняють умові міцності для семиповерхового громадського будинку

№ н/п	Стінові матеріали	Коефіцієнт енергоефективності стінового матеріалу
1	Залізобетон	3,98
2	Бетон	4,64
3	Керамічна цегла	21,83
5	Пустотіла цегла	23,71
6	Силікатна цегла	17,46

В таблиці 3.2 наведені коефіцієнти енергоефективності для зведення семиповерхового громадського будинку. Для наглядного відображення та виконання поставлених задач побудуємо графік для вибору стінового матеріалу залежно від коефіцієнта енергоефективності, який зображений на рис. 3.4.

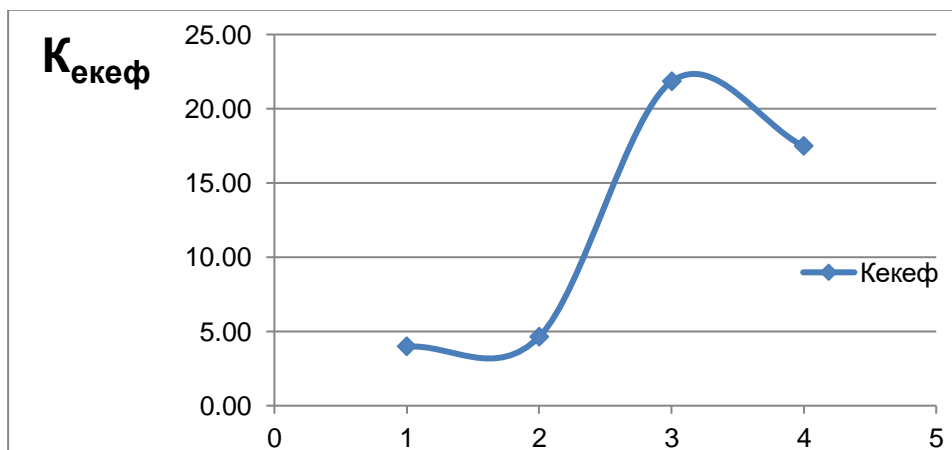


Рисунок 3.4 – Графік залежності коефіцієнта енергоефективності від виду стінового матеріалу

Проаналізувавши графік для вибору стінового матеріалу залежно від коефіцієнта енергоефективності, прийнято керамічну цеглу, яка задовольняє умові міцності для семиповерхового громадського будинку.

На основі розробленої методики визначення коефіцієнта енергоефективності розроблений алгоритм прийняття рішень по вибору

найбільш енергоефективного стінового матеріалу. Даний алгоритм наведено на рис. 3.5.

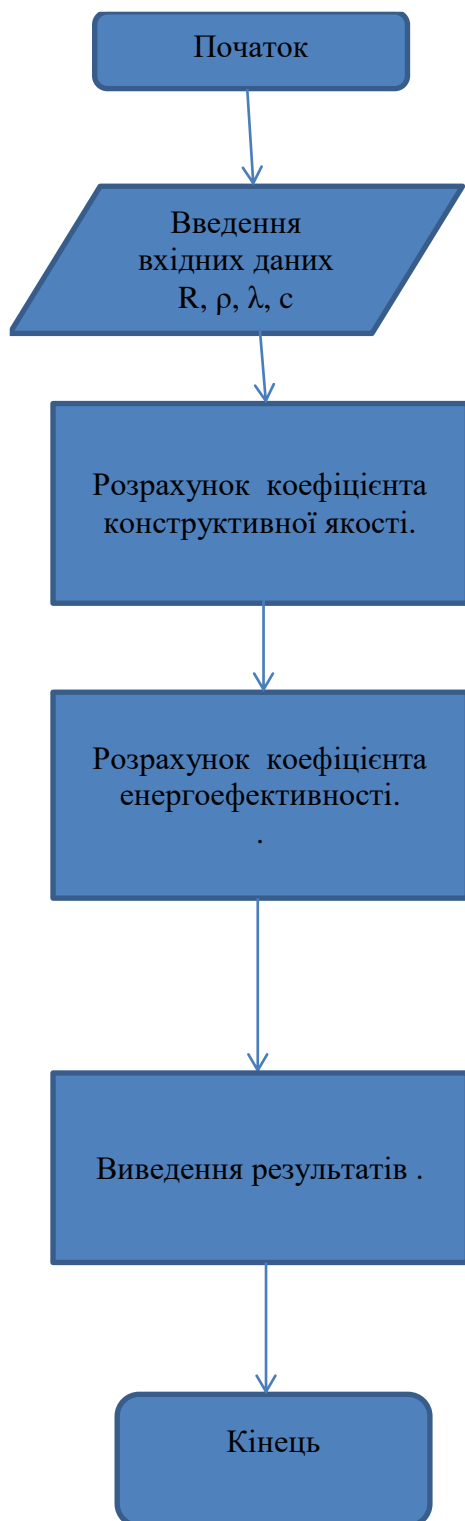


Рисунок 3.5 – Алгоритм визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів

### Висновки за розділом 3

Встановлено, що основними факторами впливу на коефіцієнт енергоефективності стінових матеріалів є міцність, середня густина, теплопровідність та теплоємність.

Розроблена методка визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів залежно від основних факторів впливу. Запропонований алгоритм визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів.

Для будівництва семиповерхової будівлі визначений найбільш енергоефективний стіновий матеріал який відповідає умові міцності. В якості стінового матеріалу прийнято пустотілу керамічну цеглу М-250 з коефіцієнтом енергоефективності 23,71.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Район будівництва

Проектні рішення розроблені для будівництва в місті Вінниці по вул. Родіона Скалецького, 17. Нормативне значення ваги снігового покриву прийнято 1.5 КПа, для другого снігового району, глибина промерзання ґрунтів 1.2 м. Температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки – 5,1 С. Ґрунти в основі не просадочні; ґрунтові води відсутні.

#### 4.1.2 Опис генплану

Для офісної будівлі відведена ділянка прямокутною формою площею 5773 м<sup>2</sup>. Проектована будівля розташована з урахуванням напрямку панівних вітрів та природного освітлення.

Будівля розташована таким чином, що взимку вхід найменше обдувається вітрами, а в полуденний час знаходиться у освітленому боці.

До складу генплану входять такі будівлі та споруди:

- запроектована 7 поверховий офісна будівля;
- автостоянка на 30 місць.

Благоустрій та озеленення ділянки розроблено відповідно до кліматичних та ґрунтових умов ділянки будівництва відповідно до вимог ДБН Б.2.2-5:2011. На ділянки є газон, чагарники рядової посадки, дерева листяні. Територія захищена огорожею з воротами. Проїзди та тротуари асфальтовані, ширина доріг 6 м, асфальтові доріжки 3 м. Повідомлення між головною будівлею та автостоянкою здійснюється по асфальтових доріжках.

Проект плану організації рельєфу розроблений методом червоних горизонталей, проведених через 50 см по всіх елементах планування (проїздів, майданчиків та зеленої поверхні). При вирішенні проекту організації рельєфу забезпечені допустимі за нормами поздовжні та поперечні ухили, необхідні для розміщення забудови та руху транспорту.

Усі будівлі та споруди розраховані на підключення до зовнішніх інженерних мереж комунікації.

#### 4.1.3 Об'ємно-планувальні рішення

Офісна будівля має складну конфігурацію з розмірами осей 1-4-18 м; А-Е-24 м.

Висота будівлі по парапетних плитах нерівномірна, різниця висот становить 3,36 м. Всі приміщення в будівлі забезпечені нормальною інсталяцією.

На першому поверсі будівлі розміщені наступні приміщення: вестиб'юль, коридор, кімната охоронця, приміщення персоналу, санвузли, технічне приміщення, конференц-зала, кабінет директора, приймальня, адміністрація.

На 2-7 поверхах розміщується: вестиб'юль, санвузли, та офісні приміщення.

У будівлі розташовані два ліфти. У разі виникнення пожежі передбачені евакуаційні виходи та зовнішні пожежні сходи.

Клас будівлі 2 [19]

Ступінь довговічності 2 [17]

Ступінь вогнестійкості 2 [4]

#### 4.1.4 Техніко-економічні показники

1. Будівельний об'єм –  $V_6$  11966 м<sup>3</sup>
2. зокрема підземної частини 1253 м<sup>3</sup>.
3. Загальна площа –  $S_3$  2708 м<sup>2</sup>
4. Корисна площа –  $S_k$  2053 м<sup>2</sup>
5. Площа забудови –  $S_{заб}$  453,2 м<sup>2</sup>
6. Коефіцієнт  $K_1=S_k/S_{заб}$  4,5
7. Коефіцієнт  $K_2= V_6 /S_0$  4,42

#### 4.1.5 Конструктивні рішення

Конструктивний тип будівлі: неповний каркас, в якому поряд із внутрішнім каркасом несучими є зовнішні цегляні стіни.

Жорсткість будівлі забезпечується: спільною роботою колон, ригелів і перекриттів, що утворює геометрично незмінну систему. А також стінами сходових кліток, ліфтів.

#### 4.1.6 Фундаменти

Фундамент – на природній основі із збірних залізничних плит за ГОСТ 13580-85 та блоків стін підвалів за ГОСТ 13579-78\*.

Фундамент під ж/б колони - стовпчастий з/б монолітний стаканного типу, що зводиться в опалубки.

#### 4.1.7 Стіни

Зовнішні стіни багатошарові з глиняної цегли повнотілої за ГОСТ 580-88, на цементно-вапняному розчині М50, товщиною 510 і 640 мм.

В якості теплоізоляційного конструктивного шару застосовані мінераловатні плити на синтетичному сполучному.

Товщина стіни прийнята за умов теплотехнічного розрахунку.

Внутрішні стіни – з цегли глиняної повнотілої товщиною 250, 380, 510 мм.

#### 4.1.8 Плити перекриття та покриття

Перекриття та покриття – збірні з/б багатопустотні плити по серії 1.041.1-2. Випуск 1.

#### 4.1.9 Перегородки

Перегородки з гіпсових плит за ГОСТ 6428-74 товщиною 80 мм, а також з глиняної цегли товщиною 120 мм.

#### 4.1.10 Вікна та двері

Вікна – це світлопрозорі огороження, призначені для освітлення та провітрювання приміщень. Віконні блоки з подвійним склінням зі спеціальним склом (сонцезахисним), з відкриванням усередину приміщень за ГОСТ 11214-86, зовнішній водовідведення з оцинкованої сталі. Зазори між укосами та блоками закладають клоччям.

Двері:

у кабінетах адміністрації - фільончасті, однопільні

у службових та інших приміщеннях – глухі, щитові однопільні.

сходові клітки – тамбурні

вхідні двері – пластикові двопільні та однопільні.

#### 4.1.11 Сходи та ліфти

За призначенням ділять на основні та допоміжні. Основні служать для постійного використання та евакуації, і розміщуються у сходових клітках. Головна вимога до сходів, безпека при русі по них.

Марші огорожені поручнями заввишки 0,85 метра. Сходові клітини мають природне та штучне освітлення.

Сходи – зі збірних залізничних маршів та майданчиків за серією 1.251.1-4; 1.252.1

Ліфти – стаціонарні витяги періодичної дії. Будівельні частини ліфта складаються: шахта з залізничних блоків висотою на поверх, під шахтою знаходиться приямок для огляду або ремонту кабіни ліфта; машинне відділення з тяговою лебідкою, розташоване над ліфтовою шахтою.

#### 4.1.12 Елементи каркасу

Колони – збірні перерізом 400x400 мм за серією 1.020-1/83, випуск 2-1. Призначені для зведення багатопверхових громадських будівель з висотою поверху 3.3 м у звичайних умовах.

**Ригелі** – збірні залізничного таврового перерізу заввишки 450 мм, призначені для будівництва багатоповерхових громадських будівель у звичайних умовах за серією 1.020-1/83 випуск 3-1.

Перемички прийнято збірні з/б по серії 1.038.1-1 випуск 2-1. Перемички укладаються над дверними та віконними отворами з опиранням на стіну.

#### 4.1.13 Підлоги

Ламінат: офісні приміщення.

Мозаїчні: вестибюль

Керамічні: санвузол, відповідальний зберігач

Паркетні: директор, приймальня директора

#### 4.1.14 Покрівля

**Покрівля** – безгорищна, рулонна з внутрішнім водостоком.

Утеплювач пінополістирольної плити  $\gamma=40$  кг/м<sup>3</sup> (4 Кн./м).

Ухил покрівлі досягається підсіпкою керамзитового гравію.

Склад покрівлі:

- чотири шари руберойду марки «Бризол», що наплавляється.
- цементно-піщана стяжка.
- утеплювач.
- Параізоляція - шар руберойду, що наплавляється.
- Ж/б плита перекриття

#### 4.1.15 Опорядження будівлі

Внутрішні поверхні стін і стель оштукатурюються і фарбуються масляною та водоемульсійною фарбою.

Вікна та двері фарбуються масляною фарбою за два рази.

Фасад будівлі облицьовується системою вентиляємий фасад.

Із метою економії тепло-, електроенергії, відповідно до вимог Національної програми енергозбереження, в Україні нові будівлі будуються енергоефективними. Це дозволить значно зменшити витрати на опалення й



знизити викиди в атмосферу продуктів горіння, що позитивно вплине на стан довкілля. Заходи з теплоізоляції будівель забезпечують різноманітність й архітектурно-естетичну виразність фасадів, подовження терміну експлуатації огороджуваних конструкцій.

Ефективними є такі рішення, за допомогою яких на фасаді будинку можна створити суцільну та рівномірну теплоізоляційну оболонку. Довговічність та експлуатаційна надійність теплоізоляційних систем залежать від їхніх умов експлуатації та якості будівельних робіт.

До обов'язкових елементів системи утеплення відносять:

- теплоізоляційний шар із ефективного утеплювача;
- захисний шар;
- декоративний шар (екран).

Додаткову теплоізоляцію можна влаштувати як на зовнішні, так і на внутрішні поверхні стін. Основним недоліком методу утеплення «зсередини» є виникнення конденсату на внутрішній поверхні огороджувальної конструкції, що у процесі експлуатації призводить до утворення цвілі, грибків, а також підвищеної вологості в житлових приміщеннях. Недоліком є також утворення «містків холоду» у місцях з'єднання стін з перекриттями. На цих ділянках з'являються мокрі плями, які руйнують опоряджувальний шар. Світовий досвід показав переваги утеплення зовнішніх поверхонь. Іноді потрібно передбачити вентиляційну щілину завтовшки 1,5–3,0 см між утеплювачем і захисним (декоративним) екраном для забезпечення міграції вологи з утеплювача в зовнішню атмосферу. Такий тип утеплення називається «вентильований фасад». При його улаштуванні відсутні «мокрі» процеси, не потрібно спеціально підготовлювати зовнішні стіни, роботи можна здійснювати з підвісних колисок навіть при мінусовій температурі навколишнього середовища. Для несучих елементів і захисно-декоративного шару використовуються довговічні матеріали, що забезпечує довговічність фасаду. Можлива заміна окремих пошкоджених елементів фасаду, тому що не застосовуються зварювання і мокрі процеси.

Вентильований фасад – сучасне рішення для будь-якого випадку влаштування нового та реконструкції фасаду. Він не тільки приховає недоліки стін будівлі, а й надає їм додаткове утеплення і підвищить захисні властивості. Навіть стіни старого і старого будинку можна вкрити навісним фасадом, будинок мало того, що буде виглядати як новий, так ще і його експлуатаційні характеристики зростуть, і він зможе прослужити довше. Конструкції навісних фасадів ефективно вирішують завдання енергозбереження, і до того ж існують десятки різних матеріалів різноманітного кольору і фактури, які підійдуть саме конкретній будівлі.



Рисунок 4.1 - Конструкція вентильованого фасаду

Навісні фасади з повітряним зазором – це складна конструкція, що складається з матеріалів із різними фізичними властивостями. Вентильовані фасади складаються з металевого каркаса, жорстко прикріплюватися до несучої стіни, утеплювача, повітряного зазору та захисно-декоративного облицювання.

Для виготовлення каркасу застосовуються системи профілів і кронштейнів зі сталі. Для виготовлення навісних вентильованих фасадів використовуються матеріали високої якості – облицювальні панелі сайдинг, панелі «Фасад» і фасадні касети. Панелі «Фасад» та фасадні касети виконують не тільки декоративну роль, але і захищають стіни будівель від атмосферних опадів, а також характеризуються високим ступенем шумопоглинання, а повітряний простір між вентильованим фасадом і стіною забезпечує ефективну

термоізоляцію. Використання панелей «Фасад» або фасадних касет дозволяє повністю виключити появу сольових розводів в цокольній частині будівель, а також реалізовувати більш складні геометричні рішення в дизайні вентилянтованих фасадів. Кріплення вентилянтованих фасадів, здійснюється за допомогою профільної системи, яка дозволяє використовувати панелі різної величини і форми, що розширює можливості зовнішнього оформлення будівель.

До конструкції вентилянтованого фасаду пред'являються особливі вимоги:

- висока ступінь стійкості до впливу вітрових навантажень;
- достатня міцність при дії навантаження від ваги облицювання;
- антикорозійна стійкість;
- певна рухливість вузлів для витримування статичних (власна вага конструкції, включаючи вагу панелей і утеплювача) і динамічних (вітер, температурні перепади і т.д.) навантажень;
- можливість вирівнювання стін;
- легкість і висока швидкість монтажу.

Зручність системи полягає ще й у тому, що фасади можна встановлювати в будь-яку пору року. Використовуваний матеріал не старіє, не втрачає свої властивості під дією атмосферних явищ. Завдяки вентиляційному каналу в пристрої фасаду, волога не накопичується в масиві будівлі, а виводиться в вентилянтовану зону, що не дозволяє загнити шару утеплювача.

Теплоізоляційний матеріал у свою чергу перекриває незадовільні шви і забезпечує збереження тепла безперервно по всій площі фасадів. Взимку фасад зберігає тепло, а влітку не дозволяє будівлі перегріватися.

Основні технічні та експлуатаційні характеристики навісних вентилянтованих фасадів:

- тривалий час зберігається презентабельність будівлі;
- збільшується термін експлуатації самої будівлі;
- можливість ремонту фасаду або заміни їх окремих частин без руйнування конструкції зовнішніх стін;

- можливість зміни архітектурного вигляду фасадів шляхом варіювання облицювальних матеріалів, форматів і кольорів;
- невеликі витрати при обслуговуванні;
- забезпечується здоровий клімат приміщення через безперешкодну дифузію водяної пари (будівля «дихає»);
- найкращий звукозахист будівлі;
- невелика вага системи, особливо порівняно з обробкою керамогранітом або фіброцементними плитами;
- пожежна безпека;
- фасадна технологія підходить як для новобудов, так і для будівель вже перебувають у тривалій експлуатації;
- з економічної та екологічної точки зору – це єдиний правильний теплозахист і захист від погодних зовнішніх умов.

Навісні фасади чудово сполучаються з покрівлею, цоколем, вікнами і вітражами через спеціальні вузли. Для захисту утеплювача від можливого проникнення вологи застосовується спеціальна паропроникна плівка, яка дозволяє водяним парам безперешкодно виходити з шарів конструкції.

Відбувається це завдяки методу природної вентиляції, передбаченої системою вентиляованих фасадів, тим самим істотно поліпшуються теплоізоляційні властивості стін, забезпечуючи комфортний температурний режим усередині будівлі. Вентилювані фасади застосовуються у всіх кліматичних зонах. При цьому робочий діапазон температур починається з мінус 50 °С до +80 °С при високому рівні сонячної радіації і великій теплопоглинальній здібності облицювального матеріалу. Коефіцієнти температурних деформацій для різних матеріалів можуть значно відрізнятись. Тому при спільному їх використанні в конструкціях вентиляованих фасадів передбачаються технічні рішення, що компенсують різну реакцію матеріалів на зміну температури і запобігають виникненню додаткових напружень, деформацій і руйнувань

#### 4.1.16 Інженерне обладнання

Внутрішнє електрообладнання:

Будівля освітлена системами інженерного та технічного обладнання: опаленням, поєднаним з припливно-витяжною вентиляцією з механічним спонуканням та адіабатичним зволоженням повітря, теплопостачанням, каналізацією, електропостачанням, радіофікацією, телефонізацією, водопостачанням, пожежною сигналізацією, переносними вуглекислотними вогнегасниками.

Проект розроблений на напругу 380/220 В з глухозаземленим нейтральним трансформатором.

За ступенем забезпечення надійності електропостачання струмоприймачі архіву належать до другої категорії.

Вступно-розподільний пристрій розміщується в електрощитовій у підвалі. Облік електроенергії передбачається джерелом активної енергії.

Освітлювальні щити прийняті типу ЯОУ 8500, висота установки освітлювальних щитків 1.8 м від підлоги. Силові щити передбачені типу ПР 8501-3-УХЛІ.

Проект передбачає робоче, аварійне та евакуаційне освітлення. Робоче освітлення передбачається у всіх приміщеннях будівлі. Світильники аварійного освітлення виділяються з-поміж світильників робочого освітлення і подаються зі щита аварійного освітлення.

Групові освітлювальні мережі виконуються проводом АППВ приховано: по стелі в пустотах плит перекриття, по стиках та швах будівельних конструкцій.

Металеві невідповідні частини електричного обладнання підлягають заземленню шляхом приєднання їх до нульового дроту.

Отоплення та вентиляція:

Теплопостачання від зовнішніх джерел із теплоносієм 150-70 С. Опалення прийнято із теплоносієм 115-70 С.

Магістральні труби прокладаються підлогою підвалу, в поздовжніх каналах, під стелею. Як нагрівальні прилади прийняті конвектори.

Трубопроводи, що проходять у поздовжніх каналах та у вузлах управління, ізолюються теплоізоляційним шнуром за ТУ 36-1695-79 з покривним шаром зі скло руберойду. Проектом передбачено одне введення теплоносієм.

Вентиляція передбачена припливно-витяжною з механічним спонуканням та адіабатичним зволоженням повітря. Повітропроводи виготовляються з листової сталі за ОСТ 1411-196-86.

Каналізація:

Відведення побутових та стічних виробничих вод запроектовано самопливом у каналізаційну мережу за самостійними випусками. Внутрішня мережа та випуски прокладаються з каналізаційних труб.

Водопостачання:

Проект розроблений відповідно до положення СНіП 2.04.01-85, П-76-78. Архів обладнається об'єднаними системами господарського питного та протипожежного водопостачання.

Холодне водопостачання передбачається від зовнішніх мереж водопроводу за введенням 100 мм, прокладається на 0.5 м нижче за промерзання ґрунту.

У будівлі передбачаються внутрішня пожежогасіння з розрахунку одночасної дії пожежних труб 2.5 л/сек кожна.

Введення гарячого та циркуляційного трубопроводу запроектовано із сталевих водопровідних оцинкованих труб, які прокладаються спільно з трубопроводами опалення в панелі.

Магістральні трубопроводи холодного та гарячого водопостачання прокладаються під стелею підвалу та у підпільних каналах.

Внутрішні слаботочні мережі:

Телефон: телефонізація будівлі здійснюється за допомогою кабельного введення марки ТПП 10-2-04. Абонентське проведення виконується, відкрито

проводом марки ТРП 1-2-0.4, від телефонної розподільної коробки типу ТА-22 система АТС.

Радіо: для приєднання внутрішньої радіопроводки до зовнішньої мережі радіотрансляції на покрівлі будівлі влаштовується радіостійка з абонентським трансформатором ТАМУ-10Т. Радіо введення закінчується розгалужальним плінтом, який встановлюється у шафі зв'язку на верхньому поверсі. Магістральне проведення виконується проводом марки ПТПЖ безрозривно шлейфом приховано у вініл пластикових трубах прокладених у підлозі.

Для протягування проводів до початку робіт необхідно зробити отвір діаметром 25 мм. Як електромовник прийняті динаміки типу 0.25 ДП.

#### 4.1.17 Теплотехнічний розрахунок прийнятої конструкції

При прямому порівнянні фасадних утеплювачів мінеральна вата виявилась найвигіднішим матеріалом. Для більш коректного порівняння та вибору типу матеріалу утеплювача проведемо порівняння теплотехнічних характеристик конструкції, в складі якої буде певний утеплювач. В теплотехнічному розрахунку наведено розрахунок товщини утеплювача вентиляованого фасаду на основі цегляної стіни. Об'єкт знаходиться у м. Вінниці. Згідно карти температурних зон України м. Вінниця відноситься до I температурної зони. Нормоване значення опору теплопередачі для даної зони

$$R = 4 \text{ м}^2 * \text{с/Вт}$$

Опір теплопередач всієї огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad 4.1$$

Де  $\alpha_{\text{в}} \alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції з внутрішнім та зовнішнім повітрям ( $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ )

Опір теплопередачі конструкції  $R_{\Sigma}$  має бути не меншим від мінімального допустимого значення опору  $R_{q \text{ min}}$ :

$$R_{\Sigma} \geq R_{q \text{ min}} \quad 4.2$$

Теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни вказані в таблиці

Таблиця 4.1 - Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів стіни (Мінеральна вата)

№ шару	Найменування матеріалів шару	Густи на $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщина шару, $\delta, \text{м}$	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$	Термічний опір шару $R = \frac{\delta}{\lambda}, \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}$
1	Фасадні панелі	2000	0,02	2	0,01
2	Повітряний прошарок	1,293	0,03	0,03	1
3	Мінеральна вата	50	0,15	0,045	3,3
4	Керамічна пустотіла цегла	1400	0,51	0,56	0,797
5	Штукатурка	1700	0,02	0,87	0,023

Визначимо товщину утеплювача  $\delta_3$ , за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі:

$$\delta_3 = \left( 4 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,64 + 0,023 + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,045 = 0,143 \text{ м}$$

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_3 = 0,15 \text{ м}$

Конструкцію вважаємо термічно однорідною, тоді опір теплопередачі конструкції  $R_\Sigma$  дорівнює:

$$R_\Sigma = 4,12 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}} \quad 4.1.$$

Оскільки  $R_\Sigma \geq R_{q \min}$  то умова виконується. Загальна товщина зовнішньої стіни 0,73 м.

## 4.2 Технологічна карта та монтаж вентильованого фасаду

### 4.2.1 Технологія та організація виробництва облицювання фасаду

Облицювання – найбільш довговічний та декоративний вид обробки. Вона надійно захищає конструкції від впливів навколишнього середовища та легко очищається від забруднень.

Послідовність операцій:



Влаштування риштування: При оздобленні фасаду в першу чергу необхідно встановити риштування. Риштування слід застосовувати, якщо роботи виконуються за висотою понад 5 метрів. Застосовуються трубчасті риштування, що складаються з: струбцини, шарнірні з'єднання, стійки, робочий настил, огороження, захисний настил. риштування кріпляться до стіни анкерними з'єднаннями. Роботу з влаштування лісів виконує монтажник 4,3 та 2 розрядів.

Підготовка основи: Поверхні мають бути жорсткими, рівними, чистими та не мати відхилень від нормативів. Очищення основи здійснюють за допомогою компресорної установки СО-7А з потужністю електродвигуна 4,0 кВт.

Влаштування гідроізоляції Як гідроізоляційне покриття використовують бітумну мастику, яку наносять на поверхню механізованим способом, за допомогою машини для нанесення бітумних мастик СО-122А, з потужністю електродвигуна 4,9 кВт. За допомогою форсунок та розпилювачів мастика наноситься у 2 шари, товщиною 2 мм. Кожен шар наносять на попередній після його затвердіння. Роботу виконує гідроізолювальник 4,3 та 2 розрядів.

Влаштування напрямних: Напрямні алюмінієві СЛ16-122, встановлюються горизонтально використовуючи рівень, кріпляться до стіни шурупами за допомогою шуруповерта. Роботу з встановлення виконує монтажник 4 та 3 розрядів.

Утеплення поверхні: Теплоізоляція застосовується для захисту гарячих та холодних поверхонь від втрат тепла та холоду у навколишнє середовище.

Як теплоізоляційний матеріал використовують мінераловатні плити, яку укладають на ізолювану поверхню і закріплюють шпильками, шурупами.

Для підвищення міцності ізоляцію можна армувати металевою сіткою. Роботу виконує ізолювальник 4,3 та 2 розрядів.

У фасадних основою покриття є композит, алюміній або сталь, а зовнішнім покриттям – ПВХ, що надає цьому матеріалу міцність, жорсткість, гнучкість, вогнестійкість. Панелі встановлюються по напрямних, при монтажі панелі просто замикаються одна за одну і закріплюються шурупами, шурупами або

цвяхами. Розташовані у верхній частині панелей отвори для кріплення мають подовжену форму компенсації переміщення матеріалу внаслідок теплового розширення. З тією ж метою кріпильні елементи повинні залишати панелям вільний хід, що у разі, наприклад, кріплення цвяхами досягається шляхом залишення зазору 1,5-2 мм між капелюшком цвяха та поверхнею панелі.

Крім основних фасадних панелей для монтажу необхідні додаткові комплектуючі елементи - так звані аксесуари. Вони служать для обрамлення віконних та дверних отворів, оформлення кутів будівлі, різних архітектурних елементів фасаду, а також виконання вузлів примикань та з'єднання різних поверхонь. Роботу виконує облицювальник 4 і 3 розрядів.

Після закінчення облицювальних робіт монтажники розбирають риштування.

#### 4.2.2 Підрахунок обсягів робіт

Площа облицювання визначається за такою формулою:

$$F_{\text{обл}} = F_{\text{заг}} - F_{\text{пр}}, \quad (4.3)$$

де  $F_{\text{заг}}$  - загальна площа облицювання;

$F_{\text{пр}}$  – площа віконних та дверних отворів.

$$F_{\text{заг}} = p \cdot n, \quad (4.4)$$

де  $p$  - Периметр будівлі;

$n$  – висота будівлі.

$$\begin{aligned} F_{\text{заг}} &= 18,88 + 2 \cdot (15,17 + 6,13) + 4 \cdot (2,97 + 0,51 + 0,60) + 5,48 + 2 \cdot (6,19 + 1,2 + 0,51 + 2,75) \\ &\cdot 21,44 + 4 \cdot (2,97 + 6,315 + 0,51 + 0,6) + (1,2 \cdot 2) \cdot 2,435 + (6,25 \cdot 2 + 14 \cdot 2) \cdot 3,36 - (2,38 \cdot 2,435 \\ &\cdot 2) = (18,88 + 42,6 + 16,32 + 5,48 + 21,3) \cdot 21,44 + (41,58 + 2,4) \cdot 2,435 + 40,5 \cdot 3,36 - 11,59 \\ &= 104,58 \cdot 21,44 + 43,98 \cdot 2,435 + 136,08 - 11,59 = 2242,2 + 107,1 + 124,49 = 2473,78 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

$$F_{\text{пр}} = 2,3 \cdot 1,4 + 1,8 \cdot 0,91 \cdot 41 + 0,61 \cdot 0,91 \cdot 100 = 3,22 + 67,158 + 55,51 = 125,89 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{обл}} = 2473,78 - 125,89 = 2347,89 \text{ м}^2$$

Влаштування напрямних визначається за такою формулою:

$$U_{\text{напр.}} = F_{\text{обл}} / 2 \quad (4.5)$$

$$U_{\text{напр.}} = 2347,89 / 2 = 1173,95 \text{ м}$$

#### 4.2.3 Калькуляція трудових витрат та заробітної плати

Таблиця 4.2 - Калькуляція трудових витрат та заробітної плати

Шифр норм	Назва робіт	Од. Вим.	Норма часу		Трудовитрати		Заробітня плата		Склад звіна	
			ч-ч	м-ч	ч-ч	м-ч	Од.	Загальна	Професія	Кільк.
Е6-1т.2 п.1	Влаштування риштування	2473,78 м <sup>2</sup>	0,25	-	618,445	-	0,177	437,859	Монтажник 4р; 3р; 2р;	1; 2; 1
Е8-1-18 с.82 т.2 п.2	Зачистка основи	23,48 100м <sup>2</sup>	0,83	-	19,488	-	0,531	12,464	Маляр 2р	1
Е11-40 с.30 п.1	Влаштування гідроізоляції	23,48 100м <sup>2</sup>	6,7	-	157,316	-	4,76	111,765	Гідроізол. 4р; 3р; 2р;	3
Е8-3-8 с.10 п.1	Влаштування напрямлюючих	117,410 м	2,5	-	293,488	-	1,86	218,355	Монтажник 4р; 3р;	2
Е11-42 с.33 п.1	Утеплення поверхності	2347,89 м <sup>2</sup>	0,34	-	798,283	-	0,241	565,841	Теплоізол. 4р; 3р; 2р;	3
Е8-3-3 с.6 т.2	Влаштування панелей	2347,89 м <sup>2</sup>	1,9	-	4460,991	-	1,42	3334,003	Облицювальник 4р; 3р;	2
Е6-1т.2 п.1	Розбір риштування	2473,78 м <sup>2</sup>	0,15	-	371,067	-	0,106	262,221	Монтажник 4р; 3р; 2р;	1; 2; 1
	Загалом:				6719,078			4942,512		

#### 4.2.4 Контроль якості та техніка безпеки при обробці фасаду

Облицювання має відповідати вимогам ДБН, ДСТУ; матеріал, малюнок та якість облицювання повинні відповідати проекту.

Таблиця 4.3 – Поопераційний контроль якостей

Хто контролює	Майстер						Прораб	
Операції	Підготовка поверхні		Підготовка матеріалів	Виконання облицювальних робіт			Виконання облицювальних робіт	
Склад контролю	Стан поверхні (відсутність нерівностей, напливів розчину тощо)	Рівність та вертикальність поверхні	Сортування облицювального матеріалу за розміром, кольором, відтінками.	Правильність встановлення маяків	Рівність та товщина швів між облицювальними плитками	Відхилення від горизонталі	Рівність поверхні	Зовнішній вигляд, відповідність малюнку, однотонність, відсутність плям, вищірблин, зазубрин, прогину та скручування
Спосіб контролю	Візуальн.	2 м рейка, висок	Візуально	Рівень	Металеви й метр висок	1 м рейка	Візуально	
Час контролю	До облицювання поверхні			В процесі виконання робіт			Після всіх робіт	

**Техніка безпеки:**

Риштування повинні мати огорожу не менше ніж 1 метр, міцний настил. Під час очищення поверхні слід захищати дихальні шляхи за допомогою респіратора.

Під час виконання гідроізоляційних робіт не дозволяється подавати мастику у відкритих ємностях. Забороняється курити при роботі з розчинниками, ґрунтовками та мастиками. При запаленні мастики котел щільно закривають кришкою і гасять вогонь вогнегасниками або піском.

Повинна бути передбачена можливість відключення всіх електроустановок у межах об'єкта чи ділянки робіт.

Роботу з електроінструментом слід робити, користуючись гумовими рукавичками та маючи гумове взуття.

Таблиця 4.4 – Допуски відхилень

Наименование показателей	Допуски, мм
Відхилення облицювання від площини під час перевірки контрольною 2 метровою рейкою	2
Величина зазорів між облицюванням і віконними або дверними наличниками	10
Вищербліни та зазубрини у куточках, а також сколи у кутах	0,5
Величина зазорів між облицюванням і віконними або дверними наличниками	не допускається
Вищербіни та зазубрини у куточках, а також сколи у кутах	
Нерівність швів між облицюванням	

#### 4.2.5 Техніко-економічні показники

Таблиця 4.5 - Техніко-економічні показники

Найменування показників	Од. вим.	Кількість
Обсяг робіт (основних)	м <sup>2</sup>	2347,89
Тривалість робіт	дні	49,5
Нормативні трудовитрати	Люд.-дн	839,9
Планові трудовитрати	Люд-дн	814
Вироблення 1 робітника на день	м <sup>2</sup>	2,88
Питомі трудовитрати	ч-дн/м <sup>2</sup>	0,35
Процент виконання	%	103

### 4.3 Організація будівництва

#### 4.3.1 Підрахунок об'ємів робіт

Таблиця 4.6 - Відомість об'єму робіт

Назва робіт	Езкіз з розмірами	Од. вим	Формула і правила розрахунку
1	2	3	4
<b>Підготовчий період</b>			
Внутрішньомайданні роботи	таблиця 3.2	%	8
<b>Підземна частина будівлі</b>			
<b>1 Земляні роботи</b>			
Попереднє планування поверхні ґрунту		М <sup>2</sup>	$F_{пл} = L_{пл} \cdot B_{пл}$ $F_{пл} = 44 \cdot 38 = 1672$
Зрізання рослинного шару		М <sup>3</sup>	$V_{ср} = F_{пл} \cdot h_{ср}$ $V_{ср} = 1672 \cdot 0,2 = 334,4$
Розробка ґрунту екскаватором із завантаженням у транспортний засіб		М <sup>3</sup>	$V_{гр.гр}^к = V_к - V_{обр.з}$ $V_{гр.гр}^к = 2922,8 - 872,6 = 2050,2$
Підчищення виїмки вручну		М <sup>3</sup>	$V_{к.вр} = V_к \cdot 0,07$ $V_{к.вр} = 2922,8 \cdot 0,07 = 204,6$
Ущільнення ґрунту		М <sup>2</sup>	$V_{к.упл} = L_H \cdot B_H$ $V_{к.упл} = 27,04 \cdot 21,24 = 574,3$
Влаштування основи під фундамент		М <sup>3</sup>	$V_{осн} = L_H \cdot B_H \cdot t_{осн}$ $V_{осн} = 27,04 \cdot 21,24 \cdot 0,3 = 172,3$
Зворотнє засипання бульдозером		М <sup>3</sup>	$V_{обр.з} = (a+b)/2 \cdot r_{ор} \cdot P \cdot H$ $V_{обр.з} = (0,3+5,625)/2 \cdot 1,05 \cdot 87,12 \cdot 2,7 = 872,6$
<b>2 Фундамент</b>			
Влаштування монолітних фундаментів, що окремо стоять	По кресленням проекту	М <sup>3</sup>	$V_{ф} = 9,1 \cdot 6 = 54,6$
Монтаж фундаментних подушок Монтаж блоків стін підвалу	По кресленням проекту	шт	2-1,45т    4-2,82т 49-2,30т    26-1,95т 8-1,25т
Монтаж блоків стін підвалу	По кресленням проекту	шт	8-0,4т    29-1,96т 2-0,96т    6-1,63т 8-0,70т    10-0,79т

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4
Устройство гидроизоляции: -горизонтальной -вертикальной	По чертежам проекта	м <sup>2</sup>	S <sub>Г</sub> =35,8 S <sub>В</sub> =109,4
<b>Надземна частина будівлі</b>			
<b>3 Каркас будівлі</b>			
Встановлення колон	Згідно специфікації	шт	18-3,229т 6-0,742т
Монтаж ригелів	Згідно специфікації	шт	64-1,890т
Монтаж плит перекриття та покриття	Згідно специфікації	шт	180-2,6т 179-2т 9-1,7т 0-0,9т
Монтаж перемичок	Згідно специфікації	шт	127-0,054т 499-0,065т 72-0,043т
<b>4 Стіни</b>			
Цегляна кладка зовнішніх стін: - 640 мм; - 510мм; - 250 мм;	По кресленням проекту	м <sup>3</sup>	V <sub>к</sub> =21,44·80,36·0,64= 1102,7-80,6=1022,1 V <sub>к</sub> =11,88·23,875·0,51= 144,6+29,8=174,4 V <sub>к</sub> =40·3,36·0,25=33,6
Цегляна кладка внутрішніх стін: - 510 мм - 380 мм - 250 мм	По кресленням проекту	м <sup>3</sup>	V <sub>к</sub> =(3,6+3,6)·2·23,875· 0,510=175,34 V <sub>к</sub> =3,58·23,875·0,38·2 =64,95-5,472=59,48 V <sub>к</sub> =13,5·3·0,25=10,1
<b>5 Сходові марші</b>			
Монтаж сходової клітки	Згідно специфікації	шт	11-1,160т 5-1,530т
Монтаж сходових маршів	Згідно специфікації	шт	32-1,290т

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4
Влаштування металевого огороження	По креслення проекту	т	$1M_{орп}=0,3т$ $84M_{орп}=25,2$
<b>6 Перегородки</b>			
Влаштування перегородок - цегляні т. 120 мм - із гіпс лист. т. 80 мм	По креслення проекту	м <sup>2</sup>	$S_{пер}=h_{п} \cdot l_{п}$ $S_{пер}=3 \cdot 63,6=190,8$ $S_{пер}=17 \cdot 17,1=290,7+$ $18,2=308,9$
<b>7 Заповнення отворів</b>			
Заповнення віконних отворів	По креслення проекту	м <sup>2</sup>	$S_{п}=1,8 \cdot 0,91 \cdot 41 + 0,61 \cdot 0,91 \cdot 100=122,7$
Заповнення дверних отворів	По креслення проекту	м <sup>2</sup>	$S_{п}=2,3 \cdot 1,4 + 2,3 \cdot 1,2 \cdot 2 + 2,3 \cdot 0,9 \cdot 2 + 2 \cdot 0,9 \cdot 55=111,88$
<b>8 Влаштування покрівлі</b>			
Влаштування пароізоляції	По креслення проекту	м <sup>2</sup>	$F_{кр}=F_{гор.пр} \cdot K=18 \cdot 24 \cdot 1,077=465,3$
Влаштування плиточного перекриття		м <sup>2</sup>	$F_{ут}=F_{кр}=465,3$
Влаштування стяжки		м <sup>2</sup>	$F_{стяж}=F_{кр}=465,3$
Поклейка рулонного покриття		м <sup>2</sup>	$F_{ков}=F_{кр} \cdot 4=465,3 \cdot 4=1861,2$
<b>9 Підлоги</b>			
Гідроізоляція підлоги	Згідно пропозиції Б	м <sup>2</sup>	$S_{гидр}=2403,35$
Влаштування покриття підлоги: - з лінолеуму - мозаїки - кераміки - паркету			$S_{л}=2305,6$ $S_{м}=31,93$ $S_{к}=65,82$ $S_{п}=24,22$
<b>10 Внутрішнє Оздоблення</b>			
Скління вікон	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$S_{ост}=122,7$
Водоімульсійна покраска потолків	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$S_{окр.}=2427,5$
Масляна покраска стін	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$S_{окр.}=2588,1$
Штукатурка поверхонь:			



Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4
- стін; - потолків	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$S_{ст}=2588,1$ $S_{п}=2427,5$
<b>11. Зовнішнє оздоблення</b>			
Зачищення основи для облицювання	По кресленням проекту	100 м <sup>2</sup>	$S=23,48$
Влаштування гідроізоляції стін	По кресленням проекту	100 м <sup>2</sup>	$S=23,48$
Влаштування направляючих	По кресленням проекту	10 м	$Y_{н}=P_{зд}/2m \cdot H_{зд}$ $Y_{н}=1173,95$
Утеплення поверхності стін	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$S=2347,9$
Влаштування сайдингу	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$F_{обл}=F_{обш}-F_{пр}$ $F_{обл}=2473,78-125,89=2347,89$
Лаштування лісів	По кресленням проекту	м <sup>2</sup>	$S=2473,8$
Розбірка лісів			
<b>12. Додаткові роботи</b>			
Влаштування основи для обмостки		м <sup>3</sup>	$V_{отм}=F \cdot h$ $V_{отм}=100,8 \cdot 0,3=30,24$
Покриття обмостки афальтним покриттям		м <sup>2</sup>	$F_{отм}=P \cdot a=84 \cdot 1,2=100,8$
Благоустрій території	таблиця 3.2	%	7
Остальні не враховані роботи		%	10
<b>13. Особливі види робіт</b>			
Опалення та вентиляція	таблиця 3.3	ч-ч	$T_p=V_{зд} \cdot H/100$ $T_p=11966 \cdot 8/100=957,28$
Вдопровід та каналізація		ч-ч	$T_p=957,28$
Електромонтажні роботи		ч-ч	$T_p=11966 \cdot 15/100=1794,9$
Слаботочні мережі		ч-ч	$T_p=11966 \cdot 1/100=119,66$

### 4.3.2 Відомість трудових витрат та машинного часу

Таблиця 4.7 - Відомість трудових витрат та машинного часу

Найменування робіт	Об'єм робіт, од. вим.	Норма часу		Трудоємність робіт		Склад звіна		Відомість по авт.	
		Люд.-дн	м-см	люд-дн	м-см	профес.	к-к	найм.	к-кість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внутрішні роботи	8 %	-	-	244,9	-	Різнорабочі	8	-	-
Попереднє планування родючого шару	334,4 м <sup>3</sup>	0,003	0,003	1	1	Машиність	1	бульдозер ДЗ-37	1
Розробка ґрунту другої категорії	2050,2 м <sup>3</sup>	0,017	0,006	34,8	12,3	Землекоп машиніст	3	Екскаватор ЕО-4321Б	1
Утеплення дна колони	574,3 м <sup>2</sup>	0,013	0,013	7,5	7,5	Машиніст	1	каток ДЗ-39А (Д703)	1
Влаштування бетонної підготовки під фундамент	172,3 м <sup>3</sup>	0,56	-	96,5	-	Бетонувальник машиніст	5	Автомобільний змішувач СО-47	2
Стороння засипка	872,6 м <sup>3</sup>	0,004	0,004	3,5	3,5	Машиніст	1	бульдозер ДЗ-37	1
Влаштування монолітних стовбчастих фундаментів, з армуванням	54,6 м <sup>3</sup>	0,63	-	34,4	-	Бетонщик зварювальник машиніст	6	автобетонос меситель глибокий вибратор И-18	2
Монтаж фундаментних подушок	74,5 м <sup>3</sup>	0,80	0,020	59,6	1,49	Монтажник машиніст	6	кран МКГ-10	1
Монтаж блоків стін підвалу	35,8 м <sup>3</sup>	0,79	0,20	28,2	7,16	Монтажник машиніст	6	кран МКГ-10	1
Влаштуванні гідроізоляції: - горизонтальної - вертикальної	35,8 м <sup>2</sup> 109,4 м <sup>2</sup>	0,035 0,018	-	1,3 2	-	Гідроізоляційник	3	машина для нанесення бітумних мастик СО-122А	1
Влаштування колон	24,96 м <sup>3</sup>	1,38	0,276	34,4	6,9	Монтажник машиніст	10	кран КБ-504 розчин насос СО-48Б	2
Монтаж ригелів	48,64 м <sup>3</sup>	1,45	0,29	70,5	14,1	Монтажник машиніст	10	кран КБ-504 насос СО-48Б Зварювальний пристрій СТЕ-24	3
Влаштування плит перекриття	340,5	0,48	0,096	163,4	32,7	Зварювальник монтажник машиніст	10	кран КБ-504 Насос СО-48Б Зварювальний пристрій СТЕ-24	3

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- 640 мм - 510 мм - 380 мм - 250 мм	1022,1м <sup>3</sup> 349,74м <sup>3</sup> 59,48м <sup>3</sup> 43,7м <sup>3</sup>	0,43 0,47 0,45 0,45	0,04 0,06 0,05 0,05	439,5 164,4 26,8 19,7	40,9 21 3 2,2	Машиніст Монтажник	6	кран КБ-504 насос СО-48Б	2
Влаштування сходової клітки	16 шт	0,61	0,122	9,8	2	Машиніст Монтажник	10	кран КБ-504 насос СО-48Б	1
Влаштування сходових маршів	32 шт	0,87	0,174	27,8	5,6	Машиніст Монтажник	10	кран КБ-504 насос СО-48Б	2
Влаштування металевого огородження	25,2 т	1,85	-	46,2	-	Машиніст Монтажник зварювальник	6	Зварювальний пристрій СТЕ-24	1
Влаштування перегородок: - з цегли - изгіпсових плит	190,8м <sup>2</sup> 308,9м <sup>2</sup>	0,058 0,05	- 0,012	11,1 15,4	- 3,7	Машиніст Монтажник	5	кран КБ-504	1
Заповнення отворів - віконних - дверних	122,7м <sup>2</sup> 111,8м <sup>2</sup>	0,28 0,41	- -	34,4 45,8	- -	плотник	4	-	-
Влаштування пароізоляції кровлі	465,3 м <sup>2</sup>	0,013	-	6	-	гідроізолювальник	2	машина для нанесення бітумних мастик СО-122А	1
Влаштування плиточного утеплення покрівлі	465,3 м <sup>2</sup>	0,06	-	27,9	-	гідроізолювальник машиніст	3	кран КБ-504	1
Цементна стяжка	465,3м <sup>3</sup>	0,021	-	9,8	-	слюсар	2	розчин насос СО-48Б	1
Влаштування покрівлі із 4 шарів рубороїду	1861,2 м <sup>2</sup>	0,08	-	148,9	-	Машиніст Монтажник	4	розчин насос СО-48Б кран КБ-504 Машина для нанесення бітумних мастик СО-122А	3
Гідроізоляція підлоги	2403,3 м <sup>2</sup>	0,035	-	84,1	-	гідроізоляційник	4	машина для нанесення бітумних мастик СО-122А	1
Влаштування покриття підлоги: - из лінолеуму; - мозайки; - керамічні; - паркетні.	2305,6м <sup>2</sup> 31,93м <sup>2</sup> 65,82м <sup>2</sup> 24,22м <sup>2</sup>	0,084 0,086 0,089 0,19	- - - -	193,7 2,7 5,9 4,6	- - - -	Оздоблювальник	4	розчин насос СО-48Б віброрейка СО-47	2
Зачистка поверхні для облицювання	23,48 100м <sup>2</sup>	0,103	-	2,4	-	Малювальник	3	компресор СО-7А	1
Влаштування гідроізоляції стін	23,48 100м <sup>2</sup>	0,8375	-	19,7	-	Гідроізолювальник	3	машина для нанесення бітумних мастик СО- 122	1

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Влаштування направляючих	117,3 10м	0,312	-	36,7	-	Монтажник машиніст	6	кран КБ 504	1
Утеплення стін	2347,9 м <sup>2</sup>	0,0425	-	99,8	-	Гідроізоляційник	6	кран КБ 504	1
Монтаж фасадних панелей	2347,9 м <sup>2</sup>	0,237	-	557,6	-	Облицовальник	10	кран КБ 504	1
Влаштування риштування	2473,8м <sup>2</sup>	0,031	-	77,3	-	Монтажник машиніст	6	кран КБ 504	1
Розбіл риштування	2473,8м <sup>2</sup>	0,018	-	46,4	-	Монтажник машиніст	6	кран КБ 504	1
Скління вікон	122,7м <sup>2</sup>	0,15	-	18,4	-	Скляр	2	-	-
Водоімульсійна покраска стін	2427,5 м <sup>2</sup>	0,004	-	9,7	-	Маляр	3	електрокрас копульт СО-61	3
Масляна покраска стін	2588,1 м <sup>2</sup>	0,016	-	41,4	-	Маляр	3	електрокрас копульт СО-61	3
Покращена штукатурка поверхні: - стін - потолків	2588,1м <sup>2</sup> 2427,6м <sup>2</sup>	0,02 0,082	- -	51,8 199	- -	Штукатур	5	Штукатурна установка СО-57А	5
Влаштування основи для отмостки	30,24 м <sup>3</sup>	0,63	-	20	-	Машиніст	4	бетонозмішувач	1
Покриття відмостки асфальтним покриттям	100,8 м <sup>2</sup>	0,022	-	2,2	-	Бетонувальник	4	ручний каток	2
Благоустрій території	7%	-	-	214,3	-	Різноробочий	8	-	-
Загалом				3061,4					
Не враховані роботи	10%	-	-	306	-	-	-	-	-
Опалення та вентиляція	957,28 ч-ч	-	-	119,7	-	Слюсарь	6	-	-
Водопровіт та каналізація	957,28 ч-ч	-	-	119,7	-	Слюсарь	6	-	-
Електро монтажні роботи	1794,9 ч-ч	-	-	224,4	-	Електрик	6	-	-
Слаботочні мережі	119,66 ч-ч	-	-	14,9		Електрик	6	-	-

### 4.3.3 Відомість потреби у матеріальних ресурсах

Таблиця 4.8 - Відомість потреби у матеріальних ресурсах

Найменування робіт, конструкцій та матеріалів, виробів, полуфабрикатів	Од. Вим .	Об'єм Рабіт	Норма матеріалу на од.	Всього матеріалу
1	2	3	4	5
Влаштування бетонно підготовки фундамент: - бетон	1 м <sup>3</sup>	172,3	1,02 м <sup>3</sup>	175,7 м <sup>3</sup>
Влаштування монолітних з/б фундаментів під колони: - арматура - бетон - щити опалубки (т.40 мм) - доски обрізані 3 сорта - цвяхи	100 м <sup>3</sup>	0,546	4,1 т 101,5 м <sup>3</sup> 107,6 м <sup>2</sup> 1,14 м <sup>3</sup> 10,6 кг	22,4 т 55,4 м <sup>3</sup> 58,7 м <sup>2</sup> 0,6 м <sup>3</sup> 5,8 кг
Монтаж збірних рулонних фундаментов: - подушки, блоки - песок, гравий - бетон	100 шт	1,52	100 шт 22 м <sup>3</sup> 19,6 м <sup>3</sup>	152 шт 334 м <sup>3</sup> 29,8 м <sup>3</sup>
Влаштування горизонтальної гідроізоляції: - рулонний матеріал - мастика	100 м <sup>2</sup>	0,358	110,2 м <sup>2</sup> 220,2 м <sup>2</sup>	78,8 м <sup>2</sup> 78,8 м <sup>2</sup>
Влаштування вертикальної гідроізоляції: - мастика	100 м <sup>2</sup>	1,094	420,3 кг	459,8 кг
Монтаж колон з глибиною закладання 0,95 м: - колони - бетон марки 300	100 шт	0,24	100 шт 36,9	24 8,8
Монтаж ригелів однопрольотних бм: - ригелі - електроди е42	100 шт	0,64	100 шт 0,05 т	64 0,03 т
Монтаж плит покриття та перекриття: - плити - бетон В20 - вироби монтажні - електроди е42	100 шт	3,78	100 шт 6,7 м <sup>3</sup> 0,06 т 0,1 т	378 шт 25,3 м <sup>3</sup> 0,23 т 0,4 т
Зведення наружних. Цегляних стін: - розчин цементно піщаний - цегла глиняна	1 м <sup>3</sup>	1230,1	0,25 м <sup>3</sup> 0,4 т.шт	307,5 м <sup>3</sup> 492 т.шт

## Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5
- плити теплоізоляційні			2,02 м <sup>2</sup>	2484,8 м <sup>2</sup>
Зведення внутрішніх цегляних стін: - розчин цементно-піщаний - цегла глиняна одностіла	1 м <sup>3</sup>	244,92	0,23 м <sup>3</sup> 0,38 т.шт	56,3 м <sup>3</sup> 93,1 т.шт
Монтаж сходових кліток з опиранням на стіну : - сходові клітки - бетон В20 - розчин цементний М100	100 шт	0,16	100 шт 0,48 м <sup>3</sup> 0,91 м <sup>3</sup>	16 шт 0,08 м <sup>3</sup> 0,14 м <sup>3</sup>
Монтаж сходових маршів: - сходові марші - бетон В20 - розчин цементний М100	100 шт	0,32	100 шт 0,53 м <sup>3</sup> 0,62 м <sup>3</sup>	32 шт 0,17 м <sup>3</sup> 0,2 м <sup>3</sup>
Влаштування металевих огорожень: - металеве огороження	м	84	0,3 т	25,2 т
Зведення перегородок з цегли товщиною 120 мм: - розчин цементно піщаний - цегла глиняна одностіла	100 м <sup>2</sup>	1,9	2,3 м <sup>3</sup> 5,04 т.шт	4,37 м <sup>3</sup> 9,6 т.шт
Зведення перегородок з гіпсових плит: - плити товщиною 80 мм - бруски 3 сорта (50-60 мм) - арматура - алібастр	100 м <sup>2</sup>	3,1	91 м <sup>2</sup> 0,8 м <sup>3</sup> 0,013 т 178 кг	282,1 м <sup>2</sup> 2,48 м <sup>3</sup> 0,04 т 551,8 кг
Заповнення віконних та дверних отворів в цегляних стінах розділені перепльотом: - блоки віконні - пакля - толь - шурупи металеві	100 м <sup>2</sup>	1,227	100 м <sup>2</sup> 180 кг 122 м <sup>2</sup> 7,4 кг	122,7 м <sup>2</sup> 220,9 кг 150 м <sup>2</sup> 9,08 кг
Заповнення зовнішніх та внутрішніх дверних проїомів: - бблоки дверні - доски 3 сорта - толь - обналічніки	100 м <sup>2</sup>	1,12	100 м <sup>2</sup> 0,08 м <sup>3</sup> 89 м <sup>2</sup> 540 м	112 м <sup>2</sup> 0,1 м <sup>3</sup> 99,7 м <sup>2</sup> 604,8 м

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5
Гідроізоляція підлоги : - мастика - ґрунтовка	100 м <sup>2</sup>	24,033	0,29 т 76 кг	7 т 1826,5 кг
Влаштування покриття підлоги керамічних плиток : - плитки - розчин цементний	100 м <sup>2</sup>	0,66	101 м <sup>2</sup> 2,23 м <sup>3</sup>	66,66 м <sup>2</sup> 1,47 м <sup>3</sup>
Влаштування мозаїчної підлоги: - розчин цементний - розчин декоративний - пісок кварцевий - цемент марки 400	100 м <sup>2</sup>	0,32	0,16 м <sup>3</sup> 2,04 м <sup>3</sup> 1,86 т 0,05 т	0,05 м <sup>3</sup> 0,65 м <sup>3</sup> 0,59 т 0,016 т
Влаштування підлоги з паркетної доски : - цв'яхи - доска паркетна - плинтус дерев'яний	100 м <sup>2</sup>	0,24	13,8 кг 105 м <sup>2</sup> 107 м	3,3 кг 25,2 м <sup>2</sup> 25,68 м
Влаштування підлоги з лінолеуму : - лінолеум - клей КН-2 - шпаклівка	100 м <sup>2</sup>	23,05	102 м <sup>2</sup> 52 кг 1,9 кг	2351,1 м <sup>2</sup> 1198,6 кг 43,79 кг
Влаштування цементно піщаної стяжки покрівлі: - розчин цементний	100 м <sup>2</sup>	4,65	1,58 м <sup>3</sup>	7,35 м <sup>3</sup>
Влаштування покрівлі з захисним шаром гравію: - рулонний матеріал - мастика бітумна - гравій фракції (5-10 мм) - сталь листова оцинкована	100 м <sup>2</sup>	4,65	468 м <sup>2</sup> 1,45 т 1,06 м <sup>3</sup> 0,03 т	2176,2 м <sup>2</sup> 6,74 т 4,93 м <sup>3</sup> 0,14 т
Скління вікон: - скло віконне - замазка вапняна	100 м <sup>2</sup>	1,23	147 м <sup>2</sup> 64 кг	180,8 м <sup>2</sup> 78,7 кг
Покращена штукатурка внутрішніх стін: - розчин вапновий - розчин цементно піщаний - сітка проволочна	100 м <sup>2</sup>	25,88	1,58 м <sup>3</sup> 0,2 м <sup>3</sup> 5,28 м <sup>2</sup>	40,89 м <sup>3</sup> 5,2 м <sup>3</sup> 136,65 м <sup>2</sup>

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5
Покращена штукатурка поверхні стін: - розчин вапняний - розчин цементно-піщаний - сітка проволочна	100 м <sup>2</sup>	24,28	1,71 м <sup>3</sup> 1,11 м <sup>3</sup> 5,28 м <sup>2</sup>	41,52 м <sup>3</sup> 26,95 м <sup>3</sup> 128,2 м <sup>2</sup>
Водоімульсійне фарбування потолків штукатурки: - фарба водоімульсійна - шпатлівка масляна	100 м <sup>2</sup>	24,28	63 кг 51 кг	1529,6 кг 1238,3 кг
Покращене фарбування стін масляними фарбами: - ґрунтовка масляна - колер масляний - шпатлівка - фарба - олифа	100 м <sup>2</sup>	25,88	7,5 кг 18,3 кг 51 кг 0,07 кг 11,3 кг	194,1 кг 473,6 кг 1319,9 кг 1,8 кг 292,4 кг

#### 4.3.4 Виробничі методи

##### Підготовчий період:

Для створення сприятливих умов початку будівельних робіт попередньо виконують підготовчі роботи.

До складу робіт з підготовки будівельного майданчика під нове будівництво входять: огороження ділянки; розчищення території та знесення існуючих будівель; перетрасування інженерних мереж, що заважають; захист території від стоку поверхневих вод; прокладання тимчасових комунікацій та доріг; будову тимчасових побутових, складських та інших приміщень.

Після розчищення території виконують роботи зі створення опорної геодезичної мережі, встановлюють обнесення та проводять геодезичну розбивку будівель та споруд.

##### Земляні роботи:

1) Попереднє планування та зрізання рослинного шару:



Планування поверхні будівельного майданчика призначене для подання поверхні майданчика проектного горизонту, для цього на майданчику зрізається піднесення, і заповнюються поглиблення.

Рослинний шар зрізається на глибину 150-200 мм, відвозиться у відвал та після закінчення будівництва, застосовується при благоустрої території.

Роботи виробляються бульдозером, ДЗ-37.

## 2) Розробка котловану:

Роботи виробляються екскаватором ЕО-4321Б із прямою лопатою, який в основному використовується при розробці котловану в сухих та маловологих ґрунтах, що пов'язано з необхідністю з'їзду на дно виїмки. Застосовують поздовжні лобові або бічну проходки з навантаженням у транспортний засіб, який зазвичай розміщують безпосередньо у вибої. Для в'їзду та виїзду транспорту влаштовують похилі пандуси з нахилом 10-15 градусів. При бічній проходці транспорт подається під навантаження збоку виробітку, що зменшує кут повороту стріли екскаватора і сприяє підвищенню його продуктивності.

Ущільнення дна котловану здійснюється за допомогою причіпної ковзанки марки ДЗ-39А (Д703). Ущільнення проводиться з метою збільшення несучої здатності ґрунту, зменшення його стисливості та зниження водонепроникності. Для забезпечення рівномірного ущільнення відсипаний ґрунт розрівнюють бульдозером. Найбільше ущільнення ґрунту з найменшою витратою праці досягається за певної оптимальної для даного ґрунту вологості. Тому сухі ґрунти повинні зволожуватись, а перезволожені осушуватись. Проходки ґрунтоущільнюючих машин робляться з невеликим перекриттям, щоб уникнути пропусків неущільненого ґрунту. Число проходок по одному місцю визначається залежно від виду ґрунту і типу ущільнюючої машини, зазвичай 6-8 проходок.

Підготовка під фундамент влаштовується з бетону класу В5, товщиною 0,3 м. За допомогою автобетонозмішувача з бетононасосом бетонна суміш подається в попередньо встановлену дрібнощитову опалубку. Бетонну суміш ущільнюють віброрейкою СО-47, поверхню основи вирівнюють правилом. Після набору бетону проектної міцності роблять зняття опалубки.

### 3) Зворотне засипання:

Після влаштування котловану та монтажу фундаментних подушок та блоків стін підвалу, виконують гідроізоляцію фундаментів, а потім проводять зворотне засипання за допомогою бульдозера, ДЗ-37.

Фундамент:

#### 1) Збірний фундамент:

Для закріплення біля осей будівлі з відривом 3-4 м від кромки котловану встановлюють суцільну, кутову чи створну обноску. Вона влаштовується на висоті 1-1,2 м від землі і може бути інвентарною та неінвентарною. На обнос переносять позначки положення осей і фіксують їх цвяхами. Між забитими цвяхами натягують осьовий дріт. Місця перетину дротів відповідають точкам перетину осей. При монтажі стрічкових фундаментів від осі відміряють відстань, що відповідають проектному положенню до зовнішньої грані фундаментної стрічки та натягують причалку, по якій орієнтують укладання фундаментних подушок. Монтаж здійснюється за допомогою крана марки МКГ-10.

Фундаментний блок стропується чотиригалузевим стропом, піднімається на висоту 0,5 метра і тримається 1 хвилину, переноситься до місця зупинки і зупиняється на висоті 0,2-0,4 м, при цьому монтажники виготовляють рихтування, після чого блок опускається.

Для захисту стін від капілярної вогкості, перед тим як приступити до зворотного засипання в фундаментах влаштовують гідроізоляцію – горизонтальну та вертикальну. Для вертикальної гідроізоляції використовується бітумна мастика, яка наноситься на поверхню, що ізолюється, механізованим способом, в 2 шари товщиною 2 мм. Горизонтальну гідроізоляцію виконують у вигляді 1 шару руберойду на мастиці.

#### 1) Монолітний фундамент

Для влаштування монолітного фундаменту використовується дрібнощитова розбірно-переставна опалубка, яка встановлюється вручну.

При армуванні фундаменту використовують сталеву, стрижневу, гладку арматуру діаметром 16 мм. З'єднання арматури здійснюється за допомогою

зварювального апарату змінного струму СТЕ-24. Захисний шар бетону, який оберігає арматуру від зовнішнього середовища – 30 мм.

Бетонна суміш подається за допомогою автобетонозмішувача з бетононасосом. Ущільнення здійснюється за допомогою глибинного вібратора, І-18. Укладання бетонної суміші проводиться горизонтальними шарами завтовшки  $1,25h$  ( $h$ -розмір робочої частини вібратора). Кожен вищележачий шар повинен укладатися до початку схоплювання попереднього. Глибина занурення вібратора повинна забезпечувати їхнє проникнення в раніше покладений шар на 5-10 см. Бетонний шар не повинен доходити до верху опалубки на 5-7 см.

Основними ознаками достатнього ущільнення суміші є припинення її осідання та виділення бульбашок повітря, поява на поверхні суміші цементного молочка.

Після набору бетону проектної міцності, роблять зняття опалубки.

Монтаж збірних конструкцій: Для монтажу збірних конструкцій використовують двогілковий і чотиригілля стропи, а також траверса.

Збірні конструкції складують на приоб'єктних складах у зоні дії монтажного крана. Тяжкіші елементи розміщують ближче до місць подачі, легкі далі, так як їх можна піднімати на більшому вильоті гака крана. Колони, ригелі, плити складуються в штабелях висотою до 2,5 м, на прокладках вертикально, петлями вгору, маркуванням у бік проходів. Ширина проходів не менше 0,7 м. Поперечні проходи повинні розташовуватися через 2 ряди, поздовжні через 25 м.

Під час підготовки конструкцій до монтажу необхідно перевірити марки кожного елемента, наявність рисок, встановити фактичну масу конструкції з посиленням та облаштуванням. Огляд перевірити відсутність тріщин, сколів, справність анкерних болтів і петель. За допомогою металевого метра або рулетки перевірити розміри конструкцій і деталей, нанести ризики, що бракують.

Монтаж конструкцій може здійснюватися у різний спосіб. Найбільш поширений у будівництві поелементний монтаж (колони, ригелі тощо), перевага – не потребує складних підготовчих робіт; Недолік - велика кількість підйомів. Блоковий монтаж блоками з кількох елементів, переваги повністю

використовується вантажопідйомність крана, скорочується кількість робіт на висоті; недоліки – потрібні крани великої вантажопідйомності, майданчики та обладнання для збирання. Монтаж укрупнених модулів, недоліки - наявність необхідного обладнання, технічна складність робіт; перевага – виключається робота на висоті. У напрямку монтажу найпростіший і надійніший спосіб нарощування – напрямок монтажу знизу вгору.

Ригелі, плити, колони піднімаються в проектному положенні, сходові марші - у піднесеному. Підйом виконується в кілька етапів: підйом із зупинкою на висоті 0,2-0,5 м від землі, щоб переконатися у надійності стропування; власне підйом. На висоті 0,5-1 м над місцем установки підйом припиняється, елемент розгортають і повільно беруть в облогу місце. Подання елементів може здійснюватися з транспортних засобів, з об'єктного складу або з місця попередньої розкладки. Тимчасове закріплення елементів здійснюється клинами, розчалками, підкосами, кондукторами та ін.

Для остаточної вивірки застосовують теодоліти, нівеліри, лазерні прилади та пристрої. При візуальній вивірці використовують виска, рулетки, і т.п. Після перевірки правильності встановлення конструкцій мають бути надійно закріплені електрозварюванням закладні деталі або арматура. Болтові з'єднання після затягування гайок закріплюють контргайками.

Стики конструкцій замоноличують. Бетонну або розчинну суміш укладають у стик під тиском за допомогою спеціального обладнання (розчино- або бетононасоси).

Вибір баштового крана для монтажу конструкцій будівлі:

- Визначається необхідна вантажопідйомність за формулою:

$$Q_{кр} = m_{зд} + m_{гр}, \quad (4.6)$$

де  $m_{зд}$  - маса найбільш важкого елемента будівлі, що монтується;

$m_{гр}$  – маса вантажозахоплювального пристрою.

$$Q_{кр} = 3,229 + 0,081 = 3,31 \text{ т}$$

- Визначається потрібна висота підйому гака за формулою:

$$H = h_0 + h_3 + h_e + h_{гр}, \quad (4.7)$$

де  $h_0$  – висота раніше змонтованих конструкцій будівлі;

$h_3$  - висота запасу,  $h_3 = 2$  м;

$h_e$  – висота елемента у положенні підйому;

$h_{гр}$  – висота вантажозахоплювального пристрою.

$$H = 25,15 + 2 + 0,22 + 2,1 = 29,47 = 29,5 \text{ м}$$

- Визначається необхідна довжина стріли за формулою:

$$L_c = v_1 + R_{пл} + v_2, \quad (4.8)$$

де  $v_1$  - відстань від грані будівлі до центру конструкції, що монтується;

$R_{пл}$  - радіус габариту поворотної платформи,  $R_{пл} = 4$  м;

$v_2$  - відстань між гранню будівлі, що виступає, і поворотною платформою,  $v_2 = 1,5$  м.

$$L_c = 23,94 + 4 + 1,5 = 29,5 \text{ м}$$

- на підставі економічного порівняння баштових кранів за експлуатаційною продуктивністю найбільш оптимальний варіант – КБ-504.

Таблиця 4.9 - Технічні характеристики вантажозахоплювальних пристроїв

Найменування, призначення	$Q_{гр,Т}$	$m_{гр,Т}$	$h_{гр,М}$
Строп чотиригалузевий III Промстальконструкція (Ленінградський відділ) №21059М, лист 28, монтаж фундаментів	3	0,088	4,24
Траверса III Промстальконструкція №1968Р-17, монтаж плит покриття та перекриття	3	0,205	2,1
Строп двогілковий ГОСТ 19144-78, тип 2СК-2,5 монтаж перемичок, ригелів та д.р.	2,5	0,012	2
Траверса уніфікована ЦНДІ СМТП Р4-455-69, монтаж колон	4	0,081	1
Клиновий вкладиш ЦНДІ ОМТП №7, вивіряння та тимчасове кріплення колон	-	0,0065	-

Зведення цегляних стін:

Цегляну кладку виконують із цегли глиняної повнотілої розмірами 250-120-65(85), на цементно-вапняному розчині. Як утеплювач використовують плити мінераловатні. Кладка ведеться традиційним способом багаторядної системи перев'язки.

При зведенні цегляних стін слід дотримуватись правил розрізання. Перше правило розрізки встановлює, що ряди каменів у кладці необхідно розташовувати паралельно один одному і перпендикулярно навантаженню, що діє. Друге правило передбачає, що розподіл кладки в межах кожного ряду необхідно виконувати системою площин (вертикальних швів), перпендикулярних до ліжок каменів. Поперечні шви повинні бути перпендикулярні до зовнішньої поверхні кладки, а поздовжні паралельні їй. Третє правило встановлює, що вертикальні шви мають бути перев'язані камінням через кожен ряд кладки.

При зведенні кладки використовуються робочі інструменти (кельма, молоток-кирочка, розшивка, та ін), контрольно-вимірювальні інструменти (рівень, схил, порядовка, шнур-причалка, та ін).

Робочим місцем муляра називається майданчик біля стіни, що зводиться, шириною не менше 2,5 м на якій працюють муляр і підсобник, розташовуються матеріали, інструменти і пристосування. У зоні матеріалів встановлюються піддони з цеглою та ящики з розчином так, щоб унеможливити непродуктивні рухи робітників. Для цього цегла повинна бути встановлена перед глухим ділянкою стіни або простінком, а розчин перед отвором.

При товщині стінки 2-2,5 цегли можна використовувати кладку «п'ятіркою». Два муляри викладають зовнішню і внутрішню версти, два підручні подають цеглу і розчин, третій підручний укладає цеглу в забутку.

Цегла подається краном КБ-504, а розчин розчинонасосом СО-48Б.

Влаштування покрівлі:

Основа, підготовлена під наклейку рулонного килима, повинна бути звільнена від сміття, пилу та ґрунтована. Якщо дах сильно зволожений, то його необхідно спочатку просушити вогневим повітропідігрівачем. Для цього поверхню, що підлягають сушінню, закривають фанерою листами сухої штукатурки, щоб утворився зазор для подачі теплого повітря.

Сухість основи перевіряють, наклеюючи шматок рулонного матеріалу на гарячій мастиці та віддираючи його після остигання мастики. Якщо при цьому мастика не відстає від основи, вона вважається придатною для наклейки килима. Перед укладанням рулонного килима необхідно перевірити якість виконаного підстави. Найбільш ретельно оглядають розжолобки та жолобки із встановленими в них водоприймальними воронками.

Вирівнююча стяжка призначена для влаштування рівної та міцної основи для наклейки руберойдного килима. Стяжка з цементно-піщаного розчину влаштовується захватками із шириною смуги 1.5-2 метри, захватки поділяють маячними рейками. Температурний шов робиться кожні 6 метрів. Температурний шов виходить шляхом установки рейок завтовшки 10 мм, з подальшим їх видаленням, а шви зашпаровуються мастикою. Цементно-піщаний розчин укладається через смугу та ущільнюється. Товщина стяжки для плитного утеплювача складає 20 мм.

Наклейка матеріалу (руберойд), на основу та склеювання шарів між собою виробляють мастиками на бітумній основі. Кількість основних шарів рулонних матеріалів залежить від нахилу покрівлі, при нахилі до 2,5% покрівлі виконують чотиришаровими. На дах мастику подають за допомогою СО-100А. Рулонний матеріал наклеюють внахлестку з розбіжністю стиків у суміжних шарах. Мінімальний розмір нахлестки 70-100 мм. Для забезпечення заданої нахлестки при наклеюванні полотнища орієнтують по крейдовим лініям, які наносять на основу. Руберойд наклеюють за допомогою спеціальних наклейкових машин. Вони наносять мастику на основу, розмотують, укладають та прикочують рулонний матеріал, приклеюють кромки. Наплавлюваний руберойд приклеюють,

одночасно розігриваючи мастичне покриття з нижньої сторони полотнища, що наклеюється, і з верхньої сторони раніше наклеєного шару руберойду спеціальними пальниками.

Поверх рулонного килима влаштовують захисний шар, який є гравій втоплений в бітумну мастику, тобто. по рулонному килиму укладається шар мастики, вручну розсипом укладають гравій, а потім за допомогою легких ковзанок прикочують покрівлю.

Заповнення віконних та дверних отворів:

Заповнення отворів полягає у встановленні віконних та дверних блоків. Блоки встановлюють за рівнем та схилом. Усі блоки повинні мати однакові відстані від зовнішньої поверхні стіни. Закріплюють їх йоржами, які забивають у дерев'яні пробки, закладені у кладку. Бічні вертикальні бруски коробки закріплюють двома йоржами на відстань по висоті не менше ніж 1,5.

Віконні та дверні коробки у місцях примикання до кладки зовнішніх стін гідроізолюють толем. Зазори між блоками та кладкою проконопачують клоччям.

Штукатурні роботи:

Застосовується покращена штукатурка, яка складається з обризку, 2-3 шарів ґрунту та накривального шару. Середня товщина покращеної штукатурки 15 мм. Обризок повинен бути товщиною до 5 мм з міцнішого розчину, товщина кожного шару ґрунту не повинна перевищувати 7 мм, товщина шару накривочного 2 мм. Кам'яні поверхні мають бути очищені від пилу.

Поверхню провішують схилом або рівнем з рейкою. Результати провішування закріплюють марками або маяками, - смугами розчину, що накидається під рейку.

Штукатурні роботи виконують механізованим способом, використовуючи штукатурний агрегат СО-57А. Нанесення рекомендується виконувати ланкою, що складається із п'яти осіб. Сопловник наносить розчин на поверхню соплованням, помічник допомагає, за потребою підмінює сопловника. Два підсобні вирівнюють шари палатки, формують лушпиння і усінки. Один підсобник закриває отвори, очищає поверхні від бризок розчину.



Малярні роботи:

Для фарбування стель застосовують водоемульсійні склади, а при фарбуванні стін використовують масляні склади.

Основні заходи підготовки поверхні – згладжування, розрізання тріщин, очищення та ґрунтовка, підмазування та шпаклівка.

Водоемульсійне фарбування висихає за 2-3 години, тому фарбувати окремі ділянки необхідно за один прийом, не допускаючи перерв, інакше будуть видні стики фарбування, виконаного в різний час.

При масляному забарвленні, щоб уникнути потік, фарбу наносять тонким рівним шаром по добре просушеному попередньому

Забарвлення виконують електрокраскопультом не менше ніж у два шари. Забарвлення важкодоступних місць виконують кистями та спеціальними валиками різного призначення.

Пристрій вимощення:

Вимощення по периметру будівлі повинні щільно примикати до цоколя будівлі, її ухил повинен бути не менше 1°. Вимощення виконують з асфальтобетонної суміші по бетонному підстиляючому шару. Попередньо по поверхні розсипають шар щебеню, який вдавлюють за допомогою ручної ковзанки. Асфальтобетонне покриття вимощення роблять одношаровими завтовшки 25 мм. Ущільнення виробляють за допомогою ручної ковзанки.

Благоустрій території:

Після влаштування постійних проїздів, тротуарів, майданчиків та прибирання залишків будівельного сміття виконують озеленення території.

#### 4.3.5 Техніко-економічні показники календарного плану

Таблиця 4.10 - Техніко-економічні показники календарного плану

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
Загальна трудоемність	л-дн	4107
Тривалість будівництва	дн	128
Нормативна тривалість будівництва	дн	172
Зменшення строків будівництва	дн	44
Максимальна кількість робочих	Люд.	45
Середня кількість робочих	люд.	32
Надлишкова трудоемність	л-дн	598
Коефіцієнт не рівномірності по чисельності робочих		1,4
Коефіцієнт не рівномірності по трудовитратам		0,1

#### 4.3.6 Розрахунок площ тимчасових будівель

За календарним планом на будівництві цивільної будівлі працює максимальна кількість – 45 осіб. Отже, чисельність працюючих дорівнює:  $N_{\text{раб.}} = 45 \cdot 100/85 = 53$  чол.

Загальна чисельність працюючих:

$$N_{\text{заг.}} = (N_{\text{раб.}} + N_{\text{ІТР}} + N_{\text{служ.}} + N_{\text{МОП}}) \cdot r, \quad (4.9)$$

де  $N_{\text{раб}}$  - чисельність працюючих, приймається за графіком руху робочої сили календарного графіка;

$N_{\text{ІТР}}$  – чисельність інженерно-технічних працівників;

$N_{\text{служ.}}$  - Чисельність службовців;

$N_{\text{МОП}}$  – чисельність молодшого обслуговуючого персоналу та охорони;

$r$  – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби тощо.  $r=1,05$ .

Тоді:

- Чисельність ІТП:  $N_{ІТП} = 53 \cdot 8/100 = 4$  чол.

- Чисельність службовців:  $N_{служ.} = 53 \cdot 5/100 = 3$  чол.

- Чисельність МОП:  $N_{МОП} = 53 \cdot 2/100 = 1$  чол.

$N_{заг.} = (45 + 4 + 3 + 1) \cdot 1,05 = 56$  чол.

Таблиця 4.11 - Розрахунок площ тимчасових будівель

Тимчасові будівлі	Кількість робочих	Кількість приміщень якими користуються, %	Площа приміщення, м <sup>2</sup>		Тип тимчасової будівлі	Розміри будівлі
			на 1 раб.	Заг.		
1	2	3	4	5	6	7
<b>Службові</b>						
Контора	8	100	4	32	Пересувний вагон (ПВ)	9х3,8
Прохідна	-	-	-	12	Збірно-розбірний	2х3 (2 шт)
<b>Санітарно-побутові</b>						
Гардеробна	56	70	0,7	27,4	ПВ	9х3,8
1	2	3	4	5	6	7
Душева	56	50	0,54	15,1	ПВ	9х3,8
Умивальники	56	50	0,2	5,6		
Приміщення для відпочинку	56	50	1	28	ПВ	9х3,8
Столова	56	50	0,8	22,4	ПВ	9х3,8
Медпункт	-	-	-	24	ПВ	9х2,7
Туалет	56	100	0,1	5,6	Контейнер	3х3
<b>Виробничі</b>						
Майстерня електротехнічна	-	-	-	9,02	ПВ	4,1х2,2
Майстерня столярка	-	-	-	9,02	ПВ	4,1х2,2
Майстерня сантехнічна	-	-	-	9,02	ПВ	4,1х2,2

#### 4.3.7 Розрахунок складських приміщень

Таблиця 4.12- відомість розрахунку складських приміщень

Найменування матеріалів, конструкцій, виробів	Ред. змінити	Загальна потреба	Тривалість укладання в конструкцію	Найбільша добова витрата	Чисельність днів запасу	Коефіцієнт нерівномірності надходження	Коефіцієнт нерівномірності споживання	Залишок на складі	Норма зберігання на 1 м <sup>2</sup> площі складу	Корисна площа складу, м <sup>2</sup>	Коефіцієнт використання складу	Корисна площа складу	Розміри складу, м	Характеристика складу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Арматура	т	22,9	25	0,916	3	1,1	1,3	3,93	4	0,98	0,5	1,96	5x5	Навіс
Пило матеріали	м <sup>3</sup>	7,38	25	0,295	3	1,1	1,3	1,26	1,8	0,73	0,5	1,4		
Рулонний матеріал	м <sup>2</sup>	2176,2	16	136	3	1,1	1,3	583	200	2,9	0,5	5,8		
Плити гіпсові	м <sup>3</sup>	5,64	5	1,13	3	1,1	1,3	4,8	2	2,4	0,5	4,8		
Блоки віконні	м <sup>2</sup>	122,7	8	15,3	3	1,1	1,3	65,8	45	1,46	0,5	2,9		
Блоки дверні	м <sup>2</sup>	111,8	8	13,9	3	1,1	1,3	59,9	44	1,36	0,5	2,7		
Тол	м <sup>2</sup>	249,7	8	31,2	3	1,1	1,3	133,9	300	0,45	0,5	0,9		
Плитка керамічна	м <sup>2</sup>	66,6	25,5	2,6	3	1,1	1,3	11,2	80	0,14	0,5	0,2		
ЛЛакорасочні матеріали	кг	8765	50	175,3	3	1,1	1,3	752	800	0,94	0,7	1,3	3,5x3,5	Закритий
Доска паркетна	м <sup>2</sup>	25,2	25,5	1	3	1,1	1,3	4,2	40	0,1	0,7	0,15		
Лінолеум	м <sup>2</sup>	2351,1	25,5	92,2	3	1,1	1,3	395	80	4,9	0,7	7,06		
Стікло овіконне	м <sup>2</sup>	180,2	8	22,5	3	1,1	1,3	96,6	170	0,6	0,7	0,8		

Продовження таблиці 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Блоки бетонні	м <sup>3</sup>	109,8	4	27,45	2	1,1	1,3	78,5	2,5	31,4	0,7	44,9	23x14	Відкритий
Пісок та гравій	м <sup>3</sup>	338,9	35	9,68	2	1,1	1,3	27,7	1,5	18,5	0,7	26,4		
Колони	м <sup>3</sup>	25	31	0,8	3	1,1	1,3	3,43	0,8	4,3	0,6	7,15		
Ригелі	м <sup>3</sup>	48,4	31	1,56	2	1,1	1,3	4,5	0,4	11,25	0,7	16,1		
Плити перекриття	м <sup>3</sup>	291,8	31	9,4	2	1,1	1,3	26,9	0,75	35,9	0,7	51,3		
Плити покриття	м <sup>3</sup>	48,7	6	8,1	2	1,1	1,3	23,2	0,5	46,3	0,7	66,2		
Цегла	т.шт	585,1	36	16,2	2	1,1	1,3	46,3	0,7	66,2	0,7	94,6		

#### 4.3.8 Розрахунок тимчасового водопостачання будівельного майданчика

Повна потреба у воді:

$$V_{\text{заг}} = 0,5 \cdot (V_{\text{пр}} + V_{\text{хоз}} + V_{\text{душ}}) + V_{\text{же}}, \quad (4.10)$$

де  $V_{\text{пр}}$  - Витрата води на виробничі потреби;

$V_{\text{хоз}}$  – витрати води на господарські потреби;

$V_{\text{душ}}$  – витрата води на душові установки;

$V_{\text{же}}$  - витрата води на пожежогасіння.

Витрата води на виробничі потреби:

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{макс1}} \cdot r_1 / (t_1 \cdot 3600), \quad (4.11)$$

де  $r_1$  - Коефіцієнт нерівномірності води ( $r_1 = 1,5$ );

$t_1$  – кількість годин роботи ( $t_1=8$  год);

$\sum V_{\text{макс1}}$  – максимальна витрата води в період будівництва;

Таблиця 4.13 – Графік споживання води під час будівництва

Користувачі води	Од. Вим.	Кіл. зміну	Норма витрати на од. вим.	Загальна витрата Води в зміну	Місяці					
					квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Работа екскаватора	м-ч	5,5	10	55	55					
Заправка екскаватора	1 маш	1	120	120	120					
Полив цегли	т.шт	585,1	230	134573		134573	134573	134573		
Штукатурні роботи	м <sup>2</sup>	5015,7	7	35109,9				35109,9	35109,9	
Малярні роботи	м <sup>2</sup>	5015,7	1	5015,7					5015,7	5015,7
Заправка та мийка тракторів	1 маш	1	300	300	300	300				
Поливка бетону та опалубки	м <sup>3</sup>	226,9	200	45380		45380				
Загалом	-	-	-	-	475	180253	134573	169682,9	40125,6	5015,7

$$V_{\text{пр}} = 180253 \cdot 1,5 / (8 \cdot 3600) = 9,39 \text{ л/с.}$$

Витрата води на господарсько питні потреби:

$$V_{\text{хоз}} = \sum V_{\text{макс2}} = r_2 / (t_1 \cdot 3600) \quad (4.12)$$

На будівельному майданчику відсутня каналізація.

$$r_2 = 3, t_2 = 8.$$

$$\sum V_{\text{макс2}} = N_{\text{раб}} \cdot N_{\text{в}}, \quad (4.13)$$

де  $N_{\text{раб}}$  - Максимальна кількість працюючих на будівництві (за календарним планом) 45 осіб;

$N_{\text{в}}$  - норма витрати води;

$$\sum V_{\text{макс2}} = 45 \cdot 10 = 450 \text{ л.}$$

$$V_{\text{хоз}} = 450 \cdot 3 / (8 \cdot 3600) = 0,05 \text{ л / с.}$$

Витрата води на душові установки:

$$V_{\text{душ}} = \sum V_{\text{макс3}} = r_3 / (t_3 \cdot 3600), \quad (4.14)$$

$$\text{де } r_3 = 1, t_3 = 0,75.$$

$$\sum V_{\text{макс3}} = N_{\text{раб1}} \cdot N_{\text{в}}, \quad (4.15)$$

де  $N_{\text{раб1}}$  - Кількість працюючих в 1 зміну (за календарним планом) 25 осіб.

$$\sum V_{\text{макс3}} = 25 \cdot 30 = 750$$

$$V_{\text{душ}} = 750 \cdot 1 / (0,75 \cdot 3600) = 0,28 \text{ л / с}$$

Витрата води на пожежогасіння:

$$V_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с (працює 2 гідранти)}$$

$$V_{\text{загалі}} = 0,5 \cdot (9,39 + 0,05 + 0,28) + 10 = 14,86 \text{ л / с}$$

Визначається діаметр трубопроводу:

$$D = 35,69 \cdot \sqrt{V_{\text{заг}} / v}, \quad (4.16)$$

де  $v$  – швидкість води ( $v = 1,8 \text{ м/с}$ )

$$D = 35,69 \cdot \sqrt{14,86 / 1,8} = 102,5 \text{ мм}$$

Приймається діаметр трубопроводу 100 мм.

#### 4.3.9 Розрахунок тимчасового електропостачання будівельного майданчика

Загальна потужність електроспоживачів:

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{пр}} + W_{\text{н.о}} + W_{\text{в.о}}, \quad (4.16)$$

де  $W_{\text{пр}}$  - потужність силової установки для виробничих потреб, кВт;

$W_{\text{н.о}}$  - потужність силової установки для зовнішнього освітлення, кВт;

$W_{\text{в.о}}$  - потужність силової установки для внутрішнього освітлення, кВт;

$$W_{\text{пр}} = \sum P_{\text{пр}} \cdot r_c / \cos \gamma, \quad (4.17)$$

де  $P_{\text{пр}}$  - потужність окремих установок;

$r_c$  - коефіцієнт попиту;

$\cos \gamma$  - коефіцієнт потужності

Таблиця 4.14 - Графік потужності установок для виробничих потреб

Механізми	Од. вим.	Кількіс ть	Встано влена потужність , кВт	Загальна потуж ність кВт	Місяці					
					квітень	травень	червень	липен ь	серпен ь	вересень
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зварювальни й пристрій СТЕ-24	шт	1	54	54		54	54	54		
Віброрейка СО-47	шт	2	0,6	1,2		1,2				
Машина для нанесення бітумних мастик СО-122А	шт	2	4,9	9,8		9,8		9,8	9,8	9,8
Глубинний вібратор И-18	шт	2	0,8	1,6		1,6				
Електрокрас- копульт СО-61	шт	3	0,27	0,54					0,54	0,54
Компресор СО-7А	шт	1	4	4				4	4	4
Штукатурний агрегат СО-57А	шт	5	5,25	5,25				5,2 5	5,25	
Насос для розчину СО-48Б	шт	1	2,2	2,2		2,2	2,2	2,2		



Продовження таблиці 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кран КБ-504	шт	1	182	182		182	182	182	182	182
Дрель ИЗ-1015	шт	2	0,6	1,2				1,2	1,2	1,2
Загалом	-	-	-	-	-	250,8	238,2	258,4	202,8	197,5

$$W_{\text{пр}} = 54 \cdot 0,35 / 0,4 + 9,8 \cdot 0,6 / 0,7 + 4 \cdot 0,7 / 0,8 + 5,25 \cdot 0,1 / 0,4 + 2,2 \cdot 0,7 / 0,8 + 182 \cdot 0,3 / 0,5 + 1,2 \cdot 0,1 / 0,4 = 171,85 \text{ кВт.}$$

Потужність силової установки зовнішнього освітлення:

$$W_{\text{н.о}} = \sum P_{\text{н.о}} \cdot \text{rc} / \cos \gamma, \quad (4.18)$$

де  $P_{\text{н.о}}$  – потужність електроустановок зовнішнього освітлення

Таблиця 4.15 – Потужність електроустановок зовнішнього освітлення

Користувачі електроенергії	Од. вим.	Кількість	Норма, кВт	Потужність кВт
Монтаж збірних конструкцій	1000 м <sup>2</sup>	0,45	2,4	1,08
Відкриті склади	1000 м <sup>2</sup>	0,322	0,8	0,26
Проїзні дороги	км	0,16	2	0,32
Освітлення для охорони	км	0,24	1,5	0,36
Прожектори	шт	4	0,5	2
Загалом				4,02

$$W_{\text{н.о}} = 1 \cdot 4,02 = 4,02 \text{ кВт}$$

Потужність внутрішнього освітлення:  $W_{\text{в.о}} = \sum P_{\text{в.о}} \cdot \text{rc} / \cos \gamma, \quad (4.19)$

де  $P_{\text{в.о}}$  – потужність електроустановок внутрішнього освітлення

Таблиця 4.16 – Потужність електроустановок внутрішнього освітлення

Користувачі електроенергії	Од. вим.	Кількість	Норма, кВт	Потужність, кВт
1	2	3	4	5
Контора	100 м <sup>2</sup>	0,34	1	0,34
Прохідна		0,12	1	0,12
Гардеробна		0,34	1	0,34
Душева, умивальники		0,34	1	0,34
Приміщення для відпочинку		0,34	1	0,34

Продовження таблиці 4.16

1	2	3	4	5
Столова		0,34	1	0,34
Медпункт		0,24	1	0,24
Туалет		0,09	1	0,09
Майстерня		0,2706	1,3	0,352
Склади		0,3725	1	0,3725
Загалом	-	-	-	2,875

$$r_c=0,8; \sum P_{в.о}=2,875 \text{ кВт}; \cos\gamma=1,0$$

$$W_{в.о}=0,8 \cdot 2,875 / 1,0 = 2,3 \text{ кВт}$$

$$W_{\text{общ}}=171,85+4,02+2,3=178,17 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність трансформатора:

$$W_{\text{тр}}=1,1 \cdot W_{\text{общ}}$$

$$W_{\text{тр}}=1,1 \cdot 178,17=196 \text{ кВт}$$

По розрахунковій потужності приймаємо марку трансформатора:

ТМ-320/6

#### 4.3.10 Техніка безпеки на будівельному майданчику

На окремих ділянках будівельного майданчика та внутрішньобудівельних дорогах мають бути передбачені покажчики «В'їзд», «Виїзд», «Розворот», покажчики місць розвантаження матеріалів, знаки безпеки та попереджувальні написи. Майданчик повинен бути огорожений та організований відвід поверхневих вод. Тимчасові автомобільні дороги повинні бути розміщені так, щоб можливий проїзд автомобілів у будь-яку пору року і в будь-яку погоду.

Мінімальна відстань між дорогою та складом 1 м, дорогою та парканом 2 м.

У небезпечних місцях крім огорожі мають бути встановлені світлові сигнали та аварійне освітлення.

Безладне зберігання матеріалів та виробів може спричинити нещасні випадки. Тому конструкції та матеріали повинні складуватися з урахуванням вимог безпечного складування: цегла в пакетах та на піддонах не більше ніж у 2 яруси; ригелі – у штабелях висотою до 2 метрів; плити перекриттів у штабелях висотою до 2,5 метрів; скло та рулонний матеріал – вертикально в один ряд.

При штабелюванні сипких матеріалів мають бути дотримані нормативні укоси, пилоподібні матеріали (цемент) повинні затарюватися в силоси, бункери та інші закриті ємності. Підвищені вимоги безпеки пред'являються до зберігання отруйних легкозаймистих та вибухонебезпечних речовин.

Повинні бути забезпечені рекомендовані відстані від робочого місця до санітарно-побутових приміщень та пунктів громадського харчування, підведені мережі електропостачання, водопроводу, опалення. Якість води, яка використовується для господарсько питних потреб, має відповідати вимогам державних стандартів.

Під час прокладання смуг руху крана має бути витримана відстань до підлоги виїмки.

При встановленні кранів повинні бути витримані мінімальні відстані їх наближення до повітряних електроліній, укосів котловану, будов, штабелів вантажів.

До початку роботи крани повинні пройти повний технічний огляд, а обслуговуючий персонал – атестацію.

Всі входи в будинок повинні бути захищені навісами шириною не менше ширини входу з вильотом не менше 2 метрів від стіни будівлі.

Небезпечні зони можуть бути постійними та тимчасовими. Постійні небезпечні зони розташовані поблизу неізолюваних струмопровідних частин електроустановок; поблизу не огорожених перепадів за висотою на 1,3 і більше метрів; у місцях переміщення машин та обладнання; у місцях, де містяться шкідливі речовини в концентраціях вище за гранично допустимі або впливає шум інтенсивністю вище за гранично допустиму; у місцях, над якими відбувається переміщення вантажу. До зон з потенційно небезпечними виробничими факторами відносяться: ділянки територій поблизу будівлі, що будується; поверхи будівлі (яруси) в одній захватці, над якими відбувається монтаж або демонтаж конструкцій, а також вантажі. Тимчасові небезпечні зони виникають у процесі виконання робіт тривалістю до однієї робочої зміни (монтаж крана). Небезпечні зони повинні бути огорожені, позначені знаками безпеки та написами.

Робоча зона визначається довгою стрілою крана і відзначається від осі руху крана (довжина стріли 29,5 метра), отже, відстань від осі руху крана до робочої зони буде 29,5 метрів.

Кордон небезпечної зони, що виникає при можливому падінні конструкцій при переміщенні її краном, приймаємо 7 метрів від робочої зони, отже відстань від осі руху крана до небезпечної зони буде 36,5 метрів.

#### 4.3.11 Техніко-економічні показники будгенплану

Таблиця 4.17 – Техніко-економічні показники будгенплану

Показники	Одиниця виміру	Величина показників	Примітки
Площа забудови майданчика	м <sup>2</sup>	7112	F
Площа забудови запроектованої будівлі	м <sup>2</sup>	453,2	F <sub>n</sub>
Площа забудови тимчасовими Будівлями та спорудами	м <sup>2</sup>	601,3	F <sub>в</sub>
Протяжність тимчасових:			
доріг	м	165,6	ширина 6 м діаметр 100 мм ТМ-320/6  металевий
водопроводу	м	164,7	
Електросилової лінії	м	90,5	
Лінії освітлення	м	375,3	
Огородження	м	351	
Компактність буд. генплану:			
K1	%	6,37	$K1 = F_n \cdot 100 / F$
K2	%	8,45	$K2 = F_v \cdot 100 / F$

#### Висновки за розділом 4

Провівши в попередніх розділах детальний аналіз будівельних конструкцій з точки зору енергоефективності було розроблено конструктивні рішення на відповідну 7-поверхову офісну будівля.

Всі запропоновані конструктивні рішення максимально ефективні по питанням конструктиву та енергоефективності. Було виконано теплотехнічний розрахунок огорожуючої конструкції

В даному розділі було детально пропрацьовано технологічну карту на виконання вентиляованого фасаду з композитних панелей.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів зведення стін.

Перший варіант. Зведення стін з газових блоків. Переваги – дешевший варіант. Недоліки – обмеженість зведення поверхів, до трьох поверхів можна виконувати кладку з газових блоків.

Другий варіант. Зведення стін із керамічної цегли, облицювання фасадними панелями. Переваги – за міцністю перевищує газові блоки, недоліки – дорожче порівняно з газовими блоками.

Третій варіант – Зведення стін із вентиляваних порізованого блоків. Один блок коштує 73 грн. Дуже швидко руйнується в разі пробиванні отворів для монтажу чи влаштуванні побутових елементів на стіни.

Із трьох розглянутих варіантів приймаємо для будівництва сіми поверхового об'єкту варіант керамічної цегли із облицюванням фасадними плитами.

Для визначення кошторисної вартості влаштування кладки на даний об'єкт розробляємо локальний кошторисний документ за допомогою програмного комплексу АВК (табл.5.1)

Він розроблявся на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка Кошторисних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 .

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати ( ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати ( ЗВВ ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

#### Висновки по розділу 5

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів влаштування зовнішніх стін. В результаті порівняння обраний варіант керамічної цегли із облицюванням фасадними плитами. Для цього варіанту розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В локальному кошторисі пораховано:

- Кошторисна вартість  $K_v = 4758,078$  тис. грн.
- Кошторисна заробітна плата ЗП = 524,023 тис. грн.
- Кошторисна трудомісткість  $T = 23,516$  тис. люд –год
- Вартість матеріалів –3934,544 тис. грн.

таб

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-8  
на утеплен фасад панелі. шtukат**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість  
Кошторисна трудомісткість  
Кошторисна заробітна плата  
Середній розряд робіт

4758,078 тис. грн.  
23,516 тис.люд.-год.  
524,023 тис. грн.  
4,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 жовтня" 2020 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Е8-6-4	Мурування зовнішніх середньої складності стін з цегли керамічної при висоті поверху понад 4 м	м3	889,542	<u>2275,44</u> 151,22	<u>60,68</u> 19,47	2024099	134517	<u>53977</u> 17319	<u>7,33</u> 1,1135	<u>6520,34</u> 990,51
2	ЕН15-78-1	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм Стіни гладкі	100 м2	17,442	<u>91265,09</u> 10774,65	-	1591846	187931	-	<u>479,94</u>	<u>8371,11</u>
3	ЕН15-79-2	Улаштування систем термофасадів, що вентилюються, з облицюванням фасадною керамічною плиткою	100 м2	17,4424	<u>42624,31</u> 5312,01	<u>170,08</u> 118,93	743470	92654	<u>2967</u> 2074	<u>247,07</u> 7,8221	<u>4309,49</u> 136,44
4	С1426-11784 варіант 1	Плитки термофасадні	м2	100	<u>313,73</u>	-	31373	-	-	-	-
5	ЕН15-46-1	Просте штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю і бетону стін механізованим способом	100м2	17,442	<u>2122,37</u> 1113,74	<u>102,65</u> 83,97	37018	19426	<u>1790</u> 1465	<u>55,3</u> 5,778	<u>964,54</u> 100,78

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом прямі витрати по кошторису					4427806	434528	<u>58734</u> 20858		<u>20165,48</u> 1227,73
		Разом будівельні роботи, грн.					4427806				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					3934544				
		всього заробітна плата, грн.					455386				
		Загальновиробничі витрати, грн.					330272				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					2122,95				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					68637				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>4758078</b>				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>4758078</b>				
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b>					<b>23516</b>				
		<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>524023</b>				

Склав

\_\_\_\_\_

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

Перевірив

\_\_\_\_\_

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*



## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### Охорона праці на будівництві

У цьому розділі магістерської дипломної роботи розроблені заходи з охорони праці та цивільного захисту під час дослідження впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель. На будівельно-монтажний персонал, який виконує опоряджувальні роботи (штукатурні, малярні, облицювальні, скляні), роботи з улаштування теплоізолювальних фасадних систем (далі – фасадних систем), впливають визначені нижче небезпечні та шкідливі виробничі фактори [17, 18].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, в основному аерозолі фіброгенної дії (нетоксичний пил, оксид вуглецю).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

### 6.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

#### 6.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

З метою запобігання впливу на працівників цих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, потрібно дотримуватися вимог [19], зокрема під час виконання фарбувальних робіт – вимоги ДСТУ Б А.3. 2-7, НАПБ А.01.001; під час улаштування фасадних систем – вимоги ДБН В.2.6-33, ДСТУ Б В.2.6-34,

ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36.

Живлення силового обладнання, яке використовується для виконання опоряджувальних робіт, і системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю в приміщеннях підвищеної вологості.

Фасадні системи за конструктивним рішенням і класифікацією повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-34. Суміші та мастики під час виконання опоряджувальних робіт необхідно готувати, як правило, централізовано. Приготування їх, а також розчинової суміші за ДСТУ Б В.2.6-36 на будівельному майданчику необхідно здійснювати у приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією для запобігання перевищенню гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Не дозволяється застосовувати лакофарбові матеріали та розчинники невідомого складу, а також речовини й матеріали, на яких нема показників пожежної і токсичної небезпеки. Експлуатація мобільних малярських станцій для приготування фарбувальних сумішей, не обладнаних примусовою вентиляцією, не допускається.

Робочі місця для виконання опоряджувальних робіт, улаштування фасадних систем на висоті повинні бути обладнані засобами підмошування та сходами-драбинами для піднімання на них. Засоби підмошування, що застосовуються під час штукатурних, малярних робіт, улаштування фасадних систем у місцях, під якими виконуються інші роботи чи є прохід, повинні бути з настилами без зазорів. Внутрішні штукатурні роботи, а також монтаж збірних карнизів і ліпних елементів внутрішніх приміщень необхідно виконувати тільки з помостів або пересувних столиків, встановлених на підлогу, або на суцільні настили. Зовнішні штукатурні роботи необхідно виконувати з інвентарних вертикальних або підвісних риштувань. Під час виконання робіт на внутрішніх

сходових клітках необхідно застосовувати спеціальні помости (столики) з різною довжиною опорних підпорок, які встановлюються на сходинок. Робочий настил повинен бути горизонтальним та мати парпетні огорожі.

Під час роботи зі шкідливими та пожежовибухонебезпечними матеріалами, що утворюють вибухонебезпечну пару, приміщення необхідно постійно провітрювати, а також впродовж 1 год після закінчення роботи, застосовуючи природну або штучну вентиляцію. Електропроводка й електроустаткування повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Робота з використанням вогню в цих приміщеннях заборонена.

Місця, над якими виконуються скляні чи облицювальні роботи, повинні бути огорожені. Заборонено скління або облицювальні роботи на кількох ярусах по одній вертикалі одночасно.

У разі застосування повітрянагрівачів (електричних або таких, що працюють на рідкому паливі) для просушування приміщень будинків і споруд необхідно дотримуватися вимог ДБН В.1.1-7. Заборонено обігрівати та сушити приміщення жаровнями та іншими пристроями, що виділяють у приміщення продукти згоряння палива.

Під час виконання робіт із розчинами, що містять хімічні добавки, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (гумові рукавички, захисні мазі, окуляри) відповідно до інструкції заводу-виробника, зважаючи на склад речовин, що використовуються. Під час сухого очищення поверхонь та інших роботах, пов'язаних із виділенням пилу і газів, а також під час механізованого шпаклювання і фарбування необхідно користуватися респіраторами із захисними окулярами. Під час очищення поверхонь за допомогою кислоти чи каустичної соди необхідно працювати у захисних окулярах, гумових рукавичках і кислотостійкому фартуху з нагрудником. Під час нанесення розчину на стельову чи вертикальну поверхню необхідно користуватися захисними окулярами.

Перед початком кожної зміни повинна бути перевірена справність

розчинонасосів, шлангів, дозаторів та іншого обладнання, що застосовується під час штукатурних робіт. Манометри повинні бути випробувані та опломбовані (пройти державну перевірку). Якщо тиск на манометрах розчинонасосів перевищує допустимі значення, зазначені у паспорті, працювати на розчинонасосі не дозволяється. Розбирання, ремонт і чищення штукатурних машин, форсунок та іншого устаткування, що застосовується під час механізованих штукатурних робіт, проводяться після зниження в машинах тиску до атмосферного і відключення машин від електромережі. Продування шлангів стисненим повітрям допускається тільки після виведення людей за межі небезпечної зони (10 м і більше). Не допускається перегинати шланги під гострим кутом і у вигляді петлі, а також затягувати сальники під час роботи штукатурних машин.

Оператори, які наносять штукатурний розчин на поверхню за допомогою сопла, і робітники, які виконують набризкування розчину вручну, повинні бути забезпечені захисними окулярами. Переносні струмоприймальники (інструмент, машини, світильники тощо), що використовуються для виконання штукатурних робіт, повинні бути розраховані на напругу не більше ніж 25 В.

Не допускається застосовувати розчинники на основі бензолу, хлорованих вуглеводнів, метанолу. Під час виконання фарбувальних робіт із застосуванням пневматичних агрегатів необхідно: до початку роботи перевірити справність устаткування тиском, що зазначений у паспорті, сигналізації, наявність захисного заземлення; під час виконання робіт не допускати перегинання шлангів і їх дотику до сталевих канатів, що рухаються; відключати подачу повітря та перекривати повітряний вентиль під час перерви в роботі або у разі виявлення несправностей механізму агрегату.

Лакофарбові матеріали необхідно зберігати на робочих місцях у щільно закритій тарі, у кількості, що не перевищує змінну потребу, або в кількості, яка не перевищує ємність фарбо-нагнітального бака або стандартної фляги (40 л). На кожній тарі з лакофарбовим матеріалом, розчинником повинна бути наклейка

або бирка з точною назвою матеріалу та зазначенням

Піднімання та перенесення скла до місця його встановлення необхідно виконувати механізованим способом у спеціальній тарі. Зона піднімання повинна бути огорожена. Розкroeння скла необхідно здійснювати в окремих опалюваних приміщеннях у горизонтальному положенні на спеціальних столах. Місця, над якими проводиться скління, необхідно огородити та захистити від падіння скла козирками або суцільними настилами.

#### 6.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [20,21]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізолювані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

#### 3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

## 6.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

### 6.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [22] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення. Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [23]: температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих

параметрів мікроклімату не повинна перевищувати 2°C; якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м; для забезпечення нормованих значень швидкості руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

#### 6.2.2 Склад повітря робочої зони

Робочою зоною вважається простір, який обмежений огорожуючими конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги або площини, на яких знаходяться місця постійного або непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього ряду шкідливих виробничих факторів, утворених в процесі трудової діяльності людини. Склад повітря залишається постійним. Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м<sup>3</sup> [22]. Нормовані параметри забруднення повітря в робочій зоні наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 6.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця [23]. Потрібно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (менша зернистість), тим вище небезпека.

Тому необхідно здійснювати наступні заходи: очищувати металевий пил якнайчастіше, щодня протирати гарячі поверхні, при високих концентраціях

пилу обробляти запилені поверхні по частинам. Низька вологість збільшує потенційну небезпеку, це повинне прийматися в увагу під час прибирання.

Планувати прибирання потрібно на час, коли устаткування вимкнене, зокрема в другу половину дня п'ятниці або на вихідні.

### 6.2.3 Виробниче освітлення

При поганому освітленні зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків: 5% травм можна пояснити недостатнім освітленням, а у 20% випадків воно сприяло їх появі. Погане освітлення може призвести до професійних захворювань: погіршують загальне самопочуття, зменшують фізичну і розумову працездатність.

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в» [24]. Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.



Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

#### 6.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [25].

Нормовані параметри виробничого шуму в робочій зоні наведено в таблиці. Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 6.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін,

застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

### 6.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу – За [26]. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання. Нормовані параметри виробничої вібрації в робочій зоні наведено в таблиці 6.4

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

Таблиця 6.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3^*}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

\* В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації,  $m/s \cdot 10^{-2}$ , в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

## 6.2.6 Психофізіологічні фактори

а) Класи умов праці за показниками важкості праці:

Загальні енергозатрати організму (кг/м):

Зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт);

При регіональному навантаженні (для чоловіків) - 12 000(40);

При загальному навантаженні ( за участю м'язів рук, тулуба, ніг) - 40 000(80);

Маса вантажу. Що постійно підіймається – до 25.

Стереотипні робочі рухи:

При локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 60 000;

При регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 30 000;

Статичне навантаження (кг/с):

Двома руками (чоловіки) – до 70 000;

За участю м'язів тулуба та ніг – до 200 000.

Робоча поза:

Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) до 25% часу зміни

Нахил тулуба:

Вимушені нахили протягом зміни – 150 разів;

Переміщення у просторі(переходи задля технологічного процесу) – більше 12

б) Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом;

Сприймання інформації та їх оцінка - сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання - обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) - до 50;

Щільність сигналів (звуків за 1 год) - до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80;

Навантаження на голосовий апарат ( протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності - є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці:

Тривалість робочого дня - більше 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Оцінка безпеки перебування людей в будівлі в умовах дії радіації

6.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини

Під впливом іонізаційного випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали  $H^+$  та  $OH^-$ , а в присутності кисню — пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому

організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригноблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукованих вільними радикалами, підвищується, й у них втягуються багато сотень і тисячі молекул, не пошкоджених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

6.3.2. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху

Коефіцієнт протирадіаційного захисту розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} \quad (6.1)$$

Елементи будівлі:

- Стіни цегляні товщиною 64 см, маса  $1\text{ м}^2 - 832$  кг.
- Стіни цегляні товщиною 51 см, маса  $1\text{ м}^2 - 663$  кг.
- Стіни цегляні товщиною 38 см, маса  $1\text{ м}^2 - 494$  кг.
- Стіни цегляні товщиною 25 см, маса  $1\text{ м}^2 - 312$  кг.
- Внутрішні стіни цегляні товщиною 12 см, маса  $1\text{ м}^2 - 156$  кг.
- Площа віконних прорізів:  $1,8 \text{ м}^2$ .
- Площа дверних прорізів:  $1,9 \text{ м}^2$ ;  $3,2 \text{ м}^2$ .
- Висота підвіконників –  $0,9$  м.
- Площа підлоги для розрахунку приміщення –  $96,6 \text{ м}^2$ .
- Висота приміщення –  $2,9$  м.

Плоскі кути приміщення:

Кут  $\alpha_1 = 35^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 64 см площею 17,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 3,6 м<sup>2</sup>.

Кут  $\alpha_2 = 145^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 64 см площею 56,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 5,4 м<sup>2</sup>.

Кут  $\alpha_3 = 35^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 64 см площею 17,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 3,6 м<sup>2</sup>.

Кут  $\alpha_4 = 145^\circ$ . Проти кута розташовані:

- зовнішня стіна 64 см площею 56,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 5,4 м<sup>2</sup>;
- внутрішня стіна 38 см площею 56,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 3,2 м<sup>2</sup>;
- внутрішня стіна 25 см площею 56,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 6 м<sup>2</sup>.

Розрахуємо зведені маси стін розташованих проти плоских кутів.

Кут  $\alpha_1 = 35^\circ$ .

Зовнішньої стіни 64 см площею 17,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 3,6 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,6}{17,4} = 0,2, G_{36} = 832(1 - 0,2) = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_1$

$$G_{\Sigma}^1 = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Кут  $\alpha_2 = 145^\circ$ .

Зовнішньої стіни 64 см площею 56,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 5,4 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,4}{56,4} = 0,095, G_{36} = 832(1 - 0,095) = 752,3 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_2$

$$G_{\Sigma}^2 = 752,3 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Кут  $\alpha_3 = 35^\circ$ .

Зовнішньої стіни 64 см площею 17,4 м<sup>2</sup> з прорізом площею 3,6 м<sup>2</sup>

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,6}{17,4} = 0,2, G_{36} = 832(1 - 0,2) = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Кут  $\alpha_4 = 145^\circ$ .

Зовнішньої стіни 64 см площею  $56,4 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $5,4 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,4}{56,4} = 0,095, G_{36} = 832(1 - 0,095) = 752,3 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зовнішньої стіни 38 см площею  $56,4 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $3,2 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,2}{56,4} = 0,06, G_{36} = 494(1 - 0,06) = 466 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зовнішньої стіни 25 см площею  $56,4 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $6 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{6}{56,4} = 0,11, G_{36} = 312(1 - 0,11) = 278 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута  $\alpha_4$

$$G_{\Sigma}^4 = 752,3 + 466 + 278 = 1496,3 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні зведені маси стін і перегородок проти внутрішніх кутів приміщення

$$G_{\Sigma}^1 = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}; G_{\Sigma}^2 = 752,3 \text{ (кг/м}^2\text{)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}; G_{\Sigma}^4 = 1496,3 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні приведені маси стін проти перших трьох плоских кутів менше  $1000 \text{ кг/м}^2$ , тому

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 215} = 1,43.$$

За мінімальною сумарною приведеною масою стін

$$G_{\Sigma}^1 = 665,6 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

визначаємо [11] коефіцієнт  $K_{\text{ст}}=99$ .

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання  $K_{\text{ш}}=0,15$  (висота приміщення складає  $2,9 \text{ м}$ ) [27].

Коефіцієнт  $K_0$ , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до

вікон 0,9 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{II}} = 0,8 \frac{12,6}{96,6} = 0,1,$$

де  $S_0 = 12,6 \text{ м}^2$  – площа віконних і дверних прорізів приміщення;  $S_{II} = 96,6 \text{ м}^2$  – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будівлі, розташованій в районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд  $K_M = 0,55$  [11].

Отже коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} = \frac{0,65 \times 1,43 \times 99}{(1 - 0,15)(0,1 \times 99 + 1)0,55} = 18.$$

Приміщення першого поверху, для якого проведено розрахунок, має коефіцієнт протирадіаційного захисту 18, тому може бути використане для тимчасового укриття людей в разі забруднення навколишньої території радіоактивними речовинами з подальшим їх переведенням в більш захищені приміщення або евакуацією в безпечні райони.

#### Висновки по розділу 6

В ході розробки розділу охорона праці було детально розглянуто певні питання В ході розробки розділу охорона праці було детально розглянуто певні питання по типу технічних рішення з безпечної експлуатації об'єкту, організації робочого місця, питання електробезпеки, технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, детально розглянути аспекти мікроклімату на робочому місці. Також були проплановані дії у випадку надзвичайної ситуації. Провели оцінку безпеки перебування людей в будівлі в умовах дії радіації та виконаний розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху, а саме - технічних рішення з безпечної експлуатації об'єкту, організації робочого місця, питання електробезпеки, технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії, детально розглянути аспекти мікроклімату на робочому місці. Також були проплановані дії у випадку надзвичайної ситуації. Провели



оцінку безпеки перебування людей в будівлі в умовах дії радіації та виконаний розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху.

## ВИСНОВКИ

В ході магістерської дипломної роботи було проведено детальне дослідження впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель. В ході роботи було розроблено 6 розділів.

Проведено аналіз сучасного стану підвищення енергоефективності будівель та встановлено динаміку зростання енергоефективності будівель, розглянуте законодавче регулювання енергетичної ефективності будівель та класифікацію будинків за енергетичною ефективністю. Обгрунтовано вибір стінових матеріалів для проведення досліджень, визначені їх основні властивості та розглянуто їх вплив на теплопровідність стінових матеріалів.

Встановлено, що зі зростанням вологості матеріалів зростає коефіцієнт їхньої теплопровідності, проте ступінь зміни теплопровідності матеріалів різна на різних діапазонах вологості. Встановлено, що основними факторами впливу на коефіцієнт енергоефективності стінових матеріалів є міцність, середня густина, теплопровідність та теплоємність.

Для будівництва семиповерхової будівлі було підібрано найбільш енергоефективний стіновий матеріал який відповідає умові міцності. Було розроблено конструктивні рішення на відповідну 7 поверхову офісну будівлю.

В розділі економіка виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів влаштування зовнішніх стін. В результаті порівняння обраний варіант вентильованого фасаду з керамічної пустотілої цегли, мінеральної вати із облицюванням фасадними плитами. Для цього варіанту розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК

В ході розробки розділу охорона праці було детально розглянуто питання безпеки та робочого комфорту.

По всіх розділах було проведено детальну роботу. В ході виконання МКР було підвищено навички роботи в графічних редакторах та ВІМ софті.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальський В. П, Оленюк А. П, Клепач О. І. «Енергоефективні технології в міському будівництві» м. Одеса, ОДАБ,. 2022. – С.29-33.
2. В. А. Лісенко, В. Г. Суханов, Ю. О. Закорчемний, С. Є. Верьовкіна Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. – Одеса: Изд-во «Optimum», 2015. – 254 с.: ил.
3. Клепач О. І., Дзюбенко А.Ю, В. П Ковальський «Підвищення енергоефективності житлових будинків при реконструкції» м.Вінниця : ВНТУ, 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: – <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16754>
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель[Чинний від 2022-09-01]
5. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ Енергоефективність у складі проектної документації об'єктів[ Чинний від 20.01.2010]
6. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)[ Чинний від 01.01.2013. ]
7. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.[ Чинний від 2016-01-01]
8. Будівельне матеріалознавство Т.М. Пащенко, З.І. Світла. Київ. 2020 рік.
9. Енергоефективність у будівлях [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://eeplatform.org.ua/vse-pro-energoefektivnist-v-ukrayini/budivli/>
10. Енергоефективність будівель в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу:<https://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivlua.html>
11. Будівництво будинку: властивості газобетону [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.eos-klinkier.com.ua/ua/articles/budivnictvo-budinku-vlastivosti-gazobetonu.html>

12. Керамічні блоки – плюси та мінуси будівництва [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.maximuscentr.com.ua/keramichni-bloky-plyusy-ta-minusy-budivnytstva/>
13. Керамічна цегла в будівництві новобудов [Електронний ресурс]. Режим доступу: [dom.ria.com/uk/articles/keramicheskij-kirpich-v-stroitelstve-novostroek-242421.html](http://dom.ria.com/uk/articles/keramicheskij-kirpich-v-stroitelstve-novostroek-242421.html)
14. Харківський Національний Університет міського господарства імені О.М. Бекетова методичні вказівки для виконання лабораторних, контрольних та самостійних робіт з дисципліни «Будівельне матеріалознавство»
15. Drochytka R., Zach J., Hroudova J. Non-destructive Testing of Influence of Moisture on Properties of Autoclaved Aerated Concrete // E-Journal of Nondestructive Testing. 2011. URL: [http://www.ndt.net/article/ndtnet/2011/36\\_Zach.pdf](http://www.ndt.net/article/ndtnet/2011/36_Zach.pdf) (дата обращения:21.09.2022).
16. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Sobczuk H. Influence of moisture on heat conductivity coefficient of aerated concrete // Ecological Chemistry and Engineering. S. 2011. V. 18. № 1. P. 111–120.
17. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58073](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073).
18. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

19. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
20. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
21. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
22. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
23. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
24. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
25. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
26. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
27. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.

Додаток А  
**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра БМГА, ФБЦЕ  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

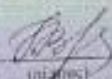
Оригінальність 82,0%      Схожість 18,0%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):


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

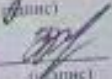
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

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

Особа, відповідальна за перевірку:       Блащук Н.В.  
(підпис)      (прізвище, ініціали)

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

Автор роботи:       Клецач О.І.  
(підпис)      (прізвище, ініціали)

Керівник роботи:       Ковальський В. П.  
(підпис)      (прізвище, ініціали)

2022/12/25 12:40

## Додаток Б

### Зміст графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітка
1.	Наукова частина. Вступ	Плакат 1
2.	Дослідження залежності теплопровідності матеріалів від різноманітних показників	Плакат 2
3.	Порівняння показників теплопровідності будівельних матеріалів	Плакат 3
4.	Висновки за результатом наукового дослідження	Плакат 4
5.	Генеральний план. Ситуаційна схема. Розміщення в системі міста	Плакат 5
6.	Архітектурна частина. Фасади. Плани	Плакат 6
7.	Конструктивні рішення. Креслення фундаментів, покрівлі, перекриття	Плакат 7
8.	Конструктивні рішення. Повздовжній та поперечний переріз. Вузли	Плакат 8
9.	Технологічна карта на монтаж фасадних панелей	Плакат 9
10.	Будівельний генеральний план	Плакат 10
11.	Календарний план виконання робіт	Плакат 11



## «Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівлі»

**Актуальність теми:** На теперішній час питання енергоефективності будівель та споруд стоїть в Україні на першому місці. Велика частина втрати тепла в будівлі пов'язані з не правильним підбором стінових матеріалів. Не залежно від площі забудови будівель та споруд правильний підбір стінових матеріалів відіграє велику роль. Тому вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель питання доволі актуальне. Підбір матеріалів, влаштування теплоізоляції це один із основних напрямів збереження енергії будівель. Вирішенням цієї проблеми є застосування сучасних стінових матеріалів ефективних технічних рішень для будівель та споруд.

В сучасному будівництві найчастіше використовуються у яких співвідношення ціни та якості знаходяться у найкращій відповідності. Якщо підібрати стінові матеріали правильно, звернути увагу на всі фізичні та механічні властивості це збільшить енергозберігаючі властивості будинку.

**Мета і задачі дослідження.** Метою магістерської кваліфікаційної роботи є визначення впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель.

В даній роботі необхідно розв'язати наступні задачі дослідження:

- аналіз сучасного стану підвищення енергоефективності будівель, враховуючи властивості стінових матеріалів;
- встановити властивості стінових матеріалів, які впливають енергоефективність будівель;
- дослідити вплив середньої густини, пористості, вологості на теплові властивості стінових матеріалів, для підвищення енергоефективності будівель;
- на основі розглянутих стінових матеріалів розрахувати енергоефективну стінову конструкцію для зведення громадської будівлі.

**Об'єкт дослідження** - властивостей стінових матеріалів.

**Предмет дослідження** - вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель.

**Методи дослідження:**

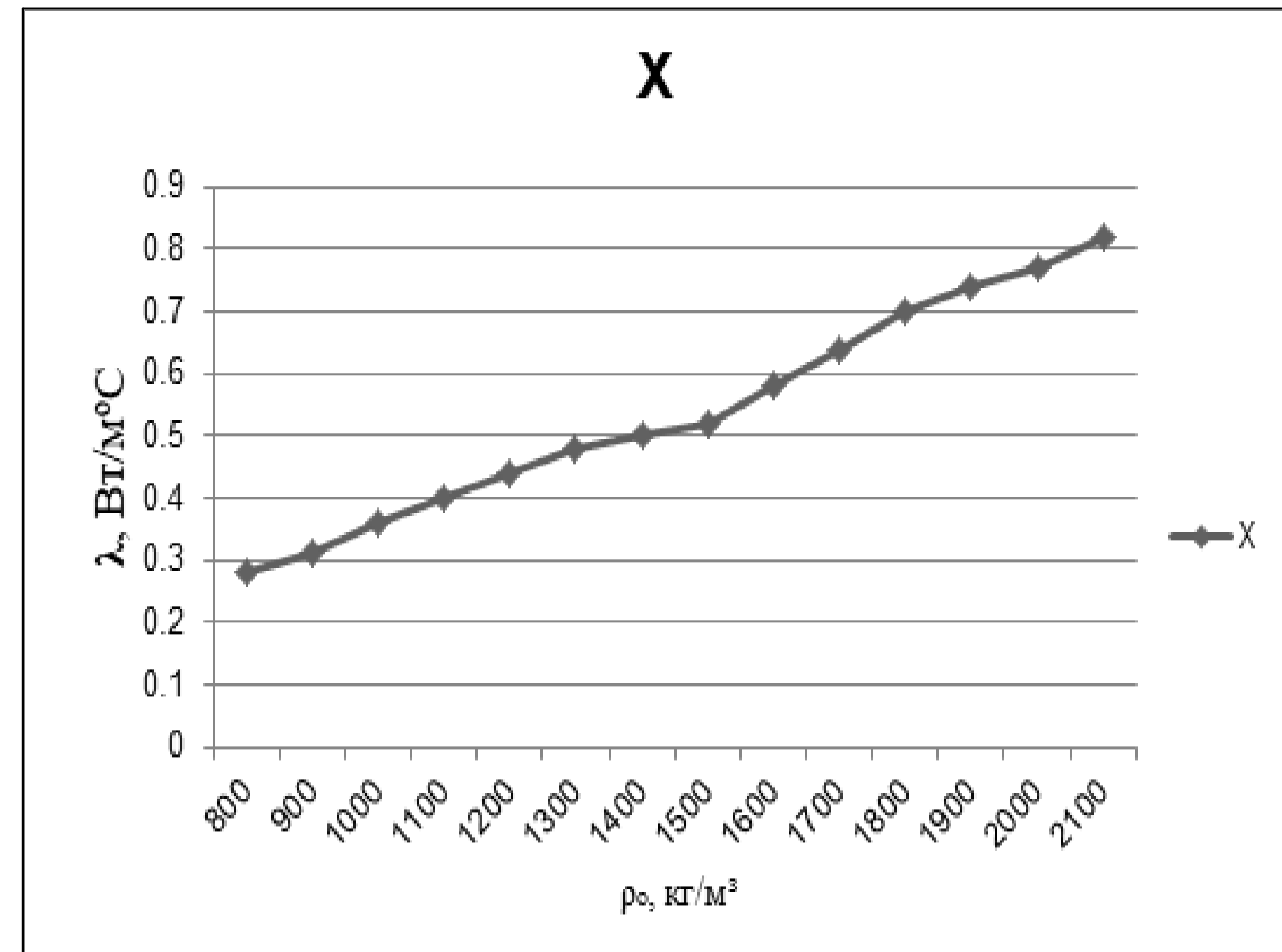
- системно-структурний аналіз;
- бібліографічний пошук;
- аналіз шляхом порівняння.

**Новизна одержаних результатів.** У роботі зазнало подальшого розвитку дослідження підвищення енергоефективності будівель, за рахунок дослідження впливу гідрофізичних властивостей стінових матеріалів на теплові властивості.

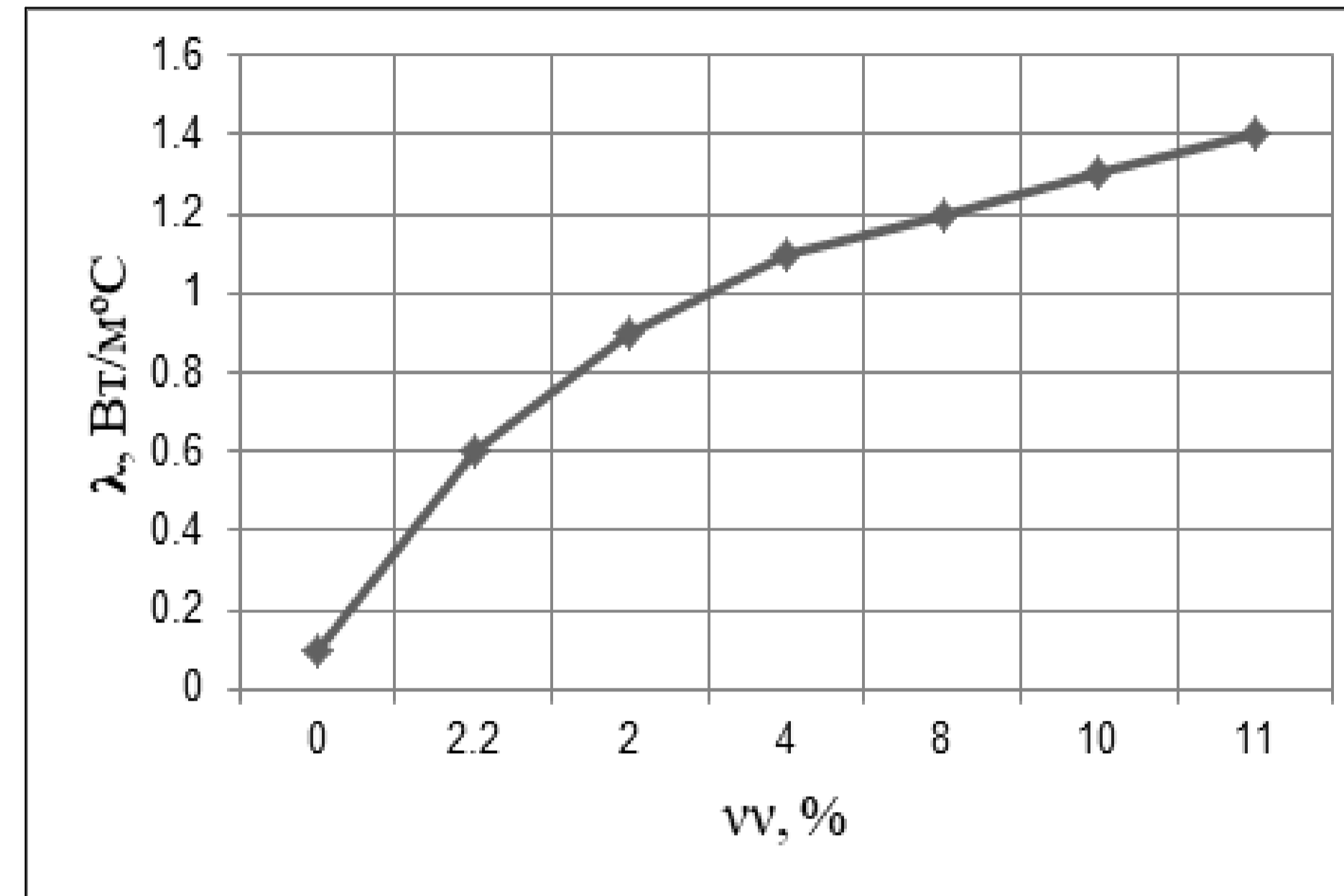


# Дослідження залежності теплопровідності будівельних матеріалів в залежності від різноманітних показників

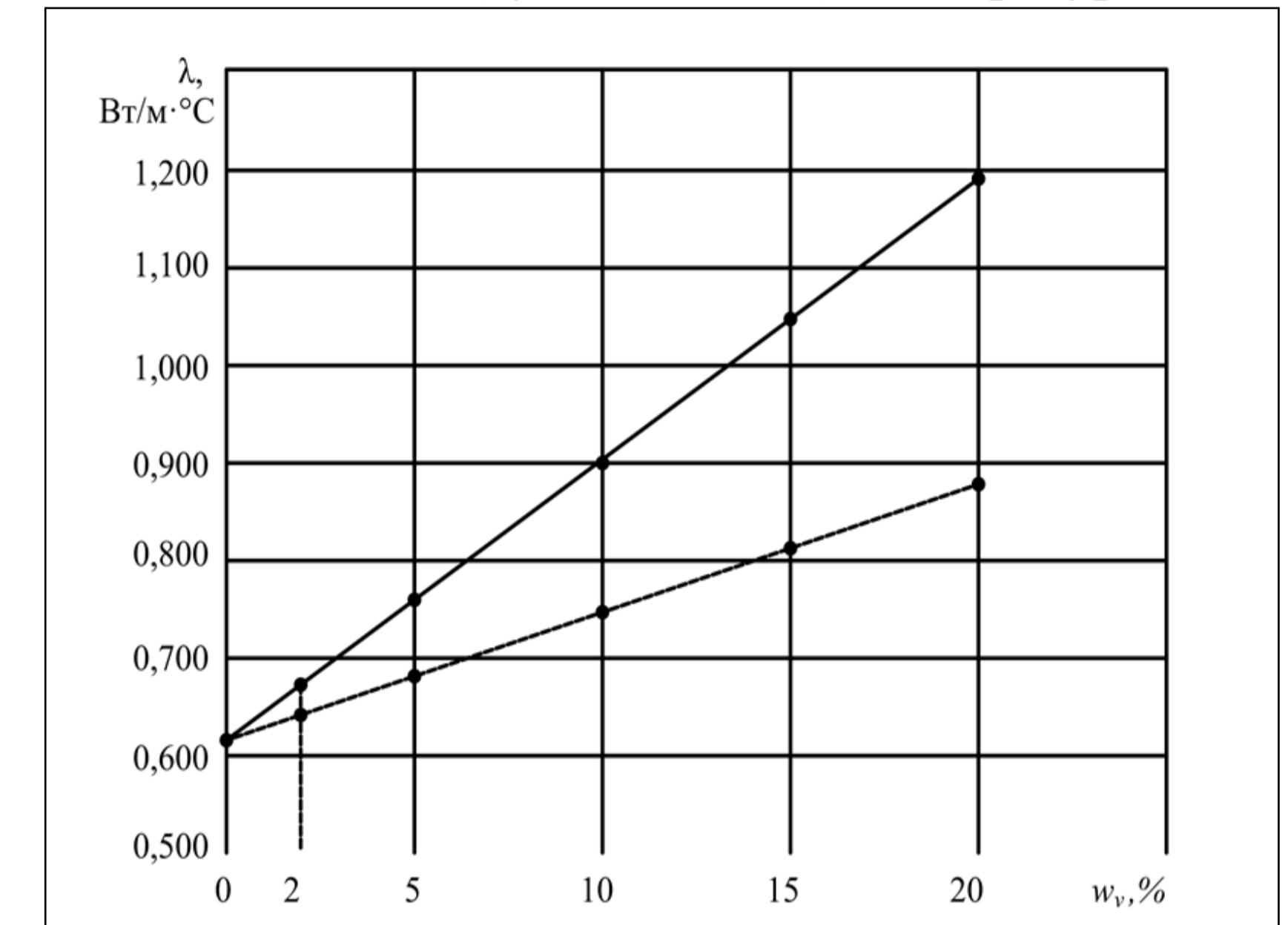
Залежність коефіцієнта теплопровідності глиняної цегли від середньої густини



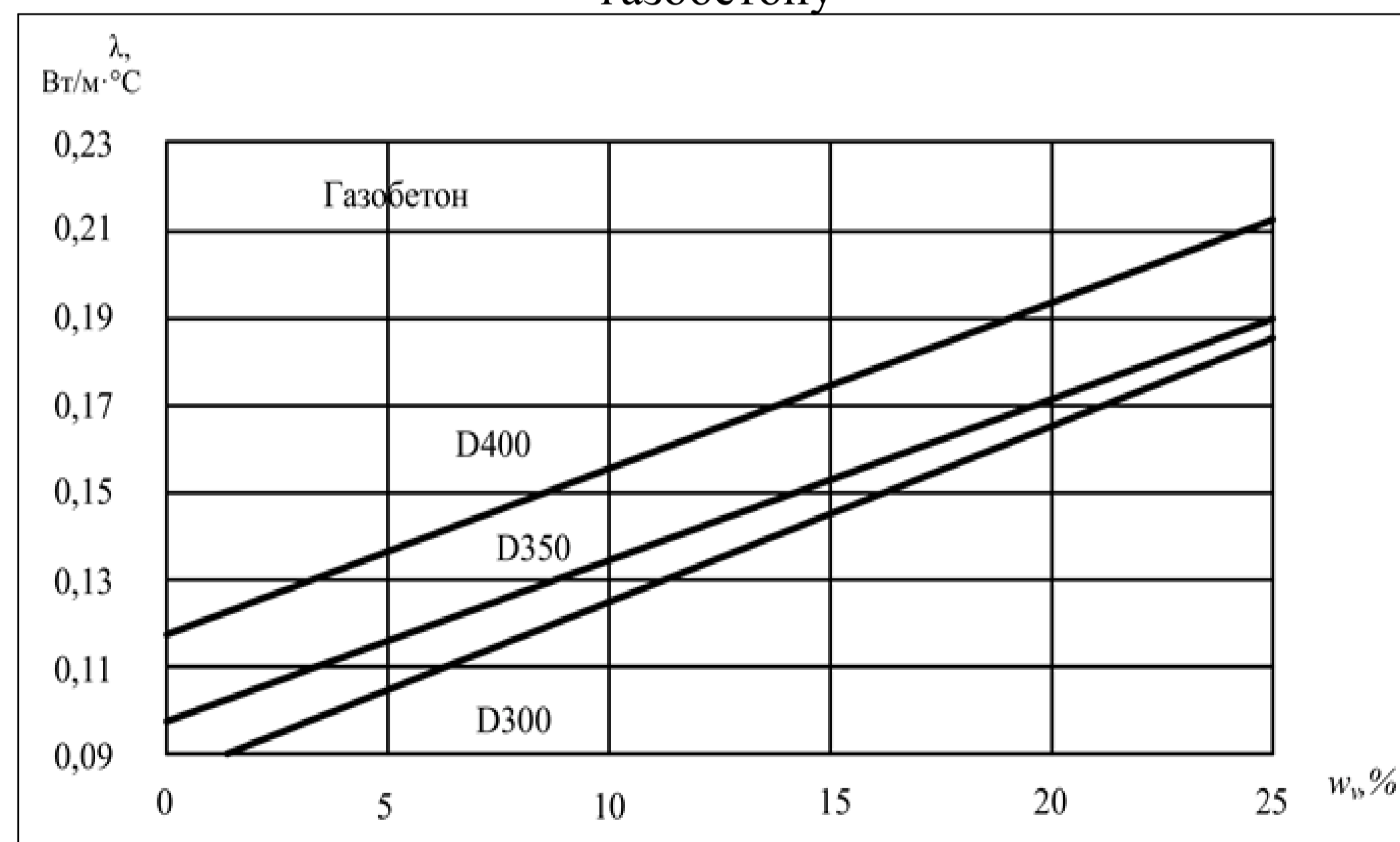
Залежність теплопровідності стіни з глиняної цегли на цементно-піщаному розчині в залежності від вологості за масою



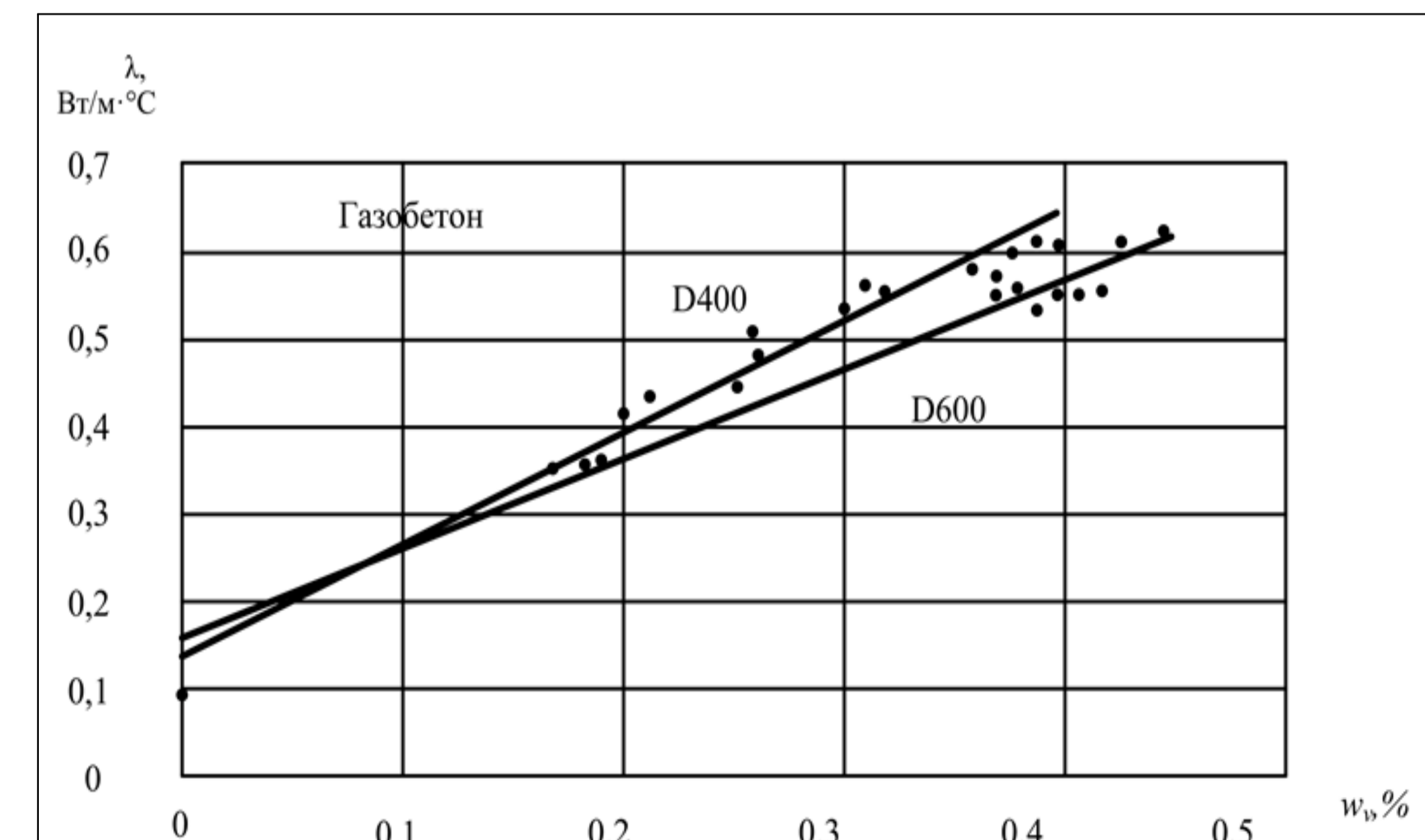
Зміна теплопровідності керамічної цегли з середньою густиною 1800 кг/м³ в залежності від об'ємної вологості при додатних (штрихова лінія) та від'ємних (суцільна лінія) температурах



Залежність теплопровідності від вологості до різних марок газобетону



Залежність теплопровідності від вологості для різних матеріалів



# Порівняння показників теплопровідності будівельних матеріалів

Фактори впливу та їх характеристика на коефіцієнт енергоефективності, залежно від властивостей стінових матеріалів.

Стінові матеріали та основні фактори впливу



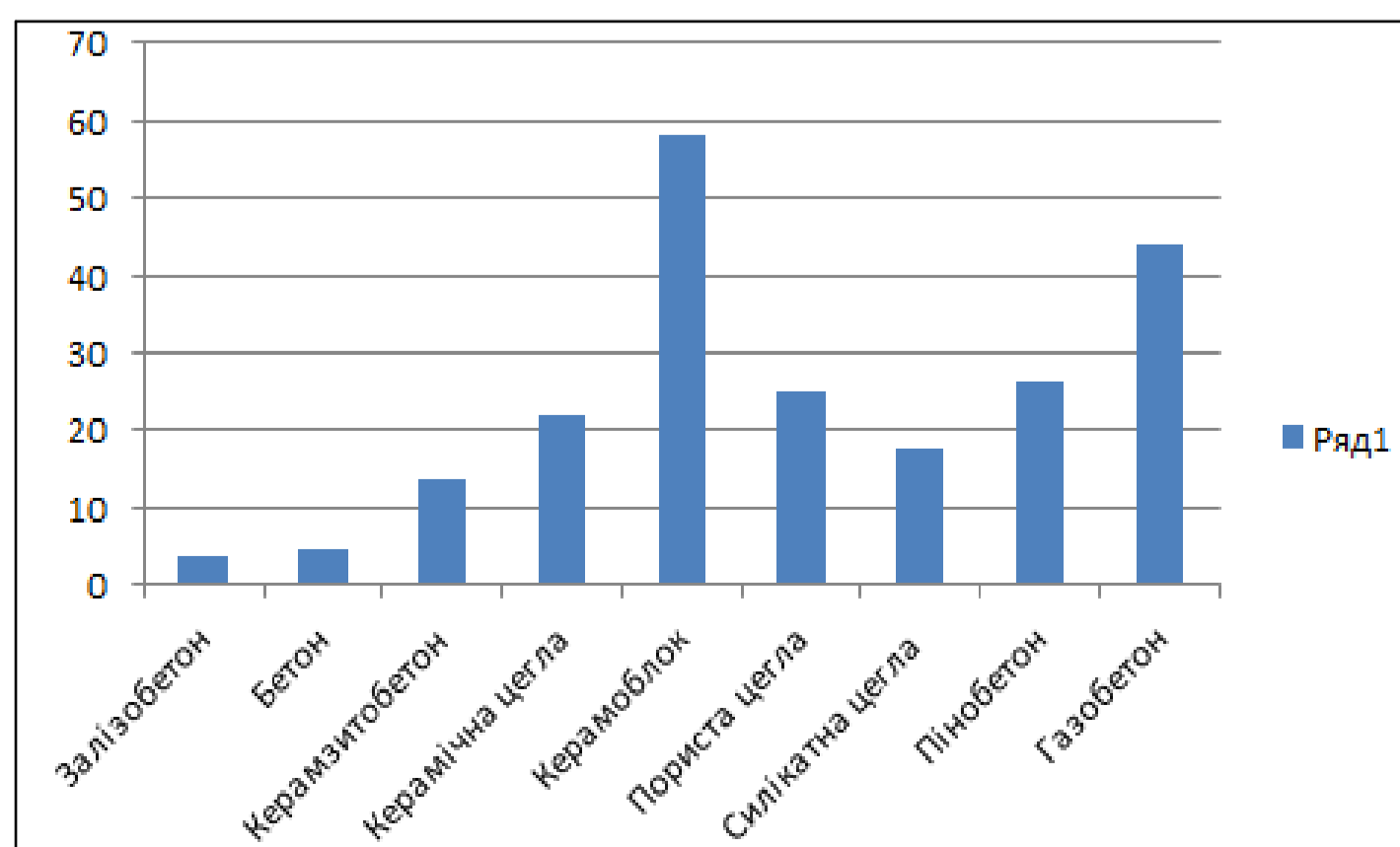
№ н/п	Стінові матеріали	Фактори впливу				коефіцієнт енергоефективності
		Міцність, МПа	Середня щільність, кг/м³	теплопровідність	теплоємність	
1	2	3	4	5	6	7
1	Залізобетон	20	2500	1,69	0,84	3,98
2	Бетон	20	2400	1,51	0,84	4,64
3	Керамзитобетон	20	1600	0,58	0,84	13,58
4	Керамічна цегла	25	1800	0,56	0,88	21,83
5	Керамоблок	12,5	850	0,22	0,88	58,82
6	Пориста цегла	12,5	1450	0,43	0,88	17,64
7	Силікатна цегла	25	1800	0,70	0,88	17,46
8	Пінобетон	12,5	1000	0,4	0,84	26,25
9	Газобетон	25	1200	0,4	0,84	43,75

$$K_{кя} = R/d,$$

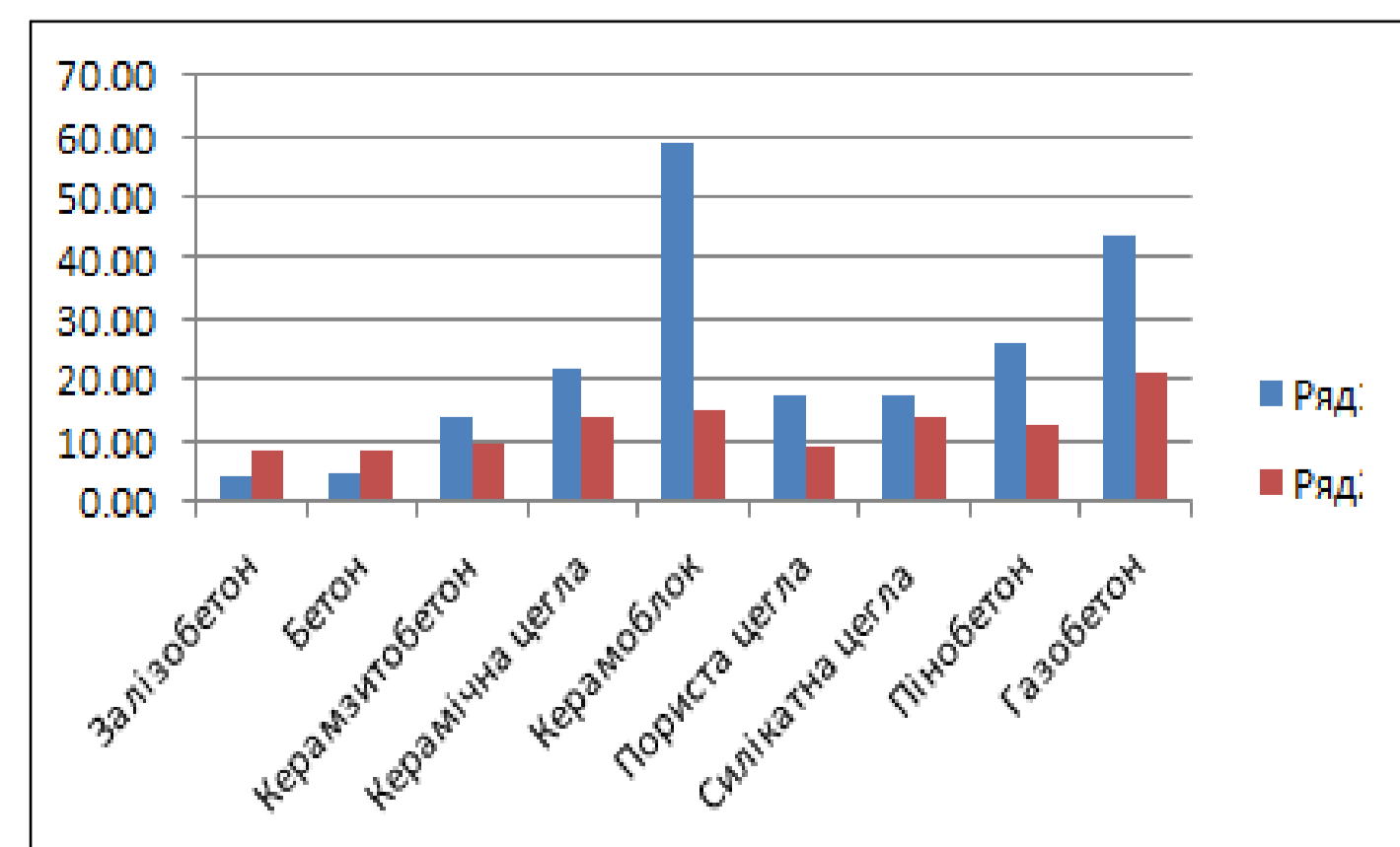
$$K_{енейф} = K_{кя} / \lambda$$

де  $K_{кя}$  коефіцієнт конструктивної якості, МПа;  $\lambda$  коефіцієнт теплопровідності.

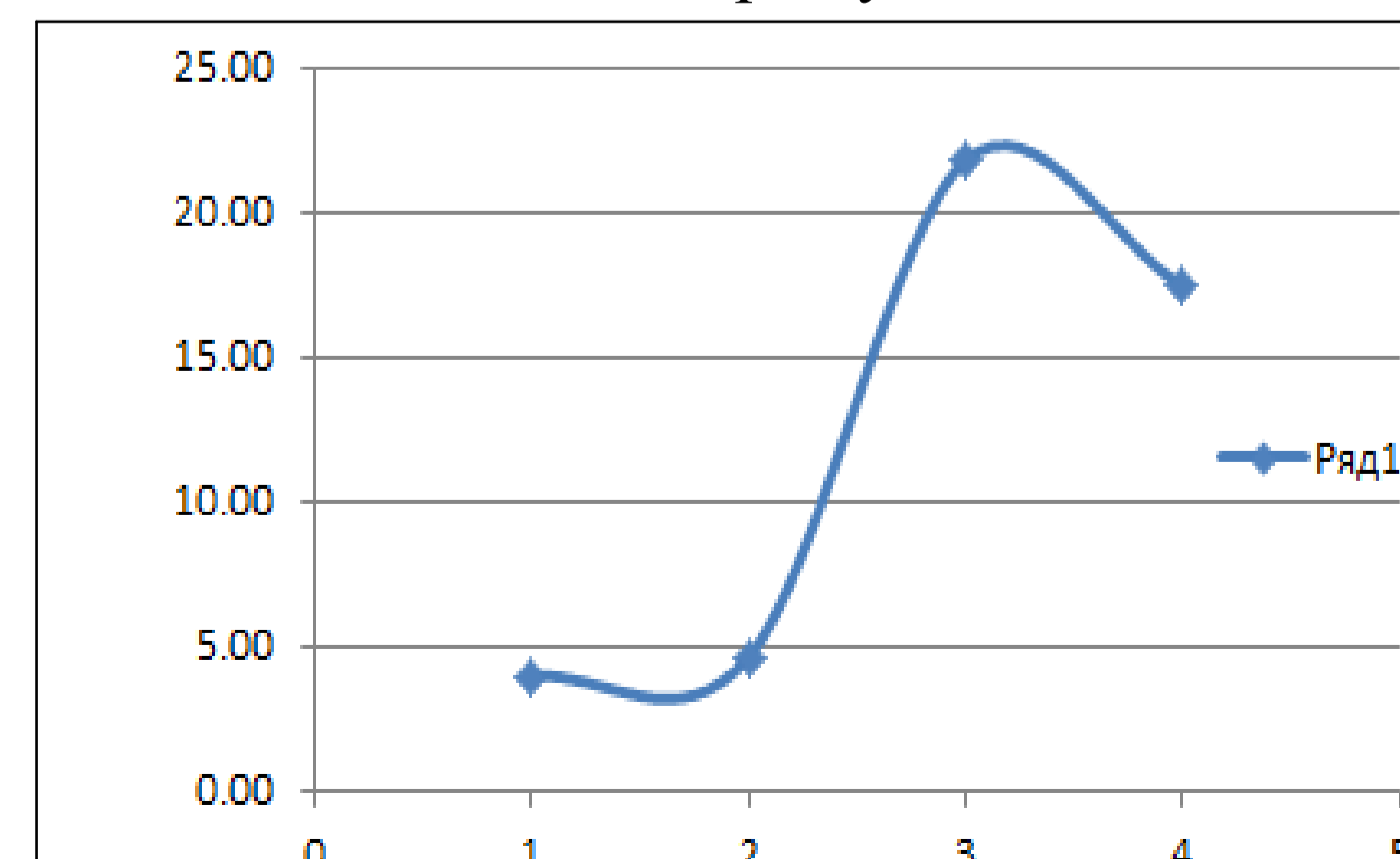
Залежність коефіцієнта енергоефективності від властивостей стінових матеріалів



Порівняння коефіцієнта конструктивної якості з коефіцієнтом енергетичної ефективності.



Графік залежності коефіцієнта енергоефективності від виду стінового матеріалу

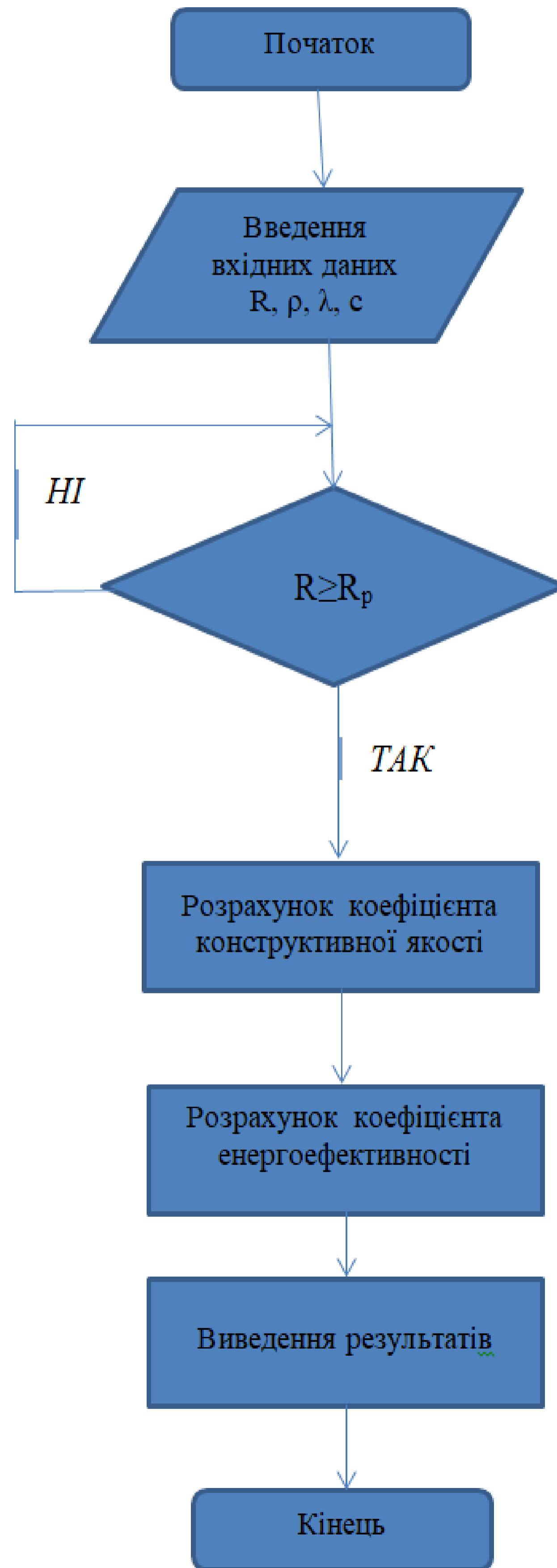


Фінальне порівняння стінових матеріалів

№ н/п	Стінові матеріали	Коефіцієнт енергоефективності
1	Залізобетон	3,98
2	Бетон	4,64
3	Керамічна цегла	21,83
5	Силікатна цегла	17,46

## Висновки за результатами наукового дослідження

На основі розробленої методики визначення коефіцієнта енергоефективності розроблений алгоритм прийняття рішень по вибору найбільш енергоефективного стінового матеріалу



В результаті проведення наукового дослідження т було встановлено, що основними факторами впливу на коефіцієнт енергоефективності стінових матеріалів є

- міцність
- середня густина
- теплопровідність
- теплоємність.

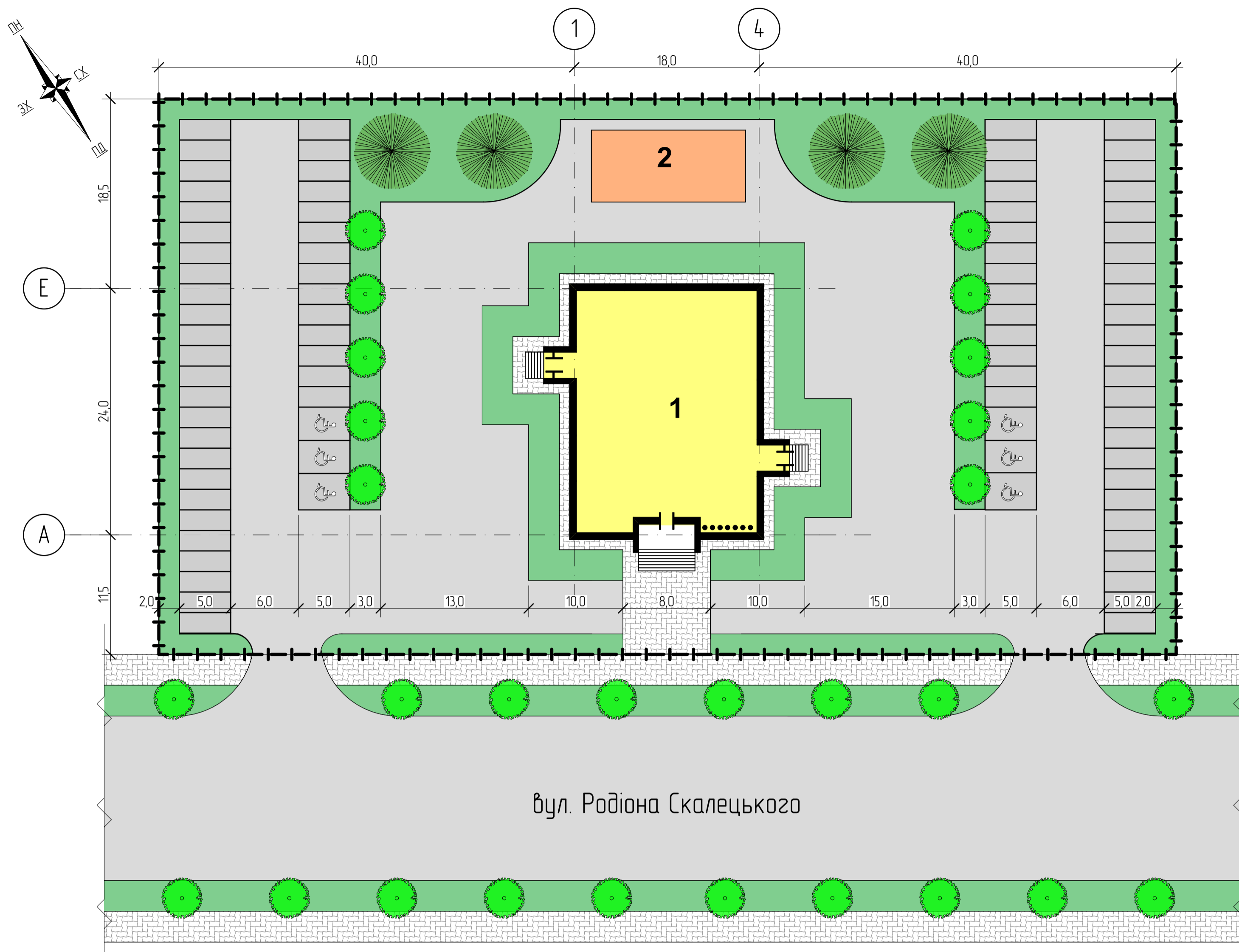
Розроблена методка визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів залежно від основних факторів впливу. Запропонований алгоритм визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів.

Проаналізувавши графік для вибору стінового матеріалу залежно від коефіцієнта енергоефективності, для будівництва семиповерхової будівлі найбільш енергоефективний стіновий матеріал який відповідає умові міцності було прийнято керамічну цеглу

В якості стінового матеріалу прийнято керамічну цеглу М-250 з коефіцієнтом енергоефективності 21,8.



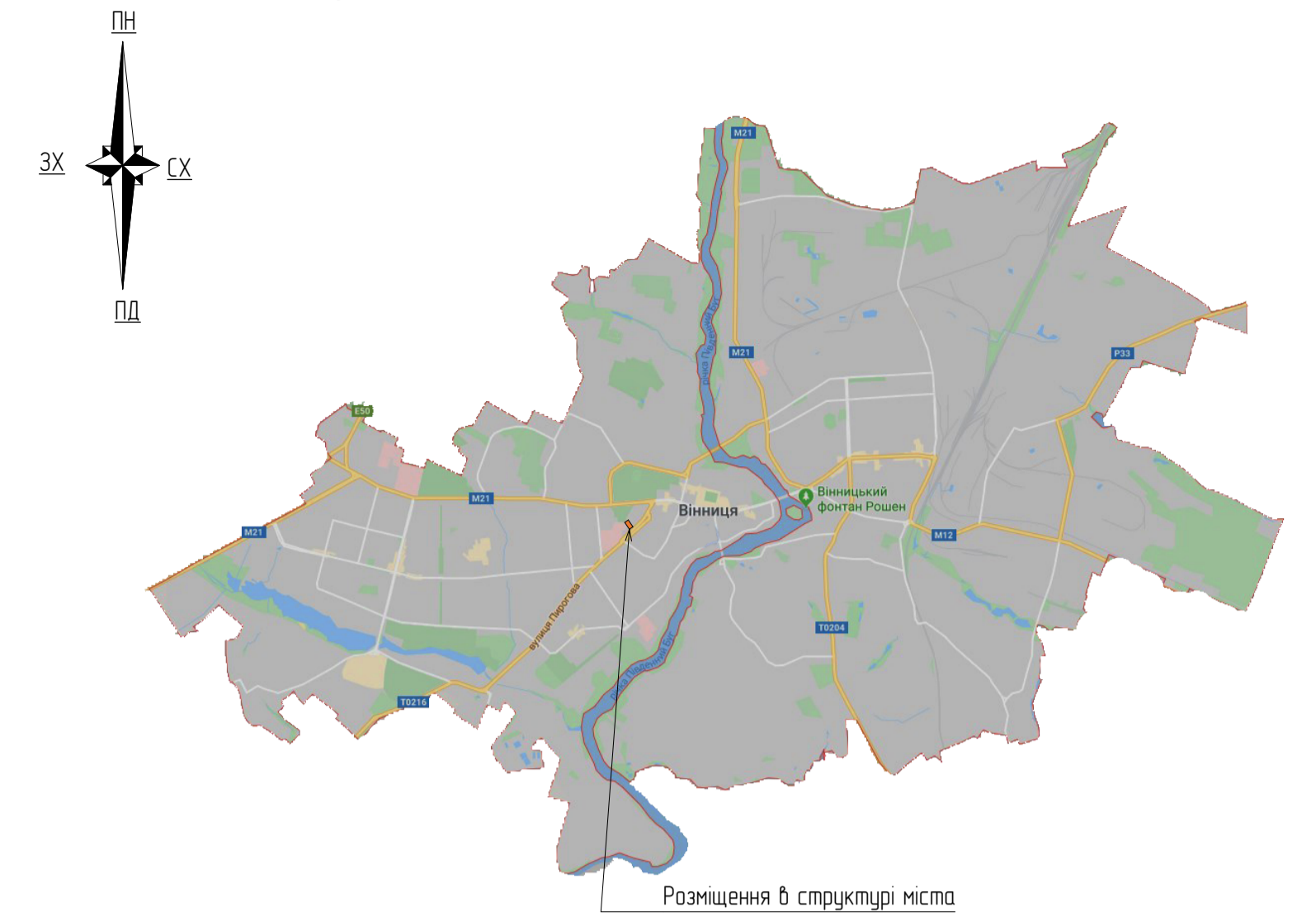
# СХЕМА ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ М1:500



# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

№	Найменування	од. вимру	Кількість	Примітки
1	Наве будівництво офісної будівлі по вул. Радіона Скалецького, 17 в м. Вінниці			
2	Вид будівництва - наве			
3	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис. грн	-	
4	Поверховість	пов.	7	
5	Ступінь важестікості будівлі	ст.	II	
6	Площа земельної ділянки	м <sup>2</sup>	5773	
7	Площа забудови торгова-офісної будівлі	м <sup>2</sup>	651	
8	Загальна площа всіх приміщень	м <sup>2</sup>	27010	
9	Корисна площа	м <sup>2</sup>	2295	
10	Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	17 770	
11	- нижче відмітки 0,000	м <sup>3</sup>	2 080	
12	- вище відмітки 0,000	м <sup>3</sup>	15 690	
13	Тривалість будівництва	міс	48	
14	Відсоток забудови	%	11,27	
15	Кількість паркомісць	шт.	84	
16	Офісна площа	м <sup>2</sup>	1900	

# РОЗМІЩЕННЯ ОБ'КТУ В СТРУКТУРІ МІСТА



# ПЕРСПЕКТИВНЕ ЗОБРАЖЕННЯ БУДІВЛІ



# УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Офісна будівля
- Технічна будівля
- Асфальтне покриття
- Мошечна протидорожна плиткою
- Межа ділянки
- Паркомісця
- Будівлі, що демонтуються
- Газонне покриття

# СИТУАЦІЙНА СХЕМА М1:2000

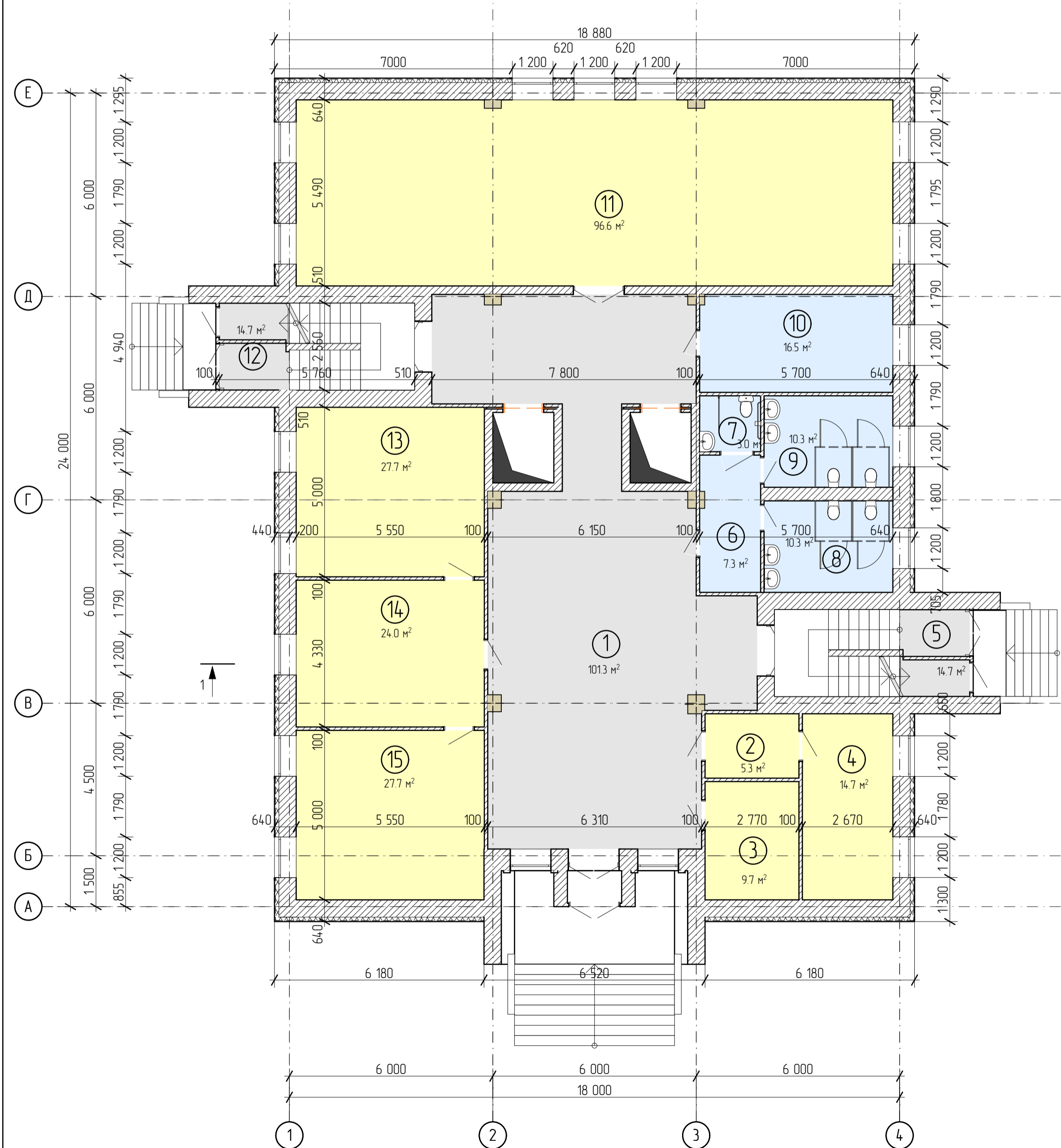




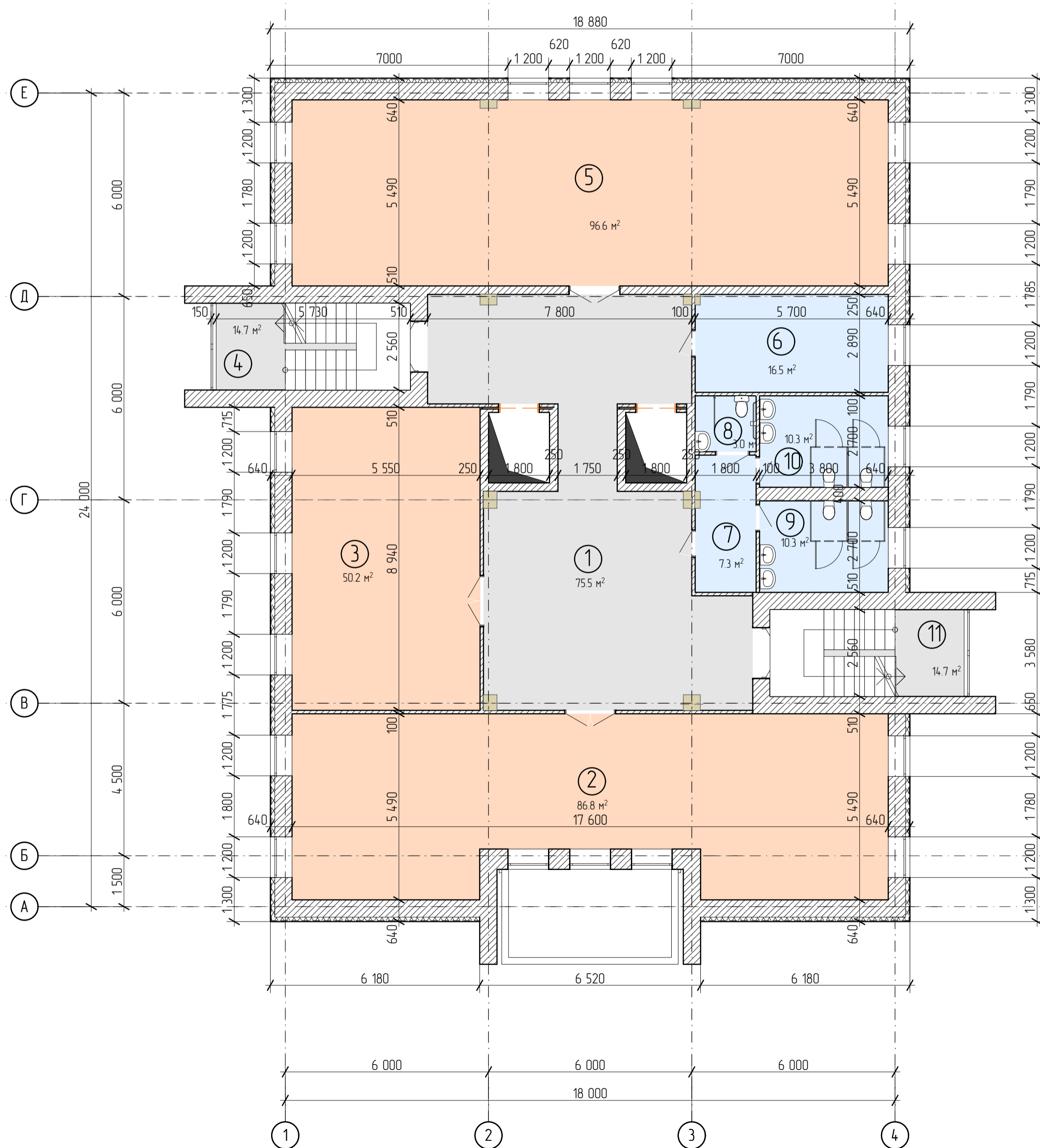
# ФАСАДИ БУДІВЛІ М1:200



## ПЛАН ПЕРШОГО ПОВЕРХУ М1:100



## ПЛАН ТИПОВОГО ПОВЕРХУ М1:100

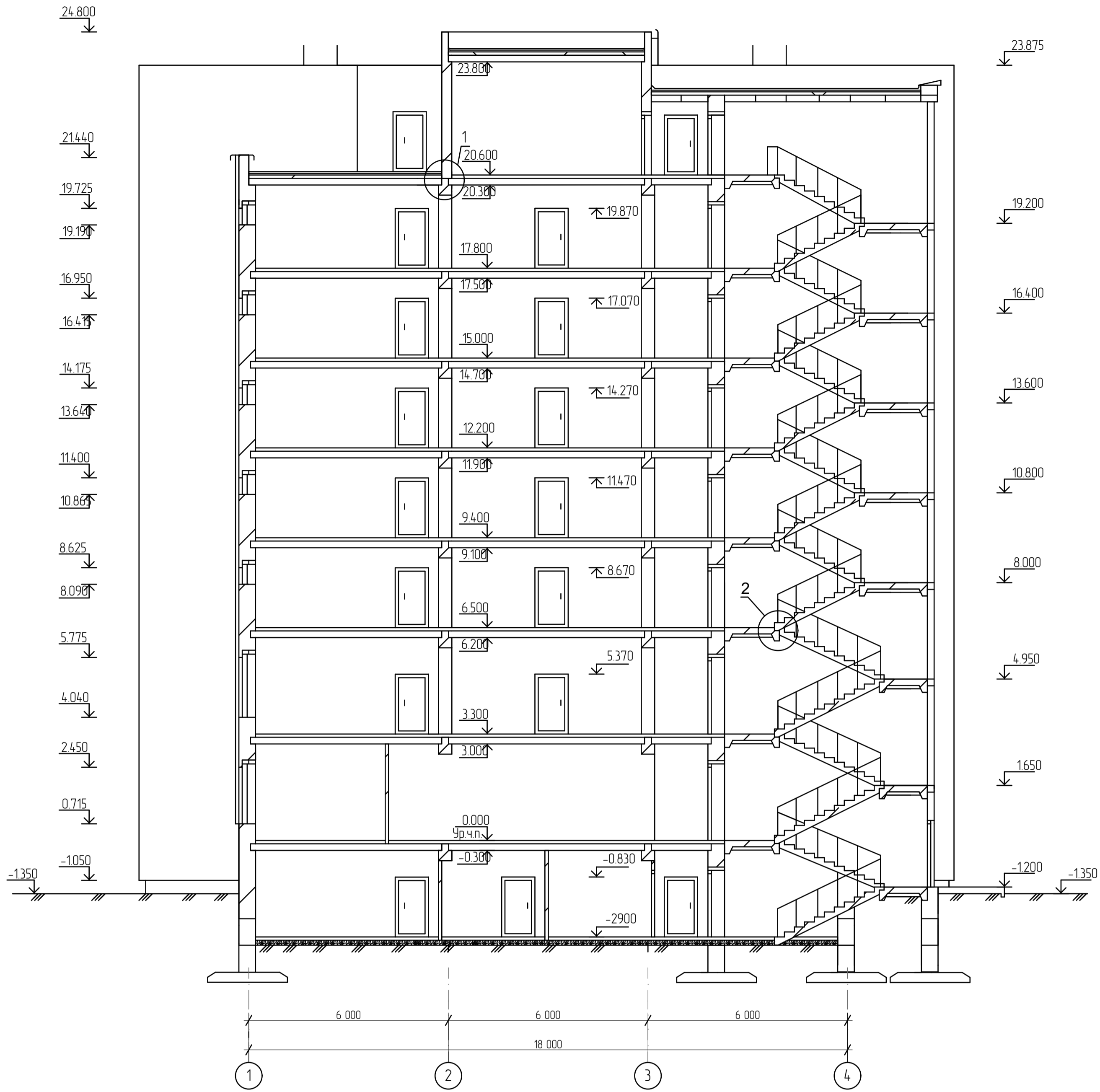


### Експлікація приміщень

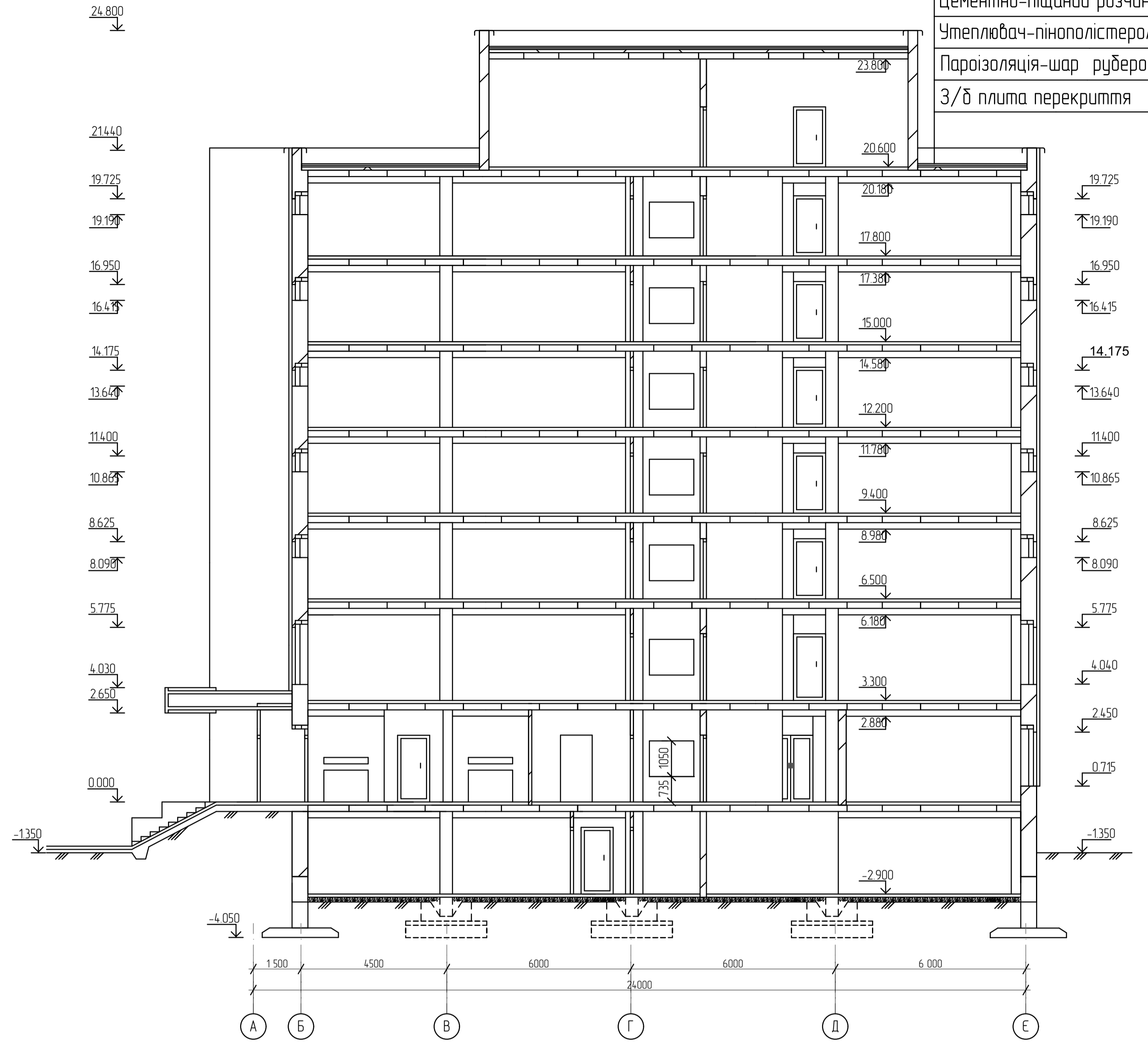
№ прим.	Найменування	Площа м²	Приміт.
План першого поверху			
1	Вестиболь	101,3	
2	Коридор	5,3	
3	Кімната охоронця	9,7	
4	Приміщення персоналу	14,7	
5	Сходиба клітка	14,7	
6	Коридор	7,3	
7	Санвузол для інвалідів	3,0	
8	Жіночий санвузол	10,3	
9	Чоловічий санвузол	10,3	
10	Технічне приміщення	16,5	
11	Конференц-зала	96,6	
12	Сходиба клітка	14,7	
13	Кабінет директора	27,7	
14	Приймальня	24,0	
15	Адміністрація	27,7	
Площа приміщень загальна		383,8	
План типового поверху			
1	Вестиболь	75,5	
2	Офісне приміщення	86,8	
3	Офісне приміщення	50,2	
4	Сходиба клітка	14,7	
5	Офісне приміщення	96,9	
6	Технічне приміщення	16,5	
7	Коридор	7,3	
8	Санвузол для інвалідів	3,0	
9	Жіночий санвузол	10,3	
10	Чоловічий санвузол	10,3	
11	Сходиба клітка	14,7	
Площа приміщень загальна		386,2	
Площа приміщень загальна по будівлі		2701	



# РОЗРІЗ 1-1

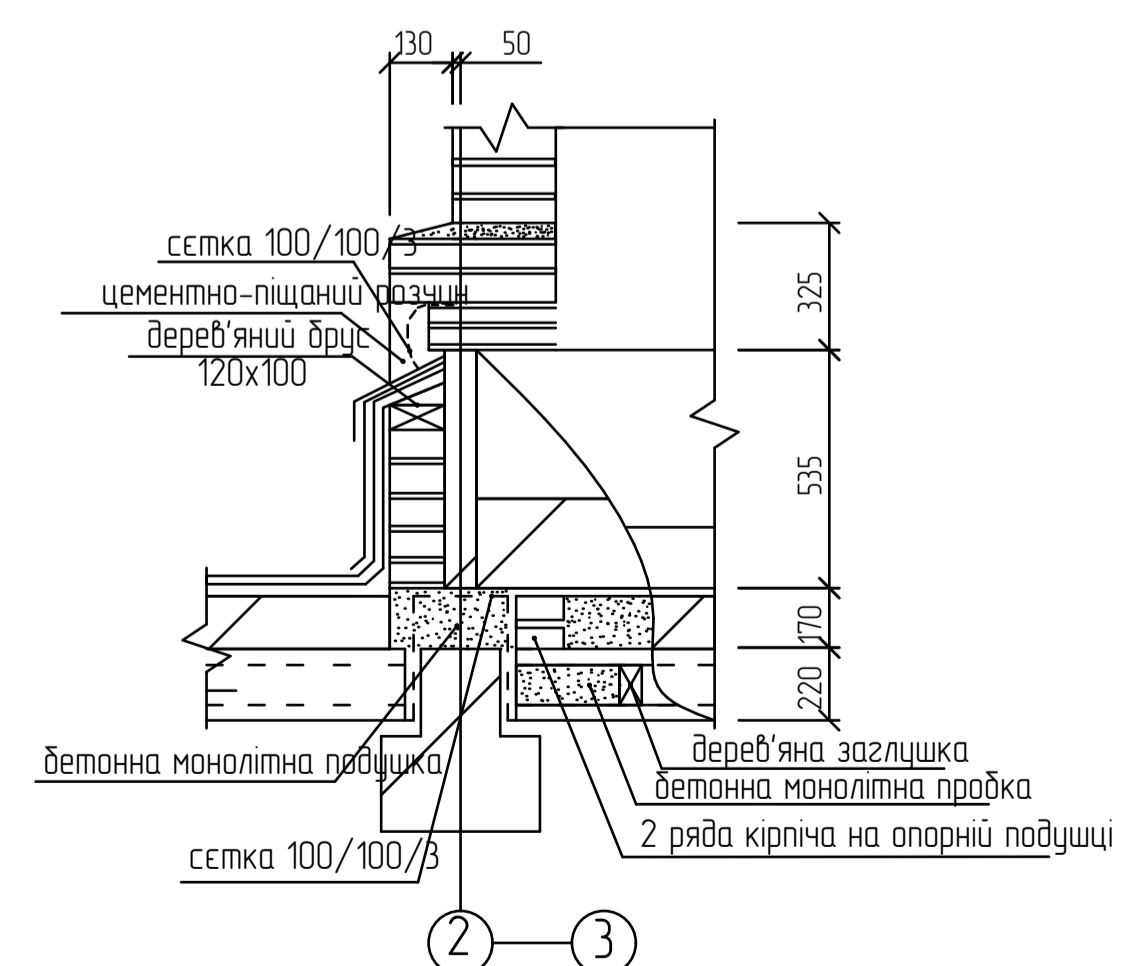


# РОЗРІЗ 2-2

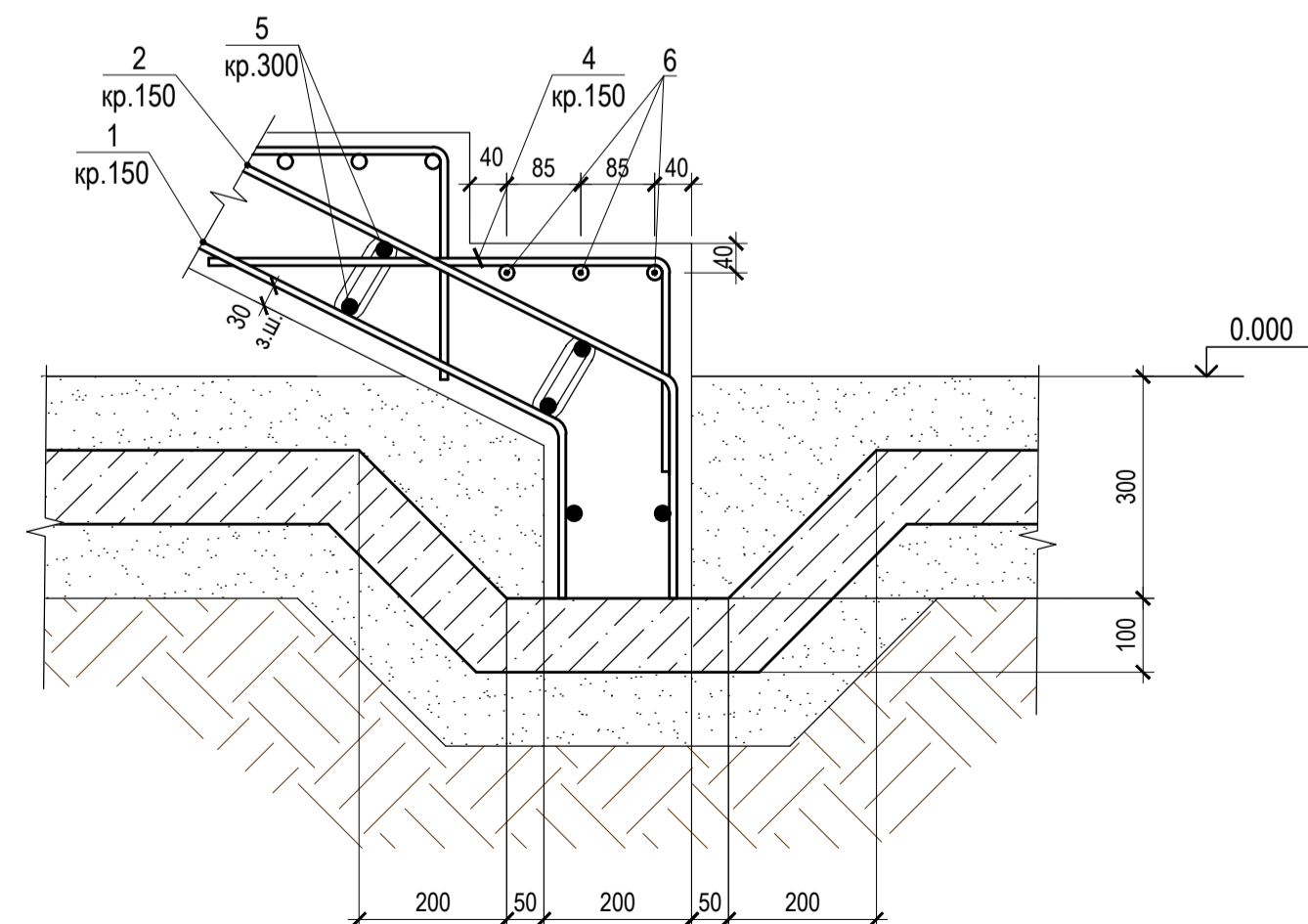


- 4 шари рудероїду марки "Бризол" -16 мм
- Цементно-піщаний розчин-20 мм
- Утеплювач-пінополістерольні плити -200 мм
- Пароізоляція-шар рудероїду марки "Бризол" -4мм
- З/б плита перекриття

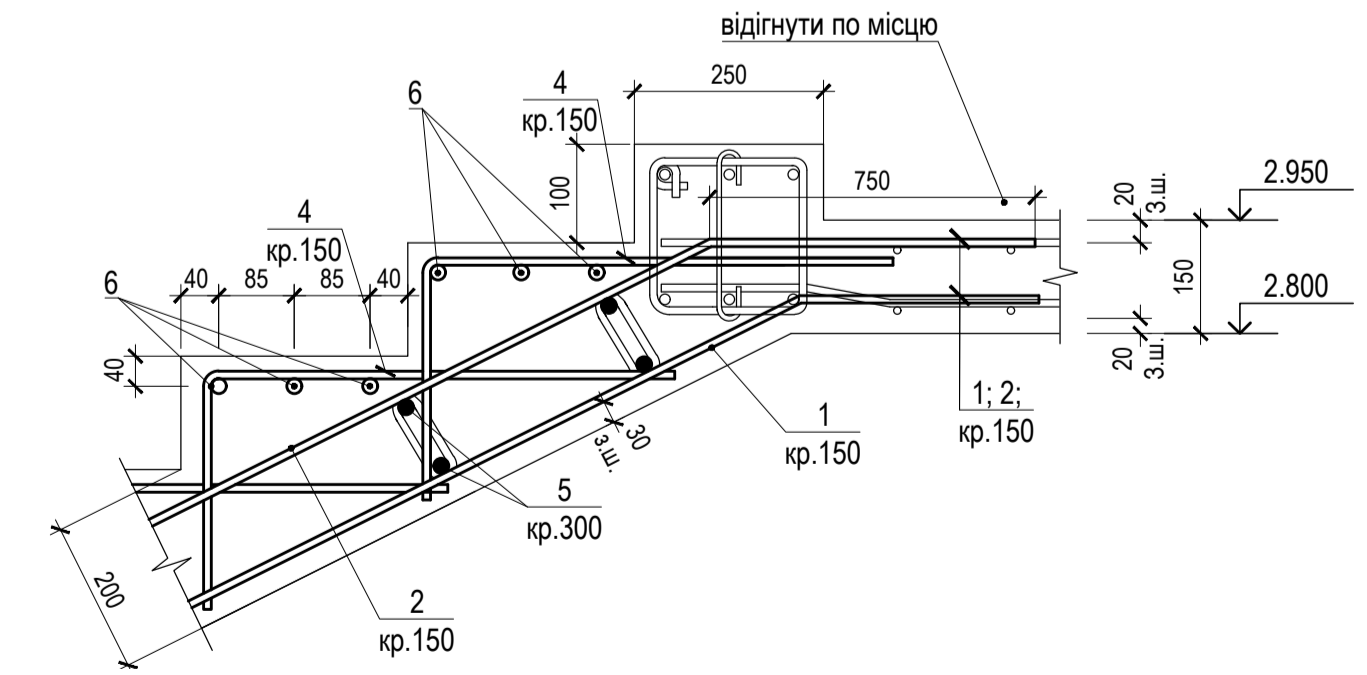
1



2



3



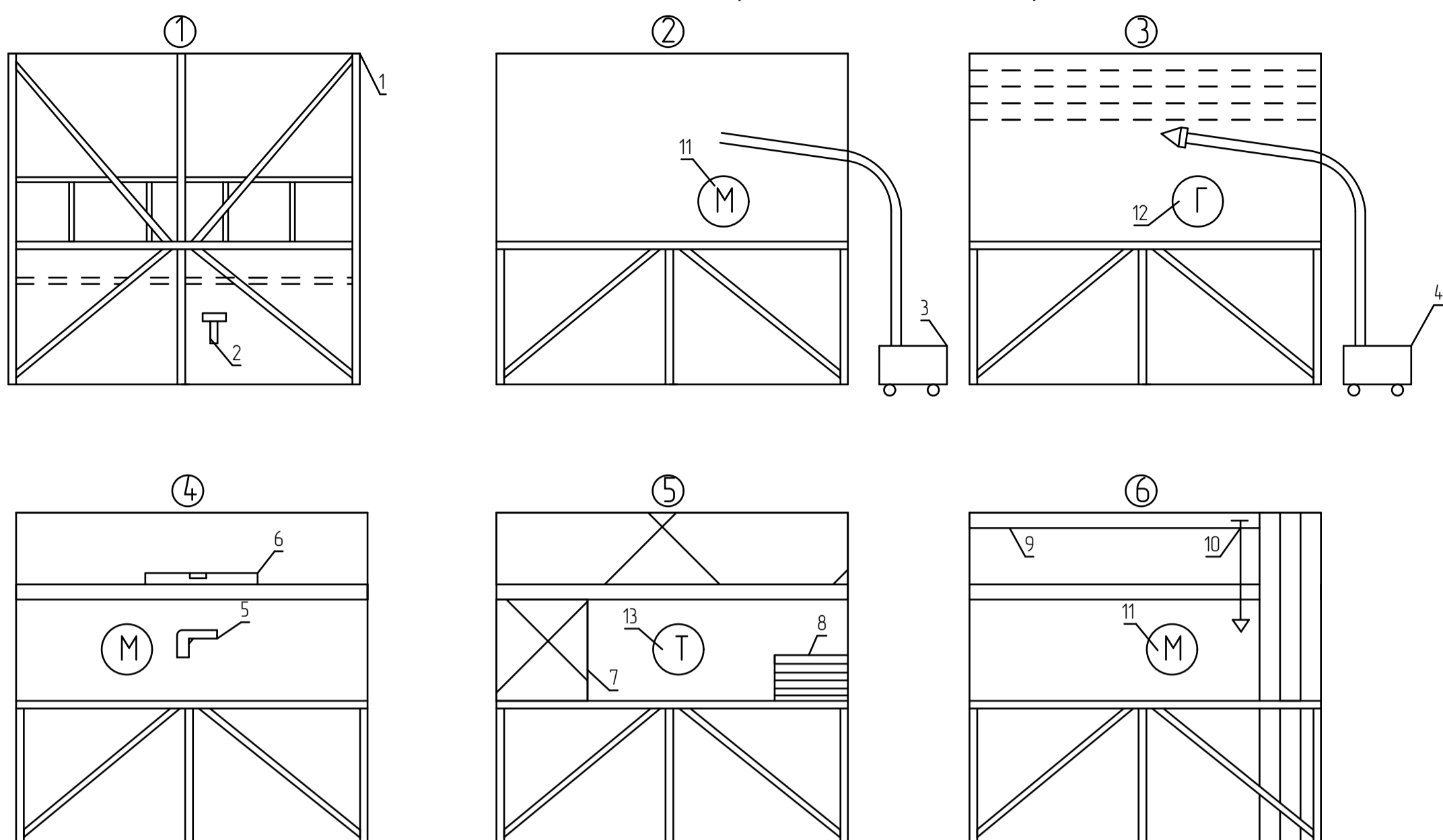
4





# ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА МОНТАЖ ФАСАДНИХ ПАНЕЛЕЙ

## СХЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ



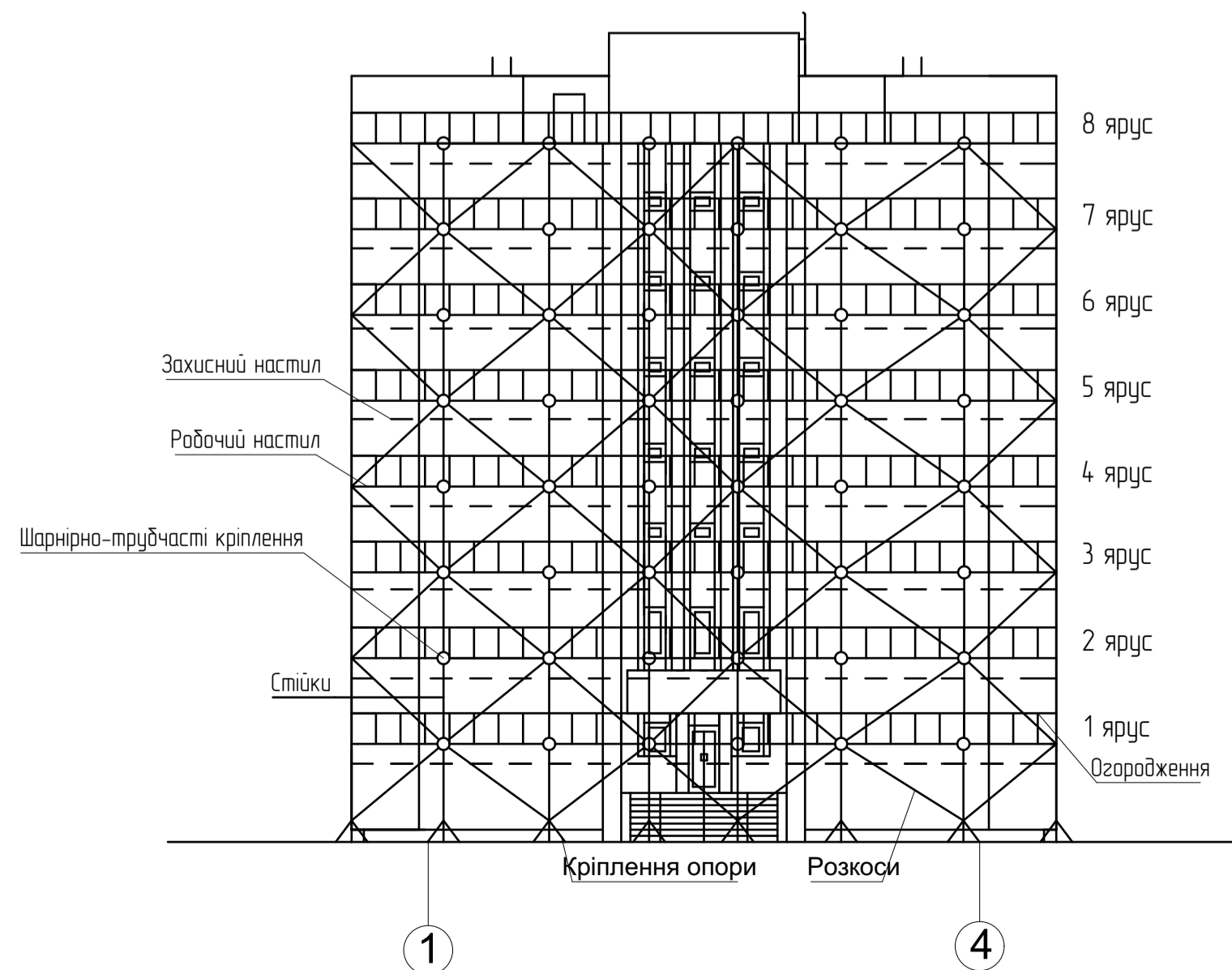
## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- ① Влаштування риштування
- ② Очищення основи
- ③ Влаштування гідроізоляції
- ④ Влаштування направляючих
- ⑤ Утеплення поверхності
- ⑥ Влаштування сайдинга
- 1. Риштування
- 2. Молоток
- 3. Компресор
- 4. Машина СО-122А
- 5. Шуруповерт
- 6. Рівень
- 7. Плита утеплювача
- 8. Складання плит утеплювача
- 9. Фасадні панелі
- 10. Відвіс
- 11. Монтажник
- 12. Гідроізолювальник
- 13. Теплоізолювальник

## ПООПЕРАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Хто контролює	Майстер				Прораб		
Операції	Підготовка поверхні	Підготовка матеріалу	Виконання оздоблювальних робіт		Виконання оздоблювальних робіт		
Склад контролю	Стан поверхні, відсутність нерівностей, наплівів, розривів і т.д.	Рівність і вертикальність поверхні	Сортування оздоблювального матеріалу по розміру, кольору, відтінку	Правильність влаштування маяків	Зовнішній вигляд, відсутність тріщин, відсутність плям, зазубрин, прогину і скручування		
Спосіб контролю	Візуально	2 м рейка Відвіс	Візуально	Відвіс Рівень	Співняч мітр Відвіс	1 м рейка	Візуально
Час контролю	До облицювання поверхні		В процесі виконання облицювання поверхні		Після всіх робіт		

## СХЕМА ВЛАШТУВАННЯ РИШТУВАННЯ



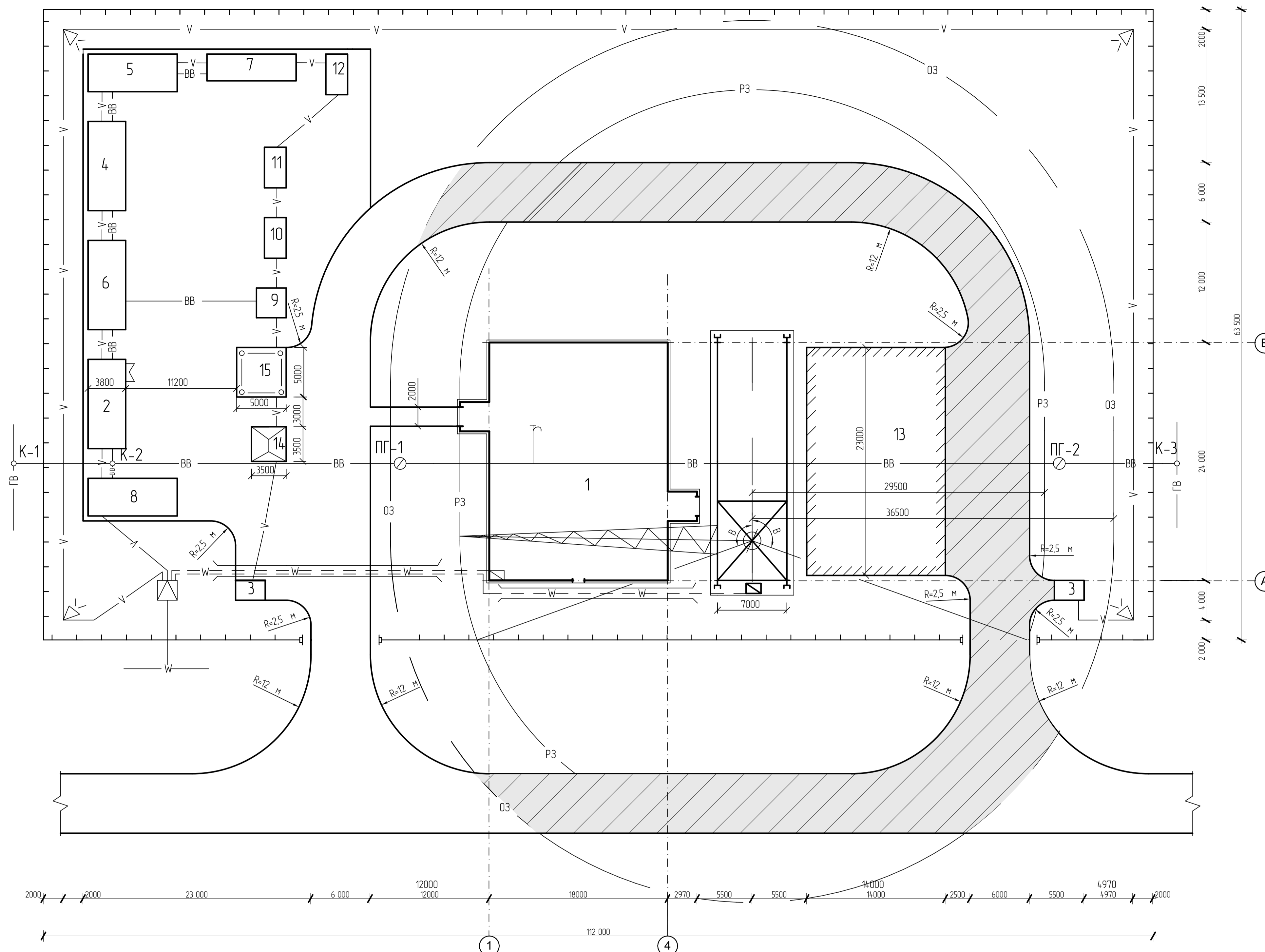
## КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування робіт	Об'єм робіт		Трудозатрати люд-дн			Машини		Трибальність робіт, дн	Кількість змін	Кількість робочих в зміні	Склад ланки	Листопад												Грудень												Січень												Лютий																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	од.вим.	кількість	норм.	план.	%	марка	м/с					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5



# БУДІВЕЛЬНИЙ ГЕНПЛАН

# УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ



- Проектуєма будівля
- Навіс
- Закритий склад
- Відкритий склад
- Тимчасова дорога
- Небезпечна ділянка тимчасової дороги
- Трансформаторна підстанція
- Електрощитова
- ПГ-1 Пожежний гідрант
- Прожектор
- Огородження будівельної площадки з воротами
- Водорозбірна колонка
- К-1 Оглядовий колодезь
- Захист електричної лінії
- ВВ- Тимчасовий водопровід
- ГВ- Міський водопровід
- v- Тимчасова лінія освітлення
- w- Постійна електрична лінія
- w-- Тимчасова електрична лінія
- P3- Робоча зона роботи крана
- O3- Небезпечна зона роботи крана
- Шкаф електропостачання крана
- Огородження рейкових шляхів
- Баштовий кран
- Лінія обмеження роботи крана (B=110)
- Пожежний гідрант
- Площадка будівельного майданчика

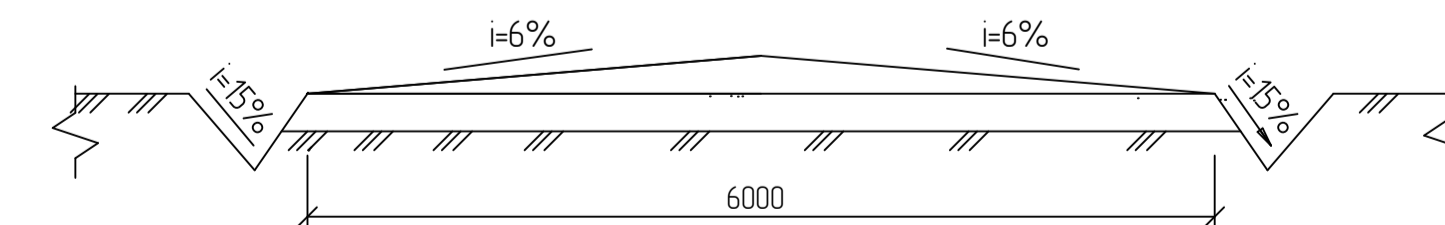
## ЕКСПЛІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

№	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	Запроектована будівля	453,2
2	Прорядська	34
3	Прохідна	12
4	Гардероб	34
5	Душева, умивальники	34
6	Приміщення для відпочинку	34
7	Ідальня	34
8	Медпункт	24
9	Туалет	9
10	Майстерня електротехнічна	9,02
11	Майстерня столярно-плотнична	9,02
12	Майстерня сантехнічна	9,02
13	Відкритий склад	322
14	Закритий склад	12,25
15	Навіс	25

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показники	Одиниця виміру	Величина показника	Примітки
Площа будівельного майданчика	м <sup>2</sup>	7112	F
Площа забудови запроектованої будівлі	м <sup>2</sup>	453,2	F n
Площа забудови тимчасовими будівлями та спорудами	м <sup>2</sup>	601,3	F б
Протяжність тимчасових:			
Доріг	м	165,6	ширина 6 м
Водопроводу	м	164,7	діаметр 100 мм
Електричної лінії	м	90,5	ТМ-320/6
Освітлювальної лінії	м	375,3	
Огородження	м	351	металевий
Компактність будівельного генплану:			
K1	%	6,37	K1=F n 100/ F
K2	%	8,45	K1=F б 100/ F

## РОЗРІЗ ТИМЧАСОВОЇ ДОРОГИ







ВІСНИК  
керівника магістерської кваліфікаційної роботи  
на кваліфікаційну роботу студента групи Б-21м

**Клепача Олександра Івановича**  
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Тема роботи: **«Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель»**

Тема магістерської кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки енергозбереження на даний час є одним із основних шляхів зменшення собівартості продукції, зниження екологічного навантаження, зменшення витрат на утримання будівель і споруд. Стрімко зростаючі у вартості первинні енергоносії вимагають науково-обґрунтованих рішень з підвищення енергоефективності. У магістерській кваліфікаційній роботі проведено аналіз сучасного стану підвищення енергоефективності будівель та виявлено динаміку підвищення енергетичної ефективності будівель починаючи з 1970-х років. Також у роботі проведено аналіз властивостей будівельних матеріалів, які впливають на теплопровідність, а відповідно, і на енергоефективність матеріалів та будівлі в цілому. На основі проведених досліджень встановлені основні фактори впливу на енергоефективність залежно від властивостей будівельних матеріалів та розроблена методика визначення коефіцієнта енергетичної ефективності.

У роботі запропоновано рекомендації з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, розроблено кошторис.

Під час навчання магістрант за результатами виступів на наукових конференціях опублікував 5 тез, з яких 3 за темою магістерської роботи.

Висновки, зроблені в МКР, є достатньо повними та у певній мірі обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена в цілому з дотриманням вимог нормативних документів.

Магістрантом дотримано графік проектування.

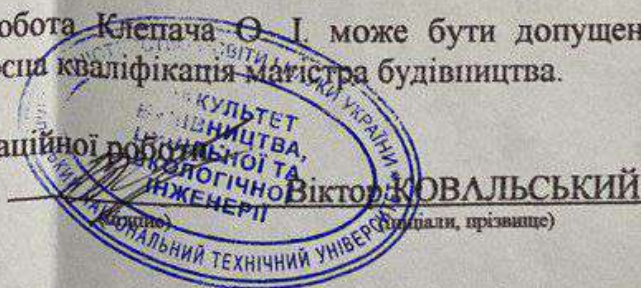
**В МКР наявні наступні недоліки:**

- 1) наявні певні відхилення від вимог щодо оформлення МКР;
- 2) коефіцієнт енергетичної ефективності потрібно було привести до безрозмірної величини, шляхом ділення коефіцієнта енергетичної ефективності даного матеріалу на мінімальний коефіцієнт енергетичної ефективності з розглянутих матеріалів;
- 3) не забезпечений належний доступ в будівлю для маломобільних груп населення;
- 4) на планах поверхів відсутні маркування вікон та дверей.

Магістерська кваліфікаційна робота при відповідному захисті заслуговує оцінки - **добре (С)**.

Магістерська кваліфікаційна робота Клепача О. І. може бути допущена до захисту, а її автору може бути присвоєна кваліфікація магістра будівництва.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
к. т. н., доц. кафедри БМГЛ  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



«15» грудня 2022 р



опонента на магістерську кваліфікаційну роботу

студента групи ТГ-21м

Клепача Олександра Івановича

спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Тема роботи: «Вплив властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель»

Після розгляду магістерської кваліфікаційної роботи встановлено, що робота виконана відповідно виданого завдання, а її зміст відповідає затвердженій темі на МКР.

Тема кваліфікаційної роботи магістра є актуальною, оскільки на сьогоднішній день Україна, яка споживає у загальному балансі більше 60–70 % імпортованих енергоресурсів, є однією з енергозалежних країн Європи. Тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з першочергових в умовах виходу країни з енергетичної кризи.

Матеріал роботи подано у розгорнутому та доступному для розуміння вигляді.

У першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи проведено аналіз сучасного стану та динаміку підвищення енергоефективності будівель. Розглянуто законодавче регулювання енергетичної ефективності будівель. Оцінка впливу властивостей стінових матеріалів на енергоефективність будівель розглянута у другому розділі.

У третьому розділі, відповідно до мети роботи та поставлених задач, розроблена методика та алгоритм визначення коефіцієнта енергоефективності стінових матеріалів. В технологічному, четвертому розділі розроблені архітектурно-будівельні рішення, технологічна карта на монтаж вентиляованого фасаду та організації виконання робіт по зведенню семи поверхової будівлі з підвальним поверхом.

У четвертому розділі розглянуті питання технічних рішень з безпечної експлуатації обладнання, з гігієни праці і виробничої санітарії та виконаний розрахунок режимів радіаційного захисту. В 5 розділі роботи було проведено обґрунтування проектної потужності об'єкту та визначено основні величини техніко-економічних показників.

Висновки, зроблені в МКР, є достатньо повними та у певній мірі обґрунтованими.

Магістерська кваліфікаційна робота оформлена в цілому з дотриманням вимог нормативних документів.

**В МКР наявні наступні недоліки:**

- 1) На планах поверхів відсутні маркування та прив'язка колон.
- 2) На буд генплані не вказано напрямку руху автотранспорту;
- 3) В роботі наявні певні відхилення від вимог оформлення МКР.

Магістерська кваліфікаційна робота при відповідному захисті заслуговує оцінки - добре (С).

Магістерська кваліфікаційна робота Клепача О. І. може бути допущена до захисту, а її автору може бути присвоєна кваліфікація магістра будівництва.

**Опонент:**

к. т. н., доц. кафедри БМГА  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

«16» грудня 2022 р

